

Implementación de la metodología 5S en áreas educativas y cómo lograr que perdure en el tiempo

Manuela Tamayo Villa, Estudiante de Ingeniería de Producción¹, Mateo Márquez Gutiérrez, Estudiante de Ingeniería de Producción².
Universidad EAFIT, Colombia, mtamayo8@eafit.edu.co¹, mmarque8@eafit.edu.co²

Resumen- *Las técnicas de mejora continua, tales como las 5S, ganan cada día más fuerza a nivel empresarial, por lo que los Ingenieros de Producción que están a punto de salir a la industria, requieren llegar con una buena fundamentación a esta para generar impacto a la hora de aplicar dichas técnicas. Con la intención de profundizar en sus conocimientos, los estudiantes del Semillero de Investigación GPL de la Universidad EAFIT, aplicaron los pilares de la técnica de las 5S a un laboratorio y un almacén de un edificio de dicha Universidad, realizando evaluaciones periódicas en busca de una cultura (de esta técnica mencionada) que permanezca en el tiempo. De esta manera, los estudiantes adquieren experiencias y conocimiento, mientras las áreas impactadas mejoran en sus procesos. Este trabajo, presenta los resultados parciales de dicho proyecto, resaltando las experiencias de los estudiantes en la aplicación de sus conocimientos en un caso real, y la creación de nuevos estándares en estas zonas trabajadas.*

Palabras clave: *5S, aplicación de metodologías de mejora continua, cultura y orden, universidad*

Abstract- *Continuous improvement techniques, such as the 5S, are gaining more strength at the corporate level, so that Production Engineers must arrive with good foundations to the industry to generate impact when applying them. Under a win-win methodology, students at the EAFIT University GPL Research Seminary applied the 5S pillars to a laboratory and warehouse at the university, conducting periodic assessments in search of a culture that remains in time. In this way, the students acquire experiences and knowledge, while the impacted areas improve their processes. This paper presents the partial results of this project, highlighting the students' experiences in applying their knowledge to a real problem and the creation of new standards.*

Keywords: *5S, application of methodologies of continuous improvement, culture and order, university*

I. INTRODUCCIÓN

Bajo la necesidad contemplada en el edificio de la escuela de Ingenierías de la Universidad EAFIT de Medellín, Colombia; por recuperar espacios y organizar algunas áreas dentro de este, se encarga a los estudiantes del Semillero de Gestión de la Producción y Logística del departamento de Ingeniería de Producción, aplicar sus conocimientos en metodologías de orden y otras técnicas del Gemba Kaizen, para dar orden a dichas áreas; fue así como se dio el comienzo al proyecto.

El decano de la escuela de Ingenierías de la Universidad, Alberto García, sugiere aplicar la metodología japonesa de las 5S. Se sugiere que esta podría ser una gran oportunidad para que los estudiantes del Semillero tomen experiencia sobre los temas que se tratan con frecuencia dentro del plan de estudios. De igual manera se hace énfasis en la importancia de que se establezca una cultura dentro de los laboratorios de dicho edificio, buscando que una vez terminado el proyecto los avances logrados no caigan en retroceso.

Siendo este el comienzo del proyecto, se buscó desde un principio la forma en que los impactos que se logran en las zonas trabajadas se pudieran sustentar en forma de retribución monetaria para la universidad, o en forma de espacio para este poder ser utilizado de manera más productiva. También se busca lograr un impacto tal, que las personas que frecuentan el lugar se sintieran en un ambiente más confortable y que les facilitara el trabajo que allí realizan.

En este trabajo se presenta el desarrollo del proyecto, mostrando todas las actividades que se llevaron a cabo y los resultados que se obtuvieron luego de realizar todas las actividades planteadas

para lograr un impacto positivo con el proyecto.

II. MARCO TEÓRICO

¿Qué son las 5S?

Tal como es afirmado en [1], las 5S “es una filosofía de trabajo que permite desarrollar un comportamiento sistemático para mantener continuamente la clasificación, el orden y la limpieza”; permitiendo que se dé una mejora en todos los aspectos que envuelven el entorno de los procesos que se llevan a cabo dentro de una organización, como lo es la seguridad, el ambiente laboral, la productividad, la calidad, la eficiencia y la competitividad [1]. Según lo anterior, se puede hablar de las 5S como una metodología que va a permitir que un sitio de trabajo funcione bajo unos determinados estándares de orden, que encaminarán la organización a una mejora progresiva dentro de sus procesos.

Cada pilar trae consigo una serie de reglas que deben seguirse, para así asegurar que se cree una autodisciplina, que es justamente lo que busca el último pilar “shitsuke” o “estandarizar” de esta metodología [2]. En la búsqueda de lograr una mejora continua en los procesos de una organización, la aplicación de las 5S servirá como base inicial para la implementación de otras metodologías que incrementarán la competitividad de la organización [3].

Cabe resaltar que esta metodología puede ser aplicada en cualquier tipo de organización o lugar de trabajo, y tampoco tiene limitaciones en cuanto a costos de implementación, ya que algunas mejoras pueden realizarse solo con el cambio de hábitos que se tengan dentro del lugar de trabajo, o mejorando la

disposición, para colaborar en las labores de las personas que allí se desempeñan. Además es una metodología que fomenta el trabajo en equipo, y permite también a los trabajadores involucrarse en el proceso mejora desde su conocimiento del puesto de trabajo [4].

Descripción de pilares de las 5S

La técnica de 5S está compuesta por 5 pilares, estos son:

1. Seiri (Separar): clasificar aquellos elementos que son necesarios de los que no lo son [1].
2. Seiton (Ordenar): organizar adecuadamente los elementos clasificados en el pilar anterior [3].
3. Seiso (Limpiar): buscar métodos que permitan mantener la limpieza en el lugar de trabajo [1].
4. Seiketsu (Limpieza estandarizada): garantizar apropiadamente el cumplimiento de los tres pilares anteriores [1].
5. Shitsuke (Estandarizar): establecer herramientas que ayuden a construir una disciplina o hábito de esta metodología [1]. Siendo este último pilar el más importante, ya que este permitirá que la metodología perdure en el tiempo.

Beneficios de la aplicación de 5S

Con la aplicación de esta metodología, además de estar involucrando activamente a los trabajadores dentro de las mejoras continuas de la organización, se está logrando una mayor productividad, que se puede observar en la reducción de productos defectuosos, reducción de productos en inventario, menor cantidad de accidentes o averías, mejora de tiempos en los procesos llevados a cabo en la organización, entre otros [4].

También están las mejoras dentro del lugar de trabajo, que sus beneficios son traducidos en recuperación de espacios, aumento del sentido de pertenencia de los trabajadores con la empresa, mejora visual del espacio, obtención de un mejor ambiente de trabajo, mejor conocimiento de los procesos llevados a cabo dentro del lugar de trabajo [4].

III. ESTADO DEL ARTE

La técnica de 5S al ser tan antigua, ha significado su aplicación masiva con resultados exitosos en toda clase de áreas; tanto en el mundo empresarial, pequeña y gran escala, como a nivel académico.

A nivel académico, [5] reporta una experiencia de éxito en la aplicación de dicha técnica en el almacén de herramientas de un taller de la Universidad EAFIT en Colombia, donde además de desechar el 33% de los elementos marcados con tarjeta roja; también se logra crear en el personal una cultura de orden y limpieza que hoy por hoy sigue vigente. Siendo este último lo más difícil de lograr dentro de los pilares de las 5S.

Ref. [6] Muestra cómo a través de la técnica de 5S, en el Laboratorio de Mecánica de Patio de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE en Ecuador se obtienen los siguientes resultados: “se eliminaron los focos de suciedad...”, “se creó manuales de funcionamiento y seguridad del laboratorio, de las máquinas y equipo”, “se desechó los objetos innecesarios,..., conservando únicamente lo que era realmente necesario e indispensable” y “se estableció una cultura de mejora continua tanto en los usuarios como en las instalaciones físicas...”

Ref. [3] Presenta la implementación de la técnica de 5S en una empresa que se dedica a la elaboración de pinturas. La conclusión final a la que llegaron fue que, con esta metodología, la empresa logró alcanzar un ambiente laboral con más eficiencia, seguro y confortable en las dos áreas más críticas de la empresa; permitiendo así, la elaboración de los productos generando menos desperdicios de recursos y de tiempos.

Por su parte [7], expone como en una planta de manufactura de morteros y aditivos para la construcción, aplicar conceptos de lean manufacturing como lo son 5S, VSM (Value Stream Mapping) y SMED (Single-Minute Exchange Die) se termina concluyendo: “en la aplicación de 5S se evidencia una mejora en el ambiente de trabajo, el orden, organización y la limpieza son parte de la rutina diaria del personal del área y así lo demuestran las auditorías” y “...aplicando estas técnicas fue posible mejorar los indicadores de disponibilidad, rendimiento, variedad de artículos a fabricar y desperdicios....”

IV. METODOLOGÍA

Para llevar a cabo este proyecto se siguieron los siguientes pasos:

- Investigación y reconocimiento de la metodología 5S
- Reconocimiento del área de trabajo
- Evaluación inicial
- Aplicación de la metodología por pilares
- Revisión de resultados
- Crear una disciplina de trabajo y mantenerla

V. DESARROLLO DEL PROYECTO

Se procederá a mostrar cómo se llevó a cabo el desarrollo del proyecto dentro del laboratorio trabajado y el almacén.

Los estudiantes de la Universidad EAFIT cuentan con diferentes espacios para profundizar en sus estudios y realizar actividades acordes con las asignaturas que estudian. El segundo piso del bloque de ingenierías, es un espacio en se realizan labores afines a la electrónica, se dictan clases y se designa espacios a los estudiantes para la elaboración de proyectos e investigaciones.

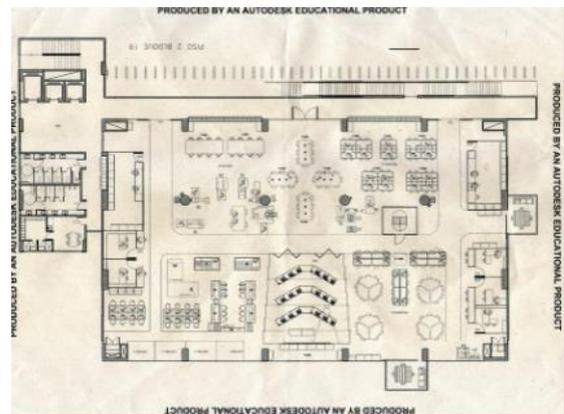


Fig. 1 Planos del segundo piso del bloque de ingenierías. Universidad EAFIT

Después de analizar las áreas que conforman la zona, se concluyó que las más críticas eran el espacio del laboratorio de electrotecnia y uno de los almacenes que guarda los herramientas utilizados por los estudiantes para los proyectos y actividades de clase.

En el laboratorio de electrotecnia, se observó que el espacio que este ocupaba no estaba bien delimitado, por tanto, no se visualizaba distinción entre este y el espacio de un proyecto de investigación que se encontraba posterior a este, además no había ninguna señalización que indicara que ese fuese el laboratorio de electrotecnia. Había también un gran

espacio ocupado por unas cajas viejas y de mal aspecto que obstruyen la movilidad ubicados detrás de los bancos del mencionado laboratorio.

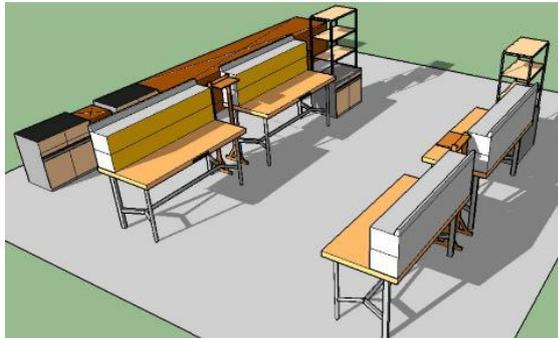


Fig. 2 Modelación situación inicial laboratorio



Fig. 3 Ubicación real cajas en laboratorio

Luego de tener conocimiento de los problemas que allí se presentaban, fue comenzar con la aplicación de la metodología 5S. El primer pilar (orden) indicaba señalar aquellos elementos necesarios e innecesarios que se encontraban en el laboratorio. Se señalaron las cajas como principal elemento innecesario dentro del área, ya que adicionalmente no contenían nada que correspondiera a dicho espacio. Identificado este problema se procede a informar a Hugo Murillo, encargado de este piso, para retirar dichas cajas; sin

embargo, antes se realiza una evaluación del espacio ocupado, teniendo en cuenta el espacio ocupado por las cajas en metros cuadrados y una cotización del equivalente de un metro cuadrado en la zona donde está ubicada la universidad.

Se encuentra que:

Espacio ocupado por cajas: 5,6 m² aprox.
Equivalente espacio cajas (mes): \$ 731.640.00 COP
Equivalente espacio cajas (semestre): \$ 4'389.840.00 COP
Equivalente espacio cajas (año): \$ 8'779.680 COP

Las cajas son retiradas lo más pronto posible, junto con otros pequeños objetos que no eran de utilidad en el laboratorio y que estropeaban los procesos que allí se realizaban. El siguiente pilar (organización) se trabaja en conjunto con los conceptos de fábrica visual, donde al notar el déficit de demarcaciones tanto en piso, en techo, en bancos y demás se facilita el desarrollo de dicho pilar. Se propone la marcación de cada uno de los módulos dentro de cada banco de trabajo, limitaciones en piso, letreros colgados del techo y de los colgadores de cables eléctricos estableciendo poka yokes para hacer una separación de los cables que van allí.

También fue necesario implementar algunos conceptos de ergonomía y distribución de espacios; donde los maleteros median más de dos metros, sobrepasando por mucho la estatura promedio colombiana que se encuentra en 170 cm aproximadamente. Los espacios ahorrados al remover las cajas, se utilizan para ubicar nuevos almacenadores que se aprovechan para almacenar elementos pertenecientes a las prácticas realizadas en este laboratorio. Se estima una inversión aproximada de \$

170.000.00 COP en las mejoras visuales para el área.

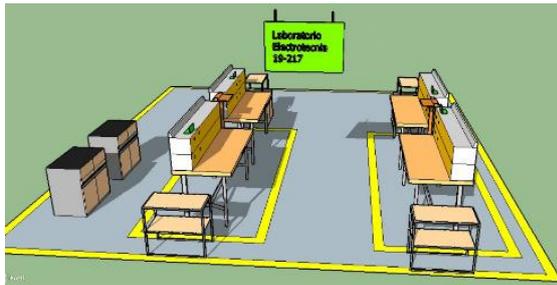


Fig. 4 Modelación de lo esperado laboratorio

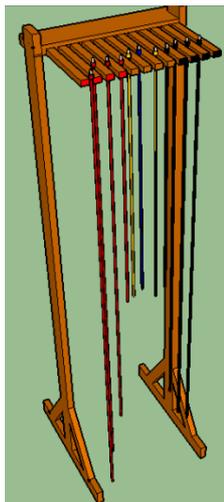


Fig. 5 Colgadores de cables con poka yoke

Los pilares tres y cuatro (limpieza y limpieza estandarizada) no se aplican directamente, dado que el piso genera pocos desperdicios y ya existe dentro del mismo un plan de limpieza realizado por el personal de aseo de la universidad.

El último pilar (disciplina) se capacita al personal del piso sobre conceptos fundamentales de 5S, como aplicarlo y se les muestra el trabajo realizado y las propuestas realizadas para enriquecer el trabajo realizado. Se busca además que, sin necesidad del apoyo y el acompañamiento de los estudiantes, los operarios y técnicos sean capaces de mantener el orden y ellos mismos dar/ejecutar propuestas de mejora para

cada una de las áreas del piso y del edificio.

La siguiente zona que se trabaja es el almacén de herramientas. Allí se trabaja en especial los estantes designados para el almacenamiento de herramientas; ya que los demás son utilizados para proyectos y equipos de mayor tamaño que ya contaban con una buena demarcación y orden.



Fig. 6 Almacén de herramientas

Dentro de este almacén se plantea desde el principio trabajar exclusivamente los primeros dos pilares y el último, dado a que en el tema de limpieza ya existen estándares de alta calidad y eficiencia. Se analizan los espacios designados para el almacenamiento de herramientas, los cuales son una estantería principal y los escritorios de los técnicos que allí laboran. Se realiza inicialmente un estudio de tiempos, y se encuentra que la búsqueda de una herramienta solicitada por un estudiante tarda cerca de 45 segundos, lo cual genera ciertos cuestionamientos por esta demora.

Los pilares de orden y organización se realizan a la par, se le entrega al personal las tarjetas rojas, para marcar los elementos que ellos consideraban innecesarios, y luego cuando ellos terminaron, los estudiantes rectifican que no faltase algún elemento por marcar. Se saca lo innecesario y se procede a organizar con ayuda de unos separadores, propuesta de los estudiantes, que ayuden a separar y organizar por tipo de herramienta. Dichos separadores se marcan con un pequeño acetato para facilitar aún más la búsqueda del herramental. Se pasa a que aproximadamente cada búsqueda tarda unos ocho segundos, significando una reducción de cerca del 82% del tiempo de búsqueda.

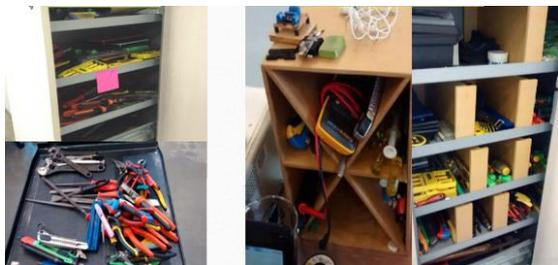


Fig. 7 Antes y después de ordenar y organizar espacios de almacenamiento

Para el último pilar se realiza un importante avance respecto al proyecto, se toma la tabla 5S dada por varios autores, la cual se utiliza para calificar inicialmente si una empresa, área o zona es de clase mundial y cumple unos estándares básicos. Esta tabla se reforma de varias formas, primero se reducen el número de puntos a calificar por pilar, de cinco a cuatro; lo que a su vez obliga a que la calificación en vez de realizarse de cero a cuatro como es de costumbre deba realizarse de uno a cinco, para que la suma final de 100 puntos. El siguiente gran cambio es que las columnas donde están las calificaciones y solo es marcar a qué puntaje equivale, se reemplazan por meses, donde en cada casilla en vez de

poner una *equis*, se deba poner directamente el número de la calificación que se desee.

Nota: La calificación se deberá realizar cada tres meses. Se debe tener en cuenta que uno (1) es el índice más bajo, y cinco (5) el más alto o el de mejor desempeño.							UNIVERSIDAD EAFIT									
NOMBRE DEL COLEGIO Y/o PAQUETADO		AÑO		EVALUACIÓN POR PUNTAJES												
N.º		Título		Decentaje de la capacidad		Decentaje de la capacidad		Ene		Feb		Mar				
ORDENAR Y ORGANIZAR ESPACIOS DE ALMACENAMIENTO																
ORDENAR PRIMER PILAR	1	¿Hay un espacio etiquetado?	¿Hay un espacio etiquetado?													
	2	¿Hay un espacio etiquetado?	¿Hay un espacio etiquetado?													
	3	¿Hay un espacio etiquetado?	¿Hay un espacio etiquetado?													
	4	¿Hay un espacio etiquetado?	¿Hay un espacio etiquetado?													
SUMA												0	0	0	0	0
TOTAL												0	0	0	0	0
ORGANIZAR SEGUNDO PILAR																
ORGANIZAR SEGUNDO PILAR	5	¿Hay un espacio etiquetado?	¿Hay un espacio etiquetado?													
	6	¿Hay un espacio etiquetado?	¿Hay un espacio etiquetado?													
	8	¿Hay un espacio etiquetado?	¿Hay un espacio etiquetado?													
SUMA												0	0	0	0	0
TOTAL												0	0	0	0	0
SEPARAR, ORGANIZAR Y MARCAR DE MANERA DE FACILITAR LA BÚSQUEDA																
LIMPIEZA TERCER PILAR	9	¿Hay un espacio etiquetado?	¿Hay un espacio etiquetado?													
	10	¿Hay un espacio etiquetado?	¿Hay un espacio etiquetado?													
	11	¿Hay un espacio etiquetado?	¿Hay un espacio etiquetado?													
SUMA												0	0	0	0	0
TOTAL												0	0	0	0	0
CONSERVAR Y MANTENER LOS TIEMPOS DE BÚSQUEDA ACORTADOS																
LIMPIEZA REFORMULADO A CUARTO PILAR	12	¿Hay un espacio etiquetado?	¿Hay un espacio etiquetado?													
	14	¿Hay un espacio etiquetado?	¿Hay un espacio etiquetado?													
	15	¿Hay un espacio etiquetado?	¿Hay un espacio etiquetado?													
SUMA												0	0	0	0	0
TOTAL												0	0	0	0	0
SEPARAR Y ORGANIZAR																
SECO PILAR QUINTO PILAR	17	¿Hay un espacio etiquetado?	¿Hay un espacio etiquetado?													
	18	¿Hay un espacio etiquetado?	¿Hay un espacio etiquetado?													
	20	¿Hay un espacio etiquetado?	¿Hay un espacio etiquetado?													
SUMA												0	0	0	0	0
TOTAL												0	0	0	0	0
TOTAL: HOJA PUNTAJACIÓN DE SUMA TOTAL 5 PILARES												0	0	0	0	0

Fig. 8 Tabla 5S reformada (estructura)

Esta tabla ha significado un gran avance en el mejoramiento de los procesos que se realizan dentro de este almacén, ya que involucra una retroalimentación constante y donde la meta mes a mes es que el puntaje arrojado por dicha tabla aumente o permanezca constante. Esto obliga a los operarios a mantener todo el área ordenada y aseada, pero también a buscar maneras de mejorar y de buscar que ellos adquieran una verdadera cultura 5S.

La calificación de esta tabla inicialmente se hace mensual, pero pasa a hacerse trimestral, para poder notar cambios; el protocolo de calificación involucra a dos

estudiantes y dos operarios, que revisan punto por punto y dan el puntaje. El personal se encarga de revisar y buscar para la próxima reunión mejorar. Se ha llegado al punto donde la primera calificación estaba cerca de 69, y ahora alcanza cifras por encima de 85.

Finalmente, los estudiantes construyen un manual donde se explica cómo manejar la tabla, cada cuanto y de qué manera llenarla, y toda aquella información relevante para realizar dicha tarea. Este manual a pesar de no estar publicado aún busca que todos los operarios, profesores, encargados y estudiantes tengan acceso a él.

VI. EXPERIENCIAS REPORTADAS POR LOS ESTUDIANTES Y EL PERSONAL

Las experiencias obtenidas por los estudiantes que de alguna u otra manera han participado en el proyecto, serán de gran valor a la hora de salir al mundo laboral e implementarlos. Las técnicas de mejora continua suelen ser complicadas de implementar si no se ha tenido la experiencia necesaria con ellas, este tipo de espacios acercan de una manera muy cercana a situaciones de cotidianidad en empresas. Los estudiantes en todo el transcurso del proyecto expresaron su satisfacción, tanto por aplicar sus conocimientos, como por el recibimiento del personal que allí labora.

Por su parte el personal de los espacios donde se realizó el proyecto, mostraron en todo el desarrollo del mismo, gran satisfacción al ver cómo los estudiantes también mostraron interés por estas áreas, y que al fin y al cabo todo lo que se fuese a realizar no pretendía incomodarlos, pero por el contrario ayudarlos en sus labores, reduciendo tiempos, riesgos y mejorando visualmente el área de trabajo.

Cabe finalmente resaltar la excelente relación personal - estudiante - profesor que se creó en el transcurso de dicho proyecto, que enriqueció los resultados obtenidos y que mejoró, según los estudiantes, su capacidad para relacionarse y desenvolverse ante diferentes personalidades.

VII. CONCLUSIONES

Los aportes dados por los estudiantes lograron un importante impacto en las áreas trabajadas, como lo es el aprovechamiento de espacio logrado en el laboratorio de electrotecnia donde un espacio aproximado de 5,6 m² que corresponden a un valor mensual de 731.640.00 COP, se pudo disponer de mejor manera mediante la disposición de cajones para almacenar herramientas y objetos afines a las labores realizadas en el laboratorio. Otro impacto importante es el ahorro de tiempo en la búsqueda de herramientas en el almacén que se redujo aproximadamente en un 82%.

La posibilidad de los estudiantes para poder dar aplicación a sus conocimientos enriquece su aprendizaje y favorece su desarrollo como profesional, lo que igualmente les da experiencia de trabajo y fomenta sus capacidades de trabajo en equipo, motivación por sus estudios y capacidades para desenvolverse en ámbitos laborales.

Es muy beneficioso la búsqueda de estos espacios en los que el estudiante aplique los saberes adquiridos en sus estudios, ya que los resultados benefician tanto al estudiante como a la entidad o persona que esté dándoles la oportunidad de aplicar esos conocimientos.

La aplicación de esta metodología en un área de trabajo, tiene gran impacto reflejado especialmente en la mejora de la productividad del área trabajada y en el

bienestar y motivación de las personas que allí laboran.

VIII. TRABAJOS FUTUROS

Como propuesta de continuación del trabajo se pretende implementar esta técnica en otros espacios de la universidad, tanto del mismo bloque como de otros, con la intención de seguir mejorando los procesos y la calidad de los mismos. Llevando así estos espacios a unos estándares altos de orden, organización, limpieza y cultura.

De igual forma los espacios que ya han sido impactados tanto en esta fase, como en fases previas del proyecto, se monitorean constantemente con la ayuda de la Tabla 5S reformada; para evitar perder el trabajo realizado, verificar que si exista una cultura de 5S y buscar que esta perdure en el tiempo.

IX. REFERENCIAS

[1] F. Santoyo Telles, D. Murguía Pérez, A. López-Espinoza y E. Santoyo Telles, «Comportamiento y organización. Implementación del sistema de gestión de la calidad 5S» Diversitas, 2013.

[2] M. Imai, Gemba Kaizen: Cómo implementar el Kaizen el sitio de trabajo (Gemba), Bogotá: Mc Graw Hill, 1998.

[3] C. A. Guachisaca Guerrero y M. B. Salazar Rodríguez, «Implementación de 5S como una metodología de mejora en una empresa de elaboración de pinturas» 2009. [En línea]. Disponible: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/13458/3/Implementaci%C3%B3n%20de%205S.pdf>.

[4] R. Sánchez, «Metodología de las 5S Mayor Productividad Mejor Lugar de

Trabajo» [En línea]. Disponible: <http://www.euskalit.net/pdf/folleto2.pdf>

[5] M. A. Rodríguez Betancur, «Acercamiento de los estudiantes a problemas empresariales a través de semilleros de investigación: experiencia aplicación de 5s» LACCEI 2015

[6] R. J. Altamirano Baño y M. A. Moreno Narváez, «Aplicación de la metodología japonesa de calidad 5S para optimizar las operaciones en el laboratorio de mecánica de patio de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE» Latacunga 2013

[7] L. W. Escalante Segura, «Aplicación de Técnicas de Producción Esbelta en una Planta de Manufactura de Morteros y Aditivos para la Construcción» Revista Tecnológica ESPOL 2015

X. AGRADECIMIENTOS

Gracias a Juan Gregorio Arrieta Posada, Magíster en Ingeniería (jarrieta@eafit.edu.co) y a Guillermo León Carmona González, Magíster en Ingeniería (gcarmona@eafit.edu.co); docentes de tiempo completo en la Universidad EAFIT - Medellín, por su apoyo en el transcurso del proyecto, ofreciendo su experiencia para el correcto desarrollo del mismo.