

Gerencia de mantenimiento, metrología y producción más limpia en equipos y dispositivos médicos en instituciones de salud de Medellín, Colombia

Maintenance management, metrology and cleaner production in medical equipment and devices in health institutions of Medellin, Colombia

GARCÍA, Wilton U. [1](#); OROZCO, William [2](#); NARVAEZ, José G. [3](#); PALACIO, José A. [4](#)

Recibido: 12/06/2017 • Aprobado: 12/07/2017

Contenido

[1. Introducción](#)

[2. Metodología](#)

[3. Resultados](#)

[4. Conclusiones](#)

[Agradecimientos](#)

[Referencias bibliográficas](#)

RESUMEN:

El Instituto Tecnológico Metropolitano y la Institución Universitaria Pascual Bravo de Medellín Colombia, desde el año 2013, buscan determinar el estado de la gerencia del mantenimiento en el servicio de urgencias de instituciones de salud de tercer y cuarto nivel. Como resultado se ha encontrado en los dos hospitales analizados, un cumplimiento superior al 85% en procesos de gerencia del mantenimiento y metrología.

Palabras clave Gerencia, Mantenimiento, Producción Limpia, metrología

ABSTRACT:

The Metropolitan Technological Institute and the Pascual Bravo University Institution of Medellin Colombia, since 2013, seek to determine the state of maintenance management in the emergency department of third and fourth level health institutions. As a result, it has been found in the two hospitals analyzed, a compliance of more than 85% in maintenance management and metrology processes.

Keywords Management, Maintenance, Clean Production, metrology

1. Introducción

La Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), adoptó como definición de producción más limpia "La aplicación continua de una estrategia preventiva

integrada para procesos, productos y servicios, para incrementar la eficiencia y reducir riesgos a humanos y al medio ambiente” (Luken et al., 2016). Además, con la implementación de la producción más limpia se encuentran diferentes beneficios en ahorro y ganancias, para las empresas que lo implementan (Dodíc et al., 2010). Es por esto que se hace necesario que las empresas prestadoras de servicios de salud apliquen este tipo de estrategias para mejorar la calidad de sus servicios y disminuir los impactos negativos a nivel ambiental.

En la literatura se reportan algunos trabajos en los cuales se han evaluado procesos de producción más limpia como el presentado en (Oliveira et al., 2010), en el cual se da a conocer el caso de estudio de una empresa de manufactura automotriz en el país de Brazil, en la cual mediante la implementación de diferentes estrategias de producción más limpia, se buscaba mejorar los procesos de manufactura. En este trabajo se logró demostrar que la implementación de diferentes estrategias traen consigo beneficios sociales y económicos. Además, de reducir la exposición del personal a materiales peligrosos y obtener beneficios económicos de US\$3.5 millones para la compañía. En el trabajo presentado en (Verma and Sangle, 2016), se expone la evaluación de estrategias de producción más limpia en diferentes sectores industriales de la India. Se logró evidenciar que mediante la implementación de programas bajo el enfoque de producción más limpia se podían obtener ventajas competitivas frente a otras estrategias de producción. Por otra parte (Castillo et al., 2015), presentan un estudio realizado en el sector Pisco en la región de Coquimbo en Chile, con el objetivo de determinar el impacto de la producción más limpia entre los años 2006 y 2011, encontrando que mediante la implementación de este tipo de estrategias se podían reducir costos por el uso eficiente de sus recursos. Además se pueden encontrar trabajos en salud (Unnikrishnan and Hegde, 2006; Smith et al., 2016), sector textil (Ortolano et al., 2014), industria farmacéutica (Boltic et al., 2013) entre otros (Ibrahim et al., 2015; Siaminwe et al., 2005).

Con base en lo planteado anteriormente se hace también necesario realizar este tipo de estudios en el sector salud en la Ciudad de Medellín-Colombia, por esto, desde el 2013 se viene realizando por parte del Instituto Tecnológico Metropolitano-ITM, la Institución Universitaria Pascual Bravo en convenio con la Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (ACODAL), Gerencia y Servicios Ambientales S.A.S, la aseguradora de riesgos profesionales Colmena, un nuevo estudio acerca del estado de la gerencia del mantenimiento en servicios de urgencias en clínicas y hospitales en el contexto del proyecto de investigación de producción más limpia, con el objetivo de determinar su evolución y su aporte desde el modelo de la producción más limpia en las unidades de servicios de salud en los niveles III y IV.

En este trabajo se presenta la evaluación de la gerencia del mantenimiento y su integración con la metrología en equipos y dispositivos médicos utilizados en el servicio de urgencias en dos hospitales de nivel III, con el objetivo de determinar su contribución a la disminución de los impactos negativos que se generan ambientalmente en los departamentos de ingeniería biomédica de dichas instituciones.

Además muestra que la integración de las actividades de calibración como parte del proceso de mantenimiento, minimiza los riesgos asociados a las fallas de los equipos y dispositivos médicos, lo cual mejoraría el ciclo de vida de éstos (Orozco, 2008).

2. Metodología

Para la recolección de la información, se estableció una metodología basada en una lista de chequeo y visitas a las instituciones de salud, con el fin de obtener una valoración cuantitativa y cualitativa de la gerencia del mantenimiento y su articulación con la metrología de los equipos y dispositivos médicos usados en el área de urgencias. La metodología propuesta está basada en la guía sectorial de producción más limpia en salud, establecida mediante el modelo de las Organizaciones de las Naciones Unidas para el desarrollo Industrial (ONUDI). El modelo propuesto se fundamenta en cinco ítems principales: Planificación del mantenimiento, ejecución del mantenimiento, metrología, gerencia del mantenimiento, inspección y vigilancia.

Planificación del mantenimiento: determinación de los tipos de mantenimiento que son

implementados para la planificación del mantenimiento de los equipos y dispositivos médicos. Además de determinar cada cuanto se capacita al personal técnico de ingeniería y al personal de asistencia médica.

Ejecución del mantenimiento: se busca verificar la trazabilidad de los protocolos documentados, con los que cuenta la entidad para el mantenimiento de los equipos y dispositivos médicos.

Metrología: se busca verificar la articulación entre la metrología de los equipos y la gerencia de mantenimiento, con base a 19 características o atributos según las normas NTC-ISO 9001, NTC-ISO10012, GTC63.

Gerencia del mantenimiento: se verifica que el personal encargado de realizar el mantenimiento de los equipos y dispositivos médicos tenga la capacitación adecuada para la realización de cada una de sus funciones. También, determinar si se cuenta con planes presupuestales destinados al mantenimiento, reposición y actualización de los equipos.

Inspección y vigilancia: se realiza la revisión del sistema de indicadores para la evaluación de las metas propuestas en el departamento de ingeniería biomédica, además de registrar si la institución cuenta con planes de habilitación, certificación y acreditación.

La primera fase de la metodología se basa en la aplicación de la lista de chequeo y una serie de preguntas técnicas al personal profesional encargado del departamento de ingeniería de las entidades participantes, mediante las cuales se busca recolectar información relacionada con la cantidad de equipos con los que cuenta los servicios de urgencias, antigüedad de los mismos, cuáles son los equipos que presentan mayor incidencia de fallas, trazabilidad de los equipos en la institución, que personal administrativo y técnico se encarga de trabajar con los equipos.

Posteriormente se realizan visitas guiadas al área de urgencias, donde se busca comprobar la información brindada por el personal técnico, revisar el estado de los equipos, evidenciar que se cumplan las reglamentaciones establecidas por las entidades reguladoras Colombianas para el manejo de los equipos y dispositivos médicos. Como ejercicio adicional, se selecciona de manera aleatoria información de algunos equipos para asegurar que la información plasmada en los equipos es la misma que estaba almacenada en el sistema de información y de gerencia del mantenimiento de cada entidad, para determinar la veracidad de dicha información.

El último procedimiento que se realiza es el análisis de la información hallada, mediante la valoración cualitativa y cuantitativa establecida en la tabla 1 y la lista de chequeo de la tabla 2, con el fin de determinar las principales fortalezas del departamento de ingeniería de cada hospital, sus debilidades y procesos que se deben mejorar en cada uno de los ítems evaluados.

Tabla 1
Valoración cualitativa y porcentual para cada área evaluada

(pts)	Valoración	
	Cualitativa	Porcentual (%)
1	No se tiene no se cumple	0
2	Insuficiente	0 a 30
3	Aceptable	31 a 50
4	Bueno	51 a 70
5	Muy bueno	71 a 90
6	Excelente	91 a 100

Tabla 2

Lista de chequeo para el mantenimiento.
Donde **C**: cumple, **N.C**: no cumple, **C.P**: cumple parcialmente

Listado de Verificación					
(pts)	Paramétros	C	N.C	N.P	Observaciones
1	Mantenimiento de los equipos biomédicos utilizados en urgencias				
2	Metrología y gestión de mantenimiento en los equipos biomédicos del área de urgencias				

Fuente: Elaboración propia.

3. Resultados

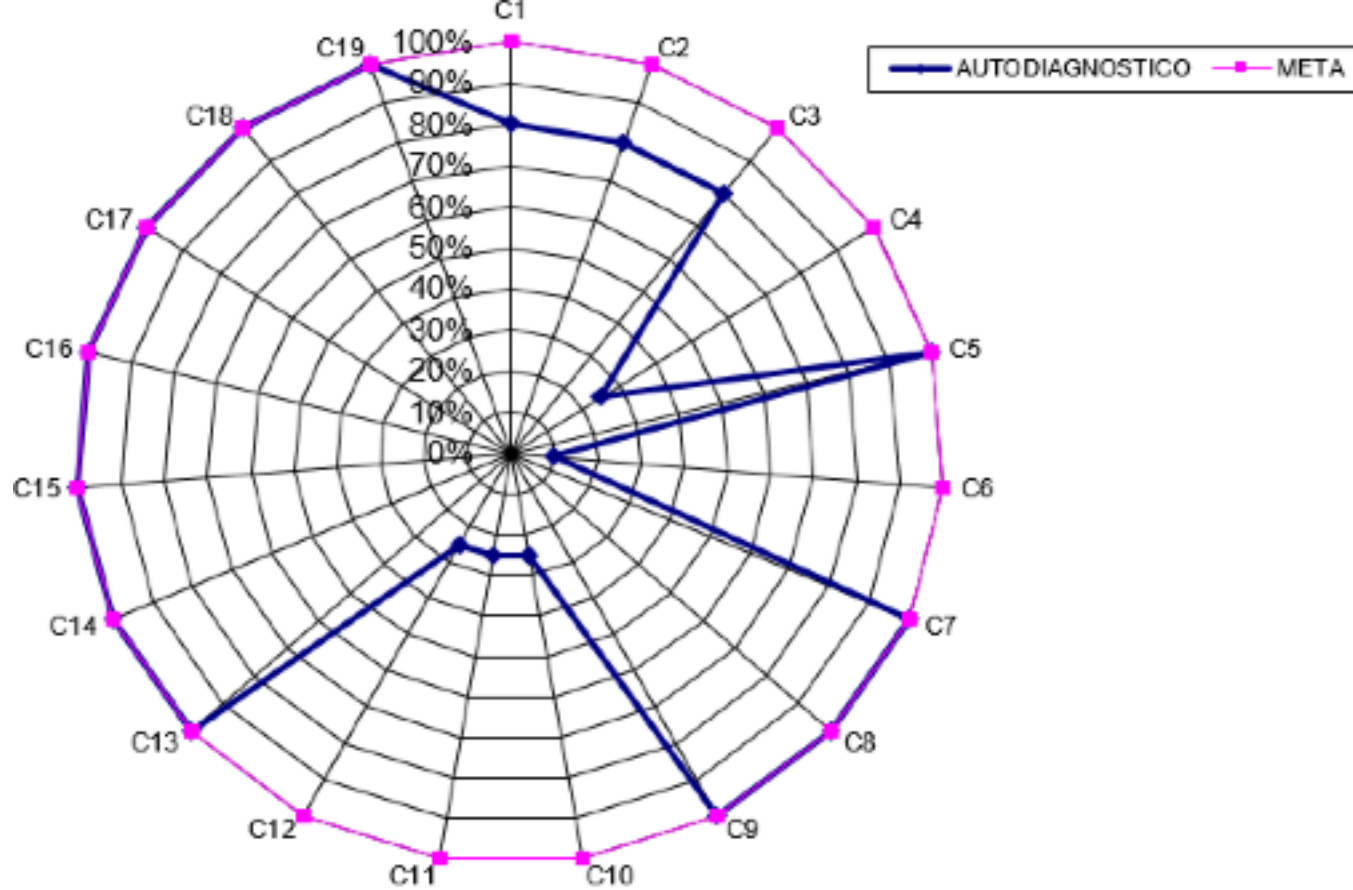
Al realizar el análisis de la información suministrada por el personal profesional de ingeniería y la verificación visual en campo de los equipos de urgencia, de acuerdo con la metodología planteada se determina el estado en el que se encuentra la gerencia del mantenimiento de los equipos y dispositivos médicos y su articulación con la metrología de los mismos. Con base en esta información se presentan los resultados obtenidos en dos instituciones de nivel III del área Metropolitana de la ciudad de Medellín Colombia, que según la resolución número 5261 de 1994, son hospitales que presentan servicios de alta complejidad.

En el hospital 1 se encontró que tienen un cumplimiento de 86% en la gerencia del mantenimiento, y un cumplimiento en la metrología del 92%. Por otra parte, en el hospital 2 se encontró un 92% de cumplimiento para la gerencia del mantenimiento y un cumplimiento en la metrología de 100%. Las falencias en el cumplimiento de la gerencia del mantenimiento por parte de las 2 instituciones se ven principalmente reflejada en la no implementación de programas de mantenimiento basados en el Mantenimiento Productivo Total y Mantenimiento basado en Confiabilidad. Aunque en la metrología ambas entidades obtuvieron una valoración alta teniendo en cuenta lo estipulado en la Tabla 1, se evidencia que la entidad 2 presenta un mejor desempeño en el área metrológica.

Los resultados de la metrología de las instituciones de salud analizadas en cuanto a los equipos y dispositivos médicos se realiza con base a 19 características o atributos, teniendo como referencias las normas NTC-ISO 9001, NTC-ISO10012, GTC63, y que finalmente muestran la comparación entre el autodiagnóstico realizado por la entidad y la meta, con base a las normas mencionadas anteriormente.

Figura 1

Diagrama Radar de la caracterización de la Gestión Metrológica en las instituciones analizadas.



Fuente: (R.B. Andrés F et al., 2015)

La figura 1 muestra el autodiagnóstico realizado por los Hospitales, este resultado no significa que el proceso como lo posee implementado el Hospital no se encuentre bien, sino que es un punto de partida para la implementación de planes de mejoramiento para alcanzar altos estándares de aplicación según los requisitos establecidos en normas orientadas a la gestión de las mediciones y al aseguramiento en el control metrológico, y aportar en los momentos de análisis para realizar planes de mejoramiento más objetivos basados en estándares internacionales y nacionales.

3.1. Discusión

En el año 2006 en la ciudad de Medellín-Colombia se inició el clúster de la salud, el cual cuenta con empresas e instituciones especializadas y complementarias en la actividad de medicina, odontología, educación, producción y comercialización de insumos hospitalarios entre otros. Esto hizo necesario que los gobiernos desarrollen estrategias para crear condiciones para que las empresas de diferentes sectores económicos de producción y prestadoras de servicios adopten sistemas de producción más limpia.

Con la implementación de la metodología presentada en este trabajo en instituciones de nivel III y IV de la ciudad de Medellín-Colombia, se pretende mostrar como las instituciones evaluadas a través de la implementación de buenas prácticas de la gerencia de mantenimiento de los equipos y dispositivos médicos y su articulación con la metrología biomédica, contribuyen a la producción más limpia. Esto se logra mediante la adopción de mantenimientos preventivos y predictivos, lo cual disminuye la realización de mantenimientos correctivos no programados (Orozco, 2007), contar con personal calificado, planificación de mantenimientos de acuerdo a los estándares internacionales, que el personal que opera los equipos este bien entrenado y capacitado (Orozco et al., 2015).

Este trabajo tiene un enfoque especial en la resolución 1441 de 2013 del Ministerio de Salud y Protección Social, por medio del cual se definen los procedimientos y condiciones que deben cumplir los Prestadores de Servicios de Salud para habilitar los servicios y se dictan otras disposiciones (Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, 2013). Con esto se logró evidenciar que ambas instituciones cumplen con los requisitos mínimos establecidos para prestar servicios en el área de urgencias.

La gerencia de mantenimiento permite la optimización de herramientas existentes, así como el tiempo de ejecución de las labores realizadas por los operarios, lo cual permite garantizar que los diferentes equipos de ayuda médica reciban los mantenimientos necesarios en el momento indicado (Vásquez and Pérez, 2011), lo anterior permite el mejoramiento del rendimiento de los equipos y dispositivos médicos lo que conllevará a un incremento en el nivel de calidad de la prestación del servicio de salud (Orozco and Cortés, 2013).

Es importante resaltar que las implicaciones gerenciales y de normatividad vigentes de las instituciones de diferentes niveles de prestación de servicios de salud en Colombia, necesitan tomar conciencia acerca de la importancia que tiene desarrollar estrategias que posibiliten supervisar las actividades realizadas en los departamentos de ingeniería tanto de personal interno como de servicios prestados por empresas externas.

Se espera que los resultados de la metrología y gestión de mantenimiento sean utilizados como aporte esencial de autodiagnóstico para el hospital, con una metodología de caracterización, teniendo como base normas internacionales y nacionales para la implantación de sistemas de gestión de las mediciones, y que en este caso serán aplicadas a entidades prestadoras de los servicios de salud.

4. Conclusiones

Se presenta una metodología para la evaluación de la gerencia del mantenimiento y su articulación con la metrología en el marco de la producción más limpia, con base en los equipos y dispositivos médicos de alta, media y baja complejidad, usados en el servicio de urgencias de ambas instituciones. Los resultados obtenidos en este estudio permitieron la identificación de las fortalezas y debilidades de las entidades intervenidas, siendo esto útil para que las instituciones realicen procesos de mejoramiento y fortalecimiento.

El personal de ingeniería manifiesta que la mayoría de incidentes ocurridos con los equipos y dispositivos médicos se debe a la mala operación de los mismos, que puede ser quizás por el alto estrés que se maneja en los servicios de urgencias o por la falta de capacitación en el uso de los equipos adecuado del personal médico.

La integración de las actividades de metrología, de gestión de mantenimiento de equipos y dispositivos médicos, permitiría el cumplimiento ideal de los requisitos normativos y ofrecería un mejor rendimiento de las tecnologías en el área clínica, además de una atención más rápida y adecuada de los servicios requeridos, ahorrando tiempos muertos (equipos sin usar) de los equipos.

Cabe resaltar que las instituciones de educación superior tienen la responsabilidad de formar profesionales de acuerdo a las necesidades que presente el mercado, además de que se deben realizar convenios donde se unan el área académica y el área industrial tanto público como privado, para que haya una respuesta acelerada a las necesidades que se presentan en el sector de la salud.

En las instituciones intervenidas se evidencia que implementan adecuados sistemas de gerencia mantenimiento y control metrológico de los equipos y dispositivos médicos que son usados en los servicios de urgencias, permitiendo un uso racional de los repuestos, insumos y demás elementos usados en las diferentes actividades de reparación y mantenimiento. Así, se reducen las diferentes emisiones contaminantes generadas mediante dichas acciones, evidenciando que las instituciones realizan procedimientos convenientes de producción más limpia en el entorno de los servicios de salud.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo a:

Instituto Tecnológico Metropolitano

Referencias bibliográficas

- Boltic, Z., Ruzic, N., Jovanovic, Savic., Jovanovic, M., and Petrovic, S. (2013). Cleaner production aspects of tablet coating process in pharmaceutical industry: Problem of VOCs emission, *Journal of Cleaner Production*, 44, 123–132.
- Castillo-Vergara, M., Alvarez-Marin, A., Carvajal-Cortes, S., and Salinas-Flores, S. (2015). Implementation of a Cleaner Production Agreement and impact analysis in the grape brandy (pisco) industry in Chile, *Journal of Cleaner Production*, 96, 110–117.
- Dodic, S., Vucurovic, D., Popov, S., Dodic, J., and Zavargo, Z. (2010). Concept of cleaner production in Vojvodina, *Renew. Sustain. Energy Rev*, 14, 1629–1634.
- Duan, N., Dan, Z., Wang, F., Pan, C., Zhou, C., and Jiang, L. (2011). Electrolytic manganese metal industry experience based China's new model for cleaner production promotion, *Journal of Cleaner Production*, 19, 2082–2087.
- Hicks, C., and Dietmar, R. (2007). Improving cleaner production through the application of environmental management tools in China, *Journal of Cleaner Production*, 15, 395–408.
- Ibrahim, N., Khalil, H., and Eid, B. (2015). A cleaner production of ultra-violet shielding wool prints, *Journal of Cleaner Production*, 92, 187–195.
- ICONTEC. (1999). GTC63. Principios de aseguramiento del control metrológico.
- ICONTEC. (2003). NTC-ISO 10012. Sistema de gestión de la medición. Requisitos para los procesos de medición y los equipos de medición.
- ICONTEC. (2008). NTC-ISO 9001. Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos
- Luken, R., Van, R., Leuenberger, H., and Schwager, P.A. (2016). 20-year retrospective of the National Cleaner Production Centres programme, *Journal of Cleaner Production*, 112, 1165–1174.
- Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia. (2013). RESOLUCIÓN 1441
- Oliveira, G., Vendrametto, O., Naas, I., Palmeri, N., and Lucato, W. (2016). Environmental impact reduction as a result of Cleaner Production implementation: A case study in the truck industry, *Journal of Cleaner Production*, 129, 681–692.
- Orozco, W. (2007). Tendencias actuales de la gestión de mantenimiento hospitalaria e industrial. Medellín: ITM; p. 239.
- Orozco W, Cardona E. (2008). Cartilla técnica del desfibrilador. Medellín: ITM.
- Orozco, W., and Cortés, F. (2013). "Caracterización de la gerencia del mantenimiento de equipo biomédico en servicios de urgencia de clínicas y hospitales de Medellín en el período 2008-2009, *Revista. Ciencias la Salud*, 11, 35–44.
- Orozco, W., Galvis, L., and Cano, D. (2015). Maintenance Management in Biomedical Equipments in the Context of the Research Project Cleaner Production in the Health Cluster of Medellín, Colombia. *Revista Ingeniería Biomédica*, 9, 15-19.
- Ortolano, L., Sanchez-Triana, E., Afzal, J., Ali, C., and Rebellón, S. (2014). Cleaner production in Pakistan's leather and textile sectors. *Journal of Cleaner Production*. 68, 121–129.
- R.B. Andrés F., M.G. Jhon., N. B. Gonzalo. (2015). Caracterización de la Gestión Metrológica en entidades prestadoras del servicio de salud. *Revista Ingeniería Biomédica*, 9, 57-64.
- Siaminwe, L., Chinsembu, K., and Syakalima, M. (2005). Policy and operational constraints for the implementation of cleaner production in Zambia, *Journal of Cleaner Production*, 13, 1037–1047.

Smith, N., Ali S., Bofinger, C., and Collins N. (2016). Human Health and Safety in Artisanal and Small-Scale Mining: An Integrated Approach to Risk Mitigation, *Journal of Cleaner Production*.

Unnikrishnan, S., and Hegde, D. S. (2006). "An analysis of cleaner production and its impact on health hazards in the workplace," *Environ. Int.*, 32, 87–94.

Vásquez, C., and Pérez, M. (2011). Guide for the implementation of the National Techno-surveillance Program at the Medellín General Hospital, *Revista Ingeniería Biomédica*, 5, 60–78.

Verma, K., and Sangle, S. (2016). Strategy to derive benefits of radical cleaner production, products and technologies: a study of Indian firms, *Journal of Cleaner Production*, 126, 236–247.

1. Dpto. de Ciencias Exactas y Aplicadas. Instituto Tecnológico Metropolitano. willtongarcia1971@correo.itm.edu.co

2. Dpto. de Eléctrica y afines. Institución Universitaria Pascual Bravo. william.orozco@pascualbravo.edu.co

3. Dpto. de Ciencias Exactas y Aplicadas. Instituto Tecnológico Metropolitano. gonzalonarvaez@itm.edu.co

4. Dpto. de Electrónica. Institución Universitaria Pascual Bravo. josealpa@pascualbravo.edu.co

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015

Vol. 38 (Nº 52) Año 2017

[Index]

[En caso de encontrar un error en esta página notificar a [webmaster](#)]

©2017. revistaESPACIOS.com • ®Derechos Reservados