



Plan de mantenimiento anticorrosivo para infraestructuras deportivas expuestas a la oxidación en la costa ecuatoriana

Anticorrosive maintenance plan for sports infrastructures exposed to oxidation on the Ecuadorian coast

Plano de manutenção anticorrosiva para infraestruturas desportivas expostas à oxidação na costa equatoriana

Freddy Edberto Zambrano-Vera ^I
frezamv@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-6960-36710>

Correspondencia: frezamv@hotmail.com

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 23 de agosto de 2022 * **Aceptado:** 12 de septiembre de 2022 * **Publicado:** 01 de octubre de 2022

I. Ingeniero Civil, Ecuador.

Resumen

La corrosión (comprendido como el deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno) es el factor preponderante en el envejecimiento de los activos y se hace patente con solo mirar a nuestro alrededor y observando que está presente en todas las ramas de la industria, con fabulosas pérdidas de dinero y en algunos casos afectando la vida de las personas. La corrosión es una enorme carga financiera e invertir en el control adecuado de su prevención puede ayudar a ahorrar miles de millones de dólares a largo plazo. Los problemas de durabilidad han afectado diversos tipos de estructuras, maquinaria y equipos, tal como los es la infraestructura deportiva las cuales una vez que se presentan dejan de ser funcionales y pueden poner en riesgo la vida de quienes la utilizan. Es necesario, controlar estos procesos degradativos para mantener inalteradas las características de los componentes el mayor tiempo posible. El método más popular de protección pasiva contra la corrosión en la práctica es la aplicación de recubrimientos de alta eficiencia para separar el material a proteger del ambiente corrosivo. La preparación de la superficie antes del recubrimiento es una operación fundamental ya que influye fuertemente en la adhesión de los recubrimientos, que debe ser apropiada para los nuevos recubrimientos.

Palabras clave: Corrosión; Oxidación; Mantenimiento.

Abstract

Corrosion (understood as the deterioration of a material as a result of an electrochemical attack by its environment) is the preponderant factor in the aging of assets and it becomes evident just by looking around us and observing that it is present in all branches of the industry, with fabulous losses of money and in some cases affecting people's lives. Corrosion is a huge financial burden and investing in proper control of its prevention can help save billions of dollars in the long run. Durability problems have affected various types of structures, machinery and equipment, such as sports infrastructure, which once they occur, cease to be functional and can put the lives of those who use them at risk. It is necessary to control these degradation processes to keep the characteristics of the components unchanged for as long as possible. The most popular method of passive corrosion protection in practice is the application of high efficiency coatings to separate

the material to be protected from the corrosive environment. Surface preparation prior to coating is a fundamental operation as it strongly influences the adhesion of coatings, which must be appropriate for new coatings.

Keywords: Corrosion; Oxidation; Maintenance.

Resumo

A corrosão (entendida como a deterioração de um material em decorrência de um ataque eletroquímico do seu ambiente) é o fator preponderante no envelhecimento dos ativos e fica evidente só de olhar ao nosso redor e observar que está presente em todos os ramos da indústria, com perdas de dinheiro fabulosas e em alguns casos afetando a vida das pessoas. A corrosão é um grande encargo financeiro e investir no controle adequado de sua prevenção pode ajudar a economizar bilhões de dólares a longo prazo. Os problemas de durabilidade têm afetado diversos tipos de estruturas, máquinas e equipamentos, como as infraestruturas esportivas, que uma vez ocorridos, deixam de funcionar e podem colocar em risco a vida de quem os utiliza. É necessário controlar esses processos de degradação para manter as características dos componentes inalteradas pelo maior tempo possível. O método mais popular de proteção passiva contra corrosão na prática é a aplicação de revestimentos de alta eficiência para separar o material a ser protegido do ambiente corrosivo. A preparação da superfície antes do revestimento é uma operação fundamental, pois influencia fortemente a adesão dos revestimentos, que deve ser adequada para novos revestimentos.

Palavras-chave: Corrosão; Oxidação; Manutenção.

Introducción

Para llevar a cabo el buen mantenimiento de una instalación deportiva es recomendable realizar una planificación, y plasmarla en un documento que tenga en cuenta las características específicas de cada material o equipo y las propias específicas de la instalación deportiva donde están ubicados (edificio, climatología, modelo de gestión, etc.) Este documento que analice y planifique el mantenimiento será el Plan de Mantenimiento (Castillo, 2011).

En la fase de elaboración y redacción, primero se deberá conocer la instalación, identificando los elementos que la componen y sus características tanto intrínsecas, como en relación a su entorno, como son la climatología, la gestión, el edificio, etc., que también influyen en su mantenimiento.

Una vez identificados los componentes de la instalación deportiva, se deberán establecer las operaciones de mantenimiento de cada material, equipo o instalación, con su descripción y metodología de actuación, su frecuencia y los recursos materiales y humanos necesarios. La descripción, frecuencia y recursos de cada una de estas operaciones se puede sintetizar en unas fichas de mantenimiento de fácil comprensión, que hacen práctico su uso cotidiano e incluso su seguimiento y control. Las operaciones que se deben tener en cuenta en el Plan de Mantenimiento, deben contemplar todas las facetas del mantenimiento (Olivares,2015)

El mantenimiento preventivo, que son aquellas operaciones de mantenimiento enfocadas a prevenir un deterioro o una merma en las características del material, equipo o instalación intervenida en el tiempo. Dentro de él se engloban también el mantenimiento técnico-legal (que es aquel que obligatoriamente hay que realizar por la prescripción de normativas de obligado cumplimiento), y la limpieza (fase muy importante, ya que interviene y afecta a aspectos tan relevantes como la salubridad, la conservación de materiales, y la propia estética de la instalación, que es uno de los aspectos que más valoran los usuarios) (Quintana, 2004).

El mantenimiento correctivo, que son aquellas operaciones de mantenimiento consistentes en la reparación o reposición de un daño o merma de alguna de las características de un material, equipo o instalación, que ya se ha producido (Camacho, 2009).

Además, se deben identificar los recursos materiales y humanos y los productos de los que se dispone, ajustándolos a las demandas establecidas en las operaciones de mantenimiento. Se deberá formar al personal para que conozca bien los elementos sobre los que se va a actuar, la propia instalación y los procedimientos de actuación de mantenimiento. Por último, el Plan de Mantenimiento debe valorar los costes que van a acarrear las operaciones de mantenimiento para que se tengan en cuenta en los gastos generales de la instalación, y no sea un gasto añadido que sea susceptible de entrar en recortes presupuestarios (Solis, 2011)

Desarrollo

El término mantenimiento, según la Real Academia Española (2017), se refiere al conjunto de procedimientos, operaciones y cuidados necesarios para que las instalaciones u edificios puedan seguir funcionando adecuadamente, esto para darle mayor durabilidad. El mantenimiento de una estructura es tan importante como la propia construcción del inmueble, ya que de nada vale tener un nuevo proyecto recién terminado con materiales y procesos constructivos de alta calidad,

creado para soportar una vida de hasta 50 años, si no se cuenta con la planificación para sobrellevar ese tiempo y asegurar tanto el funcionamiento estructural como el servicio.

Es por esta razón que muchos autores hacen referencia a este concepto y de su importancia, ya que no solamente afecta la perspectiva y confort de las personas, sino que un mal desarrollo de esta práctica trae consecuencias económicas e, incluso, estructurales en los proyectos, por lo que según Arencibia (2008), el mantenimiento no es más que: Trabajos que deben realizarse de forma cíclica para la atención de quipos y de los elementos componentes de las construcciones con el fin de subsanar sus deficiencias y mantener de manera eficaz los servicios que brinden con énfasis especial de aquellas partes que por su uso continuado o por su ubicación se encuentran más expuestos al deterioro (Arencibia, 2008, p. 3).

Por esta razón es que se deben invertir recursos, tanto económicos como humanos, en atender las estructuras. Una de las principales etapas del ciclo de vida de una estructura es el mantenimiento, desde su concepción durante el diseño y ejecución debe considerarse su relevancia en la escogencia de materiales, la calidad de estos y la función dentro del inmueble. Como cualquier otro producto, una estructura se deteriora con el tiempo y pierde su valor(Albán,2017).

Por lo que un mantenimiento adecuado sobre un inmueble garantiza una prolongación de su vida útil, o bien, un avance lento del deterioro, convirtiéndose en una actividad que todos los que hagan uso de la estructura deben realizar y de una forma rutinaria. Las características y reparaciones dependerán estrictamente de la tipología constructiva, época y materiales que se emplearon para su construcción (Ángel,. Olaya,2014)..

El proceso de deterioro, se relaciona con la interacción de la estructura con el entorno, ya que estas se ven degradadas por elementos ambientales como cambios térmicos, luz solar, humedad, lluvia y, en términos generales, por su uso, además de los factores biológicos y químicos que contribuyen. El nivel adecuado de mantenimiento dependerá de varias consideraciones: el tipo de estructura, el tamaño de la misma, la antigüedad del inmueble y la zona donde está ubicada, entre otros aspectos (Enriquez & Márquez., 2019).

Actualmente, existen muchas formas de clasificar el mantenimiento, por ejemplo, dependiendo del tipo de proyecto o el momento en el que se realiza. Esta última resulta donde se elige la forma de mantenimiento según el momento es la más empleada e, incluso, práctica dividiéndose en mantenimiento preventivo y correctivo (Garcia, 2017). .

- Mantenimiento preventivo

Este tipo de mantenimiento conlleva un conjunto de operaciones de inspección programada o planificada de forma periódica de las estructuras, para prever y evitar posibles fallos que conlleven a problemas de funcionamiento, además de ser una forma de mitigar el deterioro, prolongando la vida útil del inmueble.

La principal finalidad del mantenimiento preventivo es encontrar y corregir deficiencias antes de que estas provoquen daños. También, se trata de una actividad destinada a evitar gastos mayores, ya que el costo de reparación o sustitución de elementos dañados tienen un valor más elevado (García, 2017). ..

En el análisis que se realiza, se implementa el tipo de mantenimiento, que parte de una inspección rutinaria planificada o bien sistematizada y correcciones menores, lo que involucra, por ejemplo, limpieza o pintura de instalaciones previniendo el daño.

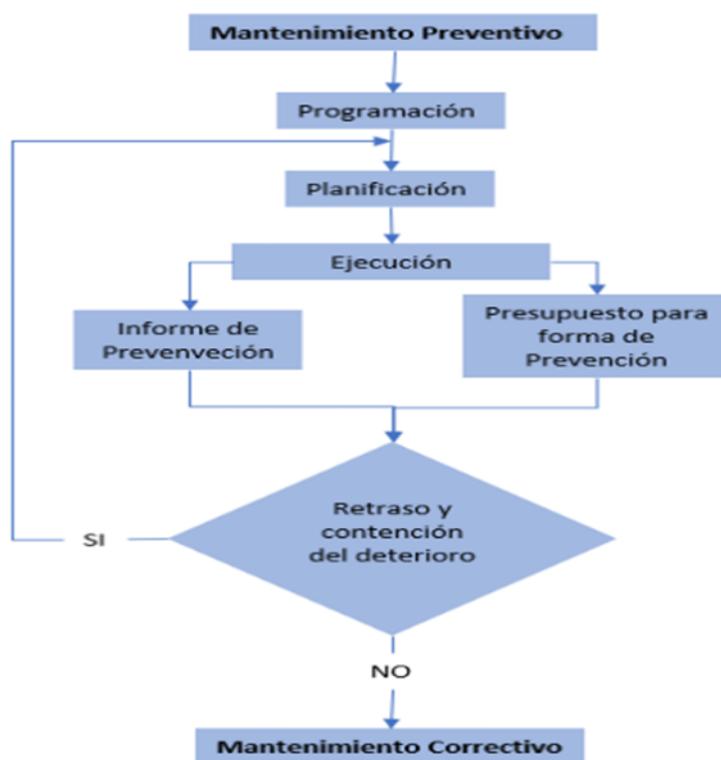


Figura 1

- Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo consta de operaciones con el fin de corregir o reparar un fallo de la estructura a nivel funcional o de servicio que debe ser atendido antes de que se complique y pueda convertirse en un daño estructural irreversible. La diferencia con el mantenimiento preventivo es que este se realiza una vez que exista un daño o deterioro avanzado y no pueda ser corregido con métodos preventivos, teniendo efectos visibles y molestias en quienes hacen uso de las instalaciones (Ocampo, 2020).

Para este tipo de mantenimiento, existen dos enfoques, estos son: Aunque el realizar un mantenimiento correctivo es una situación no deseada es inevitable, ya que este no puede ser eliminado en su totalidad, por lo que su buen empleo asegura reparaciones definitivas a las fallas en el momento en el que estas se presenten. Entre los ejemplos más comunes que se asocian a este tipo de mantenimiento esta la sustitución de elementos por acción de la corrosión.

En cuanto a los costos, las actividades de reparación y sustitución son elevadas, pero muchos de los daños se pudieron prever con anterioridad y haberse solventado sin necesidad de llegar a la reparación. Esto se logra mediante la inspección y el mantenimiento preventivo (Alban, 2017).

Entre los pasos para realizar un correcto mantenimiento correctivo, según Olivares (2015), están: El registro del daño o fallo, la planificación y previsión de las medidas a seguir, la ejecución de la medida (reparación sustitución), el seguimiento y la resolución del daño.

Ahora bien, la Corrosión es un término que se utiliza para describir el proceso de deterioro de materiales metálicos (incluyendo tanto metales puros, como aleaciones de estos), mediante reacciones químicas y electroquímicas (Revie y Uhlig, 2008). Para el caso del deterioro relacionado con otros tipos de materiales, como los polímeros y cerámicos, se utiliza el término degradación.

Estos materiales metálicos son obtenidos a través del procesamiento de minerales y menas, que constituyen su estado natural, induciéndolos a un estado de mayor energía. El fenómeno de la corrosión ocurre debido a que, con el tiempo, dichos materiales tratan de alcanzar su estado natural, el cual constituye un estado energético de menor potencial, lo que les permite estabilizarse termodinámicamente (Javaherdashti, 2008).

La mayoría de procesos de corrosión involucran reacciones de reducción-oxidación (reacciones electroquímicas), donde para que se desarrollen estos procesos, es necesaria la existencia de tres constituyentes: (1) unos electrodos (un ánodo y un cátodo), (2) un electrolito, como medio

conductor, que en la mayoría de casos corresponde de una solución acuosa, y (3) una conexión eléctrica entre los electrodos (ECCA, 2011).

Los productos que se forman a partir del proceso de corrosión, sobre la superficie del material, pueden afectar de manera negativa o positiva, las propiedades del material, dependiendo de su naturaleza y las condiciones que lo rodean. Para el caso del hierro (y otros metales), el producto que se forma se conoce como herrumbre, y tiene una menor densidad que el metal base, lo que provoca que este se desprenda de la superficie, facilitando que la corrosión continúe ocurriendo, consumiendo el material. Por otro lado, para otros tipos de metales, como el aluminio, el níquel o el cromo, los productos de la corrosión tienen una mayor densidad que el material base, formando una capa sólida y estable sobre la superficie de este, evitando que la corrosión se extienda, protegiendo al material. Este proceso se conoce como pasivación, fenómeno que brinda la denominación de inoxidable a un material como, por ejemplo, los aceros inoxidables (Revie, 2011; Schweitzer, 2010).

Los problemas en estas instalaciones deportivas se originan por la combinación del sudor de los atletas, el alto número de personas concentradas en espacios reducidos y los horarios que, a veces, pueden llegar a ser de 24h los 7 días de la semana. Los métodos tradicionales para el tratamiento del aire son incapaces de controlar la humedad y el resultado es un clima interior poco saludable, incómodo y susceptible a los malos olores y al crecimiento de bacterias. Más aun, las estructuras y los equipos se deterioran por la corrosión y el moho.

En el caso de estudio, la instalación deportiva, además de estar sometido a lo antes descrito, tiene además otro factor de riesgo y es que se encuentra ubicado en ciudades costeras lo que incrementa la corrosión, la cual es producida por las sales marinas que están diluidas en el agua marina o mezcladas con el sedimento en las dunas costeras. Las sales ocasionan que las construcciones urbanas, tal como lo son las infraestructuras deportivas edificadas con metales se corroan y por lo tanto es necesario darles mantenimiento continuamente. En las ciudades donde existen dunas de arena el nivel de corrosión suele ser mayor que en las ciudades donde no las hay.

Gran parte de la corrosión en las ciudades costeras se debe al fenómeno conocido como brisas. Este fenómeno se produce debido a las diferencias de temperatura, ya que las masas de aire (parcelas de aire) suelen moverse de altas temperaturas a bajas temperaturas (viento térmico), es decir que el viento sopla de mar hacia tierra durante las noches y de tierra hacia el mar durante las

mañanas. Cuando el viento viene del mar, transporta sales y minerales que dañan las estructuras metálicas.

Las personas que viven en ciudades costeras conocen en su mayoría los fenómenos anteriores, puesto que los han presenciado junto con sus padres, abuelos, amigos; saben de ellos por “experiencia empírica”. Sin embargo, para entenderlos y predecirlos es necesario estudiarlos, ampliar el “conocimiento empírico”, de modo que se adquiriera uno técnicamente adecuado sobre los procesos oceanográficos que permita mitigar sus efectos en la población costera.(García, Muñoz,2019).

Puede afirmarse que en las infraestructuras deportivas, específicamente en las zonas de vestuarios y taquillas los problemas aumentan debido a la gran carga de humedad procedente de las duchas. Por lo que la gestión mantenimiento anticorrosivo definido como el conjunto de acciones destinadas a mantener o reacondicionar la protección anticorrosiva de un componente, equipo o sistema, en un estado en el cual sus funciones pueden ser cumplidas.

Ahora bien, el plan de mantenimiento anticorrosivo basado en el riesgo tiene por objetivo reducir el riesgo general de fallas catastróficas de las instalaciones operativas, de tal manera que, en las zonas de riesgo alto y medio es necesario concentrar un esfuerzo de mantenimiento mayor, mientras que, en zonas de bajo riesgo, el esfuerzo se reduce al mínimo para disminuir el alcance total del trabajo y el costo del programa de mantenimiento de una manera estructurada y justificable. El estudio y la valoración del riesgo asociados a cada uno de los equipos se utiliza para dar prioridad a la inspección y el mantenimiento de las instalaciones. El mantenimiento sugiere un conjunto de recomendaciones sobre cuantas tareas preventivas (incluido el tipo, los medios, y de tiempo) se van a realizar. Su aplicación reducirá la probabilidad de una falla inesperada y eficiente y están destinadas a no cumplir con su vida de servicio estimada.



Figura 2: Plan de mantenimiento anticorrosivo basado en los riesgos

Las soluciones a los problemas de durabilidad de la infraestructura no se limitan a la etapa del diseño inicial del proyecto y al proceso constructivo, sino que tienen una fuerte intervención durante la operación de la unidad de producción o de servicios, ocasionando costos y pérdidas económicas para el dueño de la infraestructura ya sea por reparación de las zonas afectadas, por el reemplazo de elementos estructurales o equipos que se han deteriorado o por costos operativos debido al mantenimiento periódico.

Conclusión

El mantenimiento anticorrosivo garantiza la disponibilidad de la función de los equipos e instalaciones de tal modo que permita atender a un proceso de producción o de servicio con calidad, confiabilidad, seguridad, preservación del medio ambiente y costo adecuado.

Uno de los objetivos de la estrategia de un plan de mantenimiento es la minimización de los riesgos causado por fallos inesperados en la protección anticorrosiva, por lo que utilizando un enfoque basado en riesgo aseguraremos dicha estrategia. Este enfoque utiliza la información obtenida de un estudio del estado o la condición de las fallas en la protección anticorrosiva, la probabilidad que ocurra y sus consecuencias económicas si la falla ocurre..

Es necesario, controlar estos procesos degradativos para mantener inalteradas las características de los componentes el mayor tiempo posible. El método más popular de protección pasiva contra la corrosión en la práctica es la aplicación de recubrimientos de alta eficiencia para separar el material a proteger del ambiente corrosivo. La preparación de la superficie antes del

recubrimiento es una operación fundamental ya que influye fuertemente en la adhesión de los recubrimientos, que debe ser apropiada para los nuevos recubrimientos.

Referencias

1. Alban Salazar, N. (2017). Implementacion de un Plan de Mantenimiento Preventivo Centrado en la Confiabilidad de las Maquinarias en la Empresa Construcciones Reyes S.R.L. para Incrementar la Productividad. Chiclayo. http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/798/3/TL_AlbanSalazarNery.Pdf
2. Angel, R.; Olaya, H. (2014). Diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo para la Empresa AGROANGEL.
3. Arencibia, J. 2008. Conceptos fundamentales sobre el mantenimiento de Edificios. Revista de Arquitectura e Ingeniería. Matanzas, Cuba
4. Camacho, P. 2009. Diseño de un plan mantenimiento para edificios del ICE. Proyecto Final de Graduación, Escuela de Ingeniería en Construcción. Instituto Tecnológico de Costa Rica
5. Castillo R, 2011, Enero. Protección de elementos de acero en puentes de Costa Rica. LANAME, Boletín Semanal
6. ECCA (2011). The Basics of Corrosion. Technical Paper. Obtenido desde: <http://www.prepaintedmetal.eu/repository/Annina/Basic%20of%20corrosion%20021211.pdf>
7. Enriquez Quispe , A., & Márquez Arnao, R. (2019). Propuesta de mejora de la eficiencia de la línea de producción de una planta de harina de pescado aplicando la metodología del Mantenimiento Productivo Total (TPM). Lima : UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS-FACULTAD DE INGENIERIA
8. Garcia Montoya, S. (2017). Diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo para la Empresa Estructuras del Kafee. Pereira.
9. García Saboya, S. G., & Muñoz Camones, A. J. (2019). Análisis de metodologías del mantenimiento preventivo en el sector industrial
10. Javaherdashti, R . (2008). Microbiologically Influenced Corrosion - An Engineering Insight. Springer London. DOI:10.1007/978-1-84800-074-2

11. Ocampo Márquez, S. (2020). DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA INSTITUCIÓN DE FORMACIÓN Y CAPACITACIÓN- IFC. Montería - Córdoba : UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA-FACULTAD DE INGENIERÍA.
12. Olivares, A. 2015. Mantenimiento Integral de edificios e instalaciones: Análisis y medidas de mejora. Proyecto Final de Graduación, Escuela de Ingeniería Industrial. Universidad Politécnica de Cartagena PITRA, 1-6
13. Quintana, L. 2004. Plan de mantenimiento preventivo de la infraestructura civil de edificaciones administrativas. Informe de trabajo de graduación. Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica. 152
14. Revie, R.W. (2011). Uhlig's Corrosion Handbook. Wiley & Sons, Inc: USA.
15. Revie, R.W., y Uhlig, H.H. (2008). Corrosion and Corrosion Control - An Introduction to Corrosion Science and Engineering.. Wiley & Sons, Inc: USA
16. Schweitzer, P.A. (2010). Fundamentals of Corrosion - Mechanisms, Causes and Preventive Methods. Taylor & Francis Group, LLC: USA.
17. Solís Jiménez, M. 2011. Diseño de un programa preventivo de la infraestructura en plantas procesadoras de piña (PINDECO S.A) Proyecto Final de Graduación, Escuela de Ingeniería en Construcción. Instituto Tecnológico de Costa Rica.

© 2022 por el autor. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).