

MODELO SIMPLE DE INNOVACIÓN EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ PARA ELIMINACIÓN DE ÓXIDO EN PARTES METÁLICAS USANDO NANOMATERIALES

SINGLE TECHNOLOGICAL INNOVATION MODEL IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY TO ELIMINATE RUST CONDITIONS ON METALLIC PARTS USING NANOMATERIALS

Jorge Pérez Zamorano*
Luis Adolfo Torres González**

Artículo recibido: 24-10-2016

Aprobado: 18-11-2016

*Gerente de la Planta
General Motors, en Silao,
Gto., México; Maestro en
Gestión de la Innovación
Tecnológica

[jorge.perezamorano@
gm.com](mailto:jorge.perezamorano@gm.com)

**Académico-Investigador
de Tecnología y Ciencias
Aplicadas en la Universidad
Iberoamericana León;
Miembro del Sistema
Nacional de Investigadores
del Consejo Nacional
de Ciencia y Tecnología
(Conacyt) nivel I; Doctor
en Ciencias

adolfo.torres@iberoleon.mx

Resumen

La industria metal mecánica se encuentra en una situación crítica en relación a la oxidación ya que los materiales usados en sus estructuras básicas sufren al paso del tiempo el fenómeno de corrosión. Aun con los desarrollos actuales de recubrimientos implementados, los gastos recurrentes dedicados a combatirla representan hasta un 2% en el total del presupuesto anual de las empresas [1]. El presente trabajo hace referencia a la industria automotriz y sus materiales que son impactados en la ingeniería. Técnicamente se describe la propuesta de uso de nanomateriales y buscar su modificación molecular hasta encontrar el arreglo físico-químico y estructura molecular que elimine la acción del oxígeno en los metales. Asimismo, se describe la necesidad, del apalancamiento financiero requerido en las industrias y de las sinergias que deben crearse entre la iniciativa privada, instituciones de investigación,

universidades y el sector público. La vinculación entre la industria y las universidades y sus centros de investigación son los pilares que apoyan este modelo.

También se detalla esquemáticamente la descripción del modelo simple de transferencia tecnológica iniciando por la necesidad industrial, vinculación público-privada y registrando la importancia de los centros de investigación y laboratorios de las industrias para llevar finalmente la puesta en marcha de la cadena de abastecimiento y sus implicaciones logísticas para la distribución de un producto final.

Abstract

The metal-mechanic industry has a critical situation related to corrosion, the used materials in their basic structures, are facing high level of corrosion along the time, even now with the development of actual coatings implemented.

The regular expenses focused to fight against the corrosion represent up to 2% of the annual companies Budget [1] the current study, explains the impact to the automotive industry that is facing right now.

It is described technically the proposal of using nanomaterials to seek their molecular modification, until finding the physicochemical arrangement and their molecular structure to eliminate the O₂ action on the surface metallic.

At the same time, the need to get advantage from the companies to seek the synergy among industry, Universities and public sector are pillars to support this proposal of model.

The description from this simple model of technology transfer is detailed in several steps, initially an industrial need is in front of it, the linkage Public-Private, registering the importance of investigation centers and industrial laboratories located inside companies and finally the start up from the Supply Chain and its logistic implications during distribution of finish goods is described as well.

Palabras clave: Corrosión, nanomateriales, innovación tecnológica, industria automotriz, transferencia tecnológica.

Keywords: Corrosion, nano materials, technology innovation, automotive industry, technology transfer.

Introducción

La oxidación es un tema de preocupación en la industria. Esto se debe al deterioro que se presenta en partes y procesos metálicos. En esta época de avances tecnológicos e industrialización, la corrosión ha invadido las construcciones y diseños tecnológicos hechos por el hombre en cualquier parte del mundo y referidos a cualquier rama, como es el caso de la industria naviera, ingeniería civil, manufacturera, espacial entre otras. La vulnerabilidad al óxido sigue estando presente y hasta hoy solo existen elementos y procedimientos de ataque a la corrosión, pero no así de la prevención

y mucho menos de eliminación de esta acción de oxidación; ya sea por el medio ambiente y/o agentes procorrosivos que promuevan el ambiente generador de la oxidación [1].

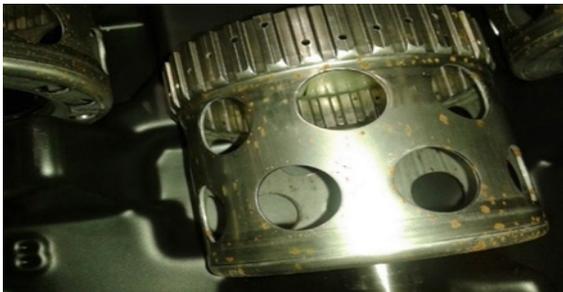


Fig. 1 Parte metálica atacada por la corrosión.

La oxidación es un tema de preocupación en la industria. Esto se debe al deterioro que se presenta en partes y procesos metálicos

El impacto por corrosión representa casi el 3% del PIB de Estados Unidos, en afectaciones a la industria metal mecánica. La industria militar de Estados Unidos asignó recursos por 27 millones de dólares para luchar contra la corrosión [2]. En un año calendario regular, la pregunta actual es, ¿por qué no se asignan recursos económicos al estudio de materiales anticorrosivos? En lugar de gastar millones y millones de dólares en pérdidas de desarrollos a través de todo el mundo. Una alternativa que surge en este artículo es la opción de investigar nanomateriales como alternativa de alto impacto para el desarrollo de materiales resistentes en dureza y maleables a su vez sin impacto por la acción del oxígeno en su superficie. Véase la figura 1 en donde se observan puntos de óxido en la superficie metálica de una parte componente de ensamblaje en la industria automotriz.

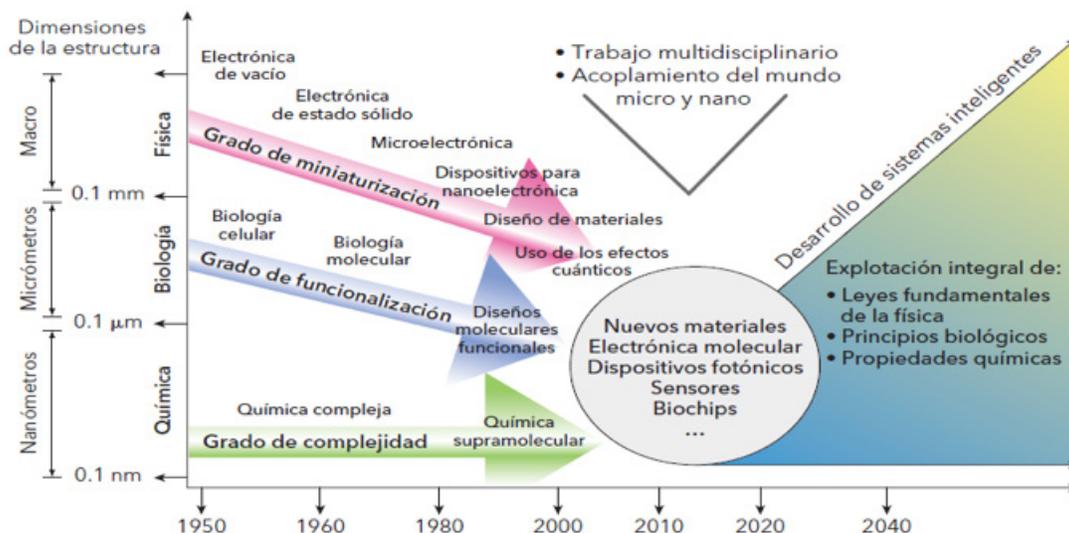


Fig. 2 Evolución de la Nanotecnología desde sus inicios en 1950. (Rodríguez López J.L., Morán López J.L., *Los materiales nano estructurados*, Editorial Fondo de Cultura Económica, México 2012.)

La nanotecnología inicia su aparición a principios de los años 50, con Richard Feynman, considerado el padre de esta ciencia. En la figura 2 se observa el despegue de la Nanotecnología a partir del año 2010, la cual se considera una revolución industrial en el conocimiento que se va adquiriendo a partir de este año considerando llegar a un máximo de descubrimiento y aplicaciones en el año calendario 2040.

Tabla 1. Estabilidad de materiales, degradación contra la corrosión (La estabilidad de los materiales decrece en secuencia de 1 a 10).

Item	Material	Corrosión
1	Au	+1.69
2	Pt	+1.18
3	Ag	+0.799
4	Cu	+0.518
5	Sn	-0.41
6	Ni	-0.236
7	Fe	-0.440
8	Zn	-0.762
9	Cr	-0.74
10	Ti	-1.60

México se coloca en el segundo país latinoamericano en registro de patentes de nanotecnología en el contexto global, de acuerdo con datos de la United States Patent and Trademark Office

Se observa en la tabla 1, cómo los metales nobles como el oro, el platino y otros tienen un alto grado de resistencia al ataque corrosivo de acuerdo con las mediciones registradas en este análisis de estabilidad de metales. Observe que no ocurre lo mismo para el hierro y el zinc [3-5].

El presente modelo simple de innovación se orientó a proponer el análisis, investigación y desarrollo de estructuras moleculares usando la nanotecnología para encontrar el arreglo físico-químico que defina conductas de reacción opuesta a la corrosión, a través del estudio de nanomateriales. México se coloca en el segundo país latinoamericano en registro de patentes de nanotecnología en el contexto global, de acuerdo con datos de la United States Patent and Trademark Office, datos registrados en la OMPI (2008)

Se describen las principales características de nanomateriales en la tabla 2 para evidenciar el potencial que se pone al descubierto y a nuestra disposición para ir más a fondo en la búsqueda del arreglo estructural nanométrico que defina la nueva era de materiales antioxidantes de uso masivo en la industria y no sólo automotriz sino en general la industria metalmeccánica [6,7].

Item	Características de nanomateriales
1	Alta dureza y resistencia
2	Súper flexibilidad
3	Alta resistencia a la fatiga
4	Reducción de su peso específico

Tabla 2. Nano materiales, características sobresalientes

Los materiales nanoestructurados han ampliado su aplicación. Entre lo más promisorio se encuentra el almacenamiento de hidrógeno en la forma de metales híbridos y micro esferas que pueden ser inyectadas en el cuerpo humano y promover la destrucción de tumores malignos anidados en células corporales [7-10].

Propuesta tecnológica

A través del desarrollo de este modelo simple se ha dado cuenta de la gran cantidad de investigaciones que se han dedicado a la lucha por disminuir los impactos causados por el fenómeno de la oxidación de los metales y principalmente en la industria automotriz.

Globalmente existen estudios y aplicaciones industriales mediante la colaboración de institutos de investigación y empresas que permiten la generación de productos antioxidantes para la industria metalmecánica, logrando así la innovación de productos y materiales que benefician a usuarios que contribuyen a la solución de este destructor de superficies metálicas y consecuentemente de mantener la integridad estructural de los materiales de manera intacta.

En México existen instituciones federales y estatales de investigación e impulso al desarrollo de la nanotecnología en México, entre las principales se tiene a los centros CONACyT como es el IPICyT, el CIMAV así como la UNAM, IPN, IMP, UAM y algunas Universidades como la de Sonora, Guadalajara, Chihuahua entre otras. Asimismo, la investigación en la industria zapatera también ha impulsado desarrollos con productos que involucran procesos con nanotecnología y que han promovido la regeneración celular con nano encapsulación de materiales, fundamentalmente en plantillas o forros para conseguir un zapato activo e inteligente. Por otro lado, compañías globales han incursionado en la investigación y desarrollo de calzado con nanotecnología para ofrecer al mercado calzado deportivo cuyas suelas garantizan mayor resistencia al desgaste, mayor amortiguamiento y reducción al impacto en zapato deportivo [11]. La transferencia de tecnología a través de un modelo de desarrollo tecnológico ha demostrado ser un pilar de las empresas que impulsan las nuevas tecnologías y el crecimiento de su entorno económico [12,13].

En este artículo se describe una propuesta de investigación de un modelo de desarrollo tecnológico para la transferencia de tecnología basada en desarrollos de nuevas metodologías llevadas a la investigación en laboratorios de universidades y su vinculación con la industria para generar un modelo de diseño que genere un prototipo industrial que debe ser probado en fases piloto en la industria y su posterior aprobación para ser manufacturado y producción masiva y uso comercial.

La propuesta del Modelo de Desarrollo Tecnológico y Transferencia de Tecnología que se describe a continuación consta de tres etapas:

La transferencia de tecnología a través de un modelo de desarrollo tecnológico ha demostrado ser un pilar de las empresas que impulsan las nuevas tecnologías y el crecimiento de su entorno económico

- Necesidad de la industria
- Vinculación industria–universidad
- Aplicación industrial, comercialización y cadena de abastecimiento

Se revisó de manera descriptiva cada una de las etapas propuestas con la finalidad de comprender desde la concepción de un desarrollo teórico hasta que se convierte en una propuesta de solución para un problema real (oxidación). Se indujo la necesidad de seguir un proceso de investigación, pruebas, análisis de laboratorio, para finalizar con la producción en serie y llevarla al mercado, definitiva y permanente a través de la comercialización del producto.

La industria automotriz encara el problema de corrosión en sus materiales que usa como base para el ensamblado de sus unidades, a pesar del uso de recubrimientos y sustancias líquidas y semisólidas que pretenden proteger las superficies metálicas, existen las condiciones agresivas de oxidación y eso conlleva a la urgente necesidad de hacer investigación a nivel laboratorio para realizar los análisis a nivel molecular a fin de encontrar el arreglo fisicoquímico exacto que permita proteger las estructuras nano moleculares en contra del efecto devastador del oxígeno.

La figura 2 describe, de una manera esquemática, el proceso a seguir durante la preparación del modelo de desarrollo tecnológico a partir de una necesidad real existente en la industria. No es posible que sólo con la experiencia ganada en la industria se pueda desarrollar avances de investigación tecnológica. Como se puede observar en el diagrama, es requerido el conocimiento existente en la academia y que juntos consigan tener una investigación coordinada que logre alcanzar el objetivo de trabajar conjuntamente la industria con la academia y avanzar en el logro de cubrir una necesidad apremiante a nivel mundial como se ha manifestado, la eliminación de la oxidación en materiales de componentes metálicos, requeridos en la industria en general.



Fig. 2.- La necesidad industrial descrita a través del siguiente diagrama.

La necesidad industrial en combinación con el conocimiento tecnológico universitario genera la combinación coordinada de un desarrollo industrial-tecnológico que da como resultado la vinculación academia-industria. Es importante resaltar algunas características de este modelo:

- La industria se enfrenta a retos en su día a día, los cuales tiene que resolver a la brevedad posible.
- Tiene la experiencia en sus equipos de trabajo y ejecución de producción planeada.
- Limitado acceso a conocimiento actualizado para resolver problemas complejos.
- Resultados aislados y ajenos a una solución sistémica que eviten repetir condiciones similares.
- Impacto continuo en presupuestos asignados para desarrollos de innovación industrial.

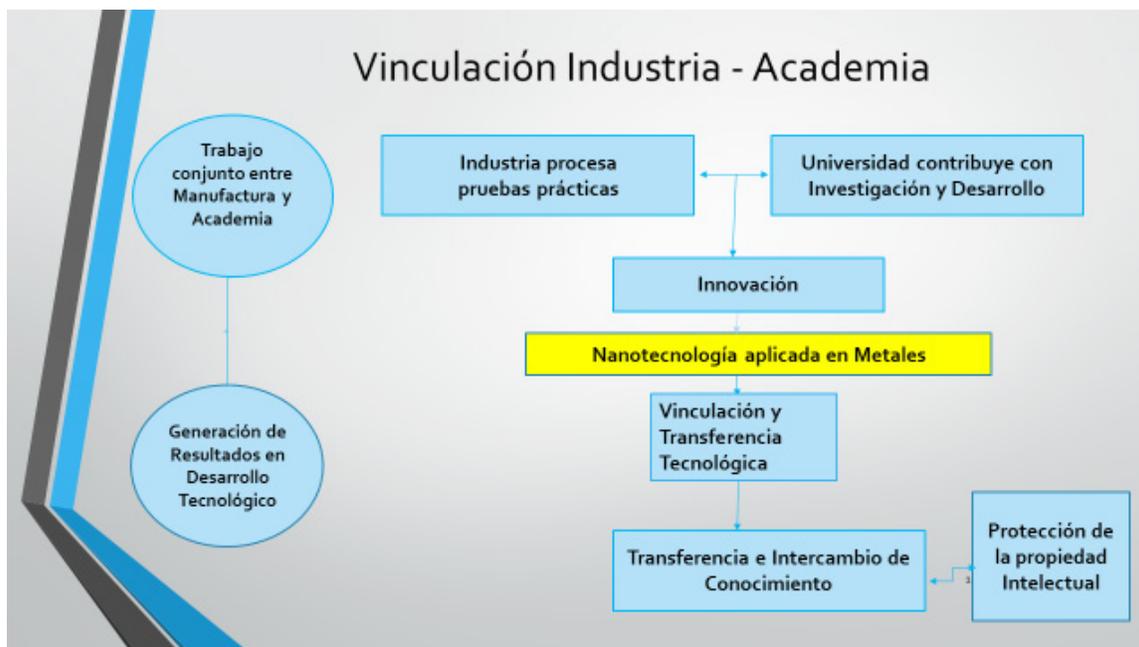


Fig. 3- Vinculación generada a través de la sinergia promovida entre la academia e industria.

Continuando con la descripción de modelo de desarrollo tecnológico, se observa en la figura 3 el intercambio de experiencia industrial y de manufactura en conjunto con los conocimientos analíticos, científicos y de laboratorio experimental generan una sinergia, que en línea con el espíritu innovador que crea la necesidad de mejorar los resultados hasta el día de hoy desarrollados, provoca la generación de conocimiento aplicado a la mejora continua y promueve la transferencia e intercambio de conocimiento tecnológico entre la industria y las universidades.

Finalmente entra en acción la cadena logística y llenado de la línea de abastecimiento, tanto de materias primas como de producto final

Una vez que se han realizado pruebas piloto y de análisis de laboratorio de manera sistemática y estandarizada, así como los procesos de calidad y corridas en las líneas de producción de la industria, se procedería a iniciar su lanzamiento a través de una estrategia comercial que informe a los clientes potenciales y nichos comerciales a los que va dirigido el producto desarrollado (véase fig. 4).

Finalmente entra en acción la cadena logística y llenado de la línea de abastecimiento, tanto de materias primas como de producto final para lo cual se debe consultar a los expertos logísticos y cadena de surtimiento así como a los agentes aduanales si éstos son requeridos. Algunas características importantes son:

- Acercamiento inicial de la industria con la universidad para buscar soluciones creativas.
- La academia tiene un proceso estandarizado y ordenado en la planeación, ejecución y seguimiento hasta su implementación.
- La industria debe pedir ayuda a los especialistas así como los científicos o técnicos especializados, deben promover sus resultados teóricos en la industria.
- Protección intelectual a desarrollos industriales generados como parte de la vinculación dada en el proceso de solución de las necesidades industriales y ampliación de la red de influencia.
- Promover la adecuación de laboratorios anexos a la planta industrial automotriz.



Fig.4- La aplicación industrial, su producción en serie, y cadena de abastecimiento.

- La industria busca soluciones prácticas a oportunidades de mejora con las que se enfrenta en el día con día de su operación.

- Los procesos de evaluación, prueba y ejecución de las propuestas de solución a problemas industriales deben realizarse en las localidades de planta o zonas de impacto para tener un ambiente real de operación.
- El pensamiento sistémico debe estar presente al proponer soluciones ya sea con procesos innovadores o productos de producción masiva con el fin de preservar el entorno ambiental.
- La cadena de abastecimiento y logística debe ser diseñada a manera de crear un sistema de abastecimiento de flujo continuo y flexible.

Discusión

Quedan aún preguntas abiertas como ¿cuál es la situación en el contexto del desarrollo tecnológico global, la posición de México en cuanto al desarrollo de la Nanotecnología? Países como Estados Unidos, Japón e Inglaterra lideran el registro de patentes y, por compañías, son los Estados Unidos el país con el mayor número de patentes registradas [14]. La fase de vinculación propuesta por el modelo simple de transferencia tecnológica logra conjuntar a la industria y la universidad, creando una sinergia que apalanca la investigación requerida para llegar al objetivo de implementar planes de acción que lleven al desarrollo de laboratorios enfocados a la investigación en nanotecnología, ¿cuál es el papel que a la iniciativa privada le corresponde atender en esta etapa de desarrollo tecnológico en Nanotecnología en México?

El puente que debe fortalecerse entre la industria y las universidades (vinculación), así como planear y visualizar el número y nivel de expertos con experiencia que México tendrá en 2030

Remarco el puente que debe fortalecerse entre la industria y las universidades (vinculación), así como planear y visualizar el número y nivel de expertos con experiencia que México tendrá en 2030. Nos corresponde direccionar hacia el fortalecimiento del desarrollo tecnológico a través de los parques tecnológicos y centros de investigación e incluir los avances que debemos tener en Nanotecnología y conocimiento científico aplicado de los nanomateriales en la vida práctica y aplicada al mejoramiento de procesos industriales y de otras ramas del conocimiento como es en la medicina y medio ambiente. En relación con el papel que debe tener la iniciativa privada, es importante que las universidades con apoyo de proyectos de inversión público-privado busquen de igual manera, crear sinergia que tenga por objetivo incrementar la investigación y desarrollo de nanomateriales en todo el país, para aumentar nuestra participación en el contexto global de Nanotecnología avanzada.

Conclusiones

El tema de corrosión en metales permite seguir cuestionando aún más acerca del mejor proceso a nivel industrial de metales antioxidantes; sin embargo se está avanzando en buscar e incrementar la cooperación de la industria con la universidad. Podría resultar difícil esta sinergia, no obstante si se aplican los conceptos de innovación en todo el proceso de desarrollo, el análisis tecnológico y el trabajo coordinado, la expectativa de lograr resultados sobresalientes no se hará esperar

Si se aplican los conceptos de innovación en todo el proceso de desarrollo, el análisis tecnológico y el trabajo coordinado, la expectativa de lograr resultados sobresalientes no se hará esperar

para que, como sociedad, se tenga un futuro tecnológico de mayor y mejor calidad aplicada y percibida en la industria de manufactura global.

Es fundamental crear inquietud del impacto económico que se tiene al enfrentar los efectos de la oxidación de grandes volúmenes de material, así como los gastos en anticorrosivos que resultan paliativos y nada permanentes en las superficies metálicas, son parte de la gran preocupación que existe en la industria. Este modelo simple, aquí presentado, ha contribuido a la difusión de información pertinente a la oxidación y sus impactos económicos y de operación productiva en la industria.

Es imperativo mantener y continuar con la atención e interés

de la industria en general y específicamente de las empresas que tienen mayor impacto en sus operaciones de manufactura, de implementar propuestas de eliminación de la oxidación junto con las universidades y la comunidad investigadora. Asimismo, es importante que la alta administración en las corporaciones visualice, como parte de su plan anual de negocios, objetivos alcanzables y medibles que lleven esta iniciativa de eliminación de la oxidación en los metales de uso masivo en la industria en general a resultados tangibles, como son los económicos, eliminando costos y aumentando la calidad y duración de vida de los materiales y que puedan ser de beneficio general a la sociedad tal y como lo define el concepto de innovación tecnológica.

El modelo simple de transferencia tecnológica arriba descrito refuerza la búsqueda de soluciones sistémicas a necesidades puntuales y de impacto económico negativo y significativo a los presupuestos anuales de las empresas que requieren tener una metodología enfocada y directa a encontrar soluciones fundamentadas y sostenibles que permitan la operatividad de las compañías de manera eficiente y productiva.

Referencias

[1] Rust, The longest war; Jonathan Waldman, Simon & Schuster @2015

[2] N.W.Ashcroft, Mermin. Solid State Physics, Sanderson College Orlando (1976)

[3] Bakonyi, I., Toth, [J.Goualou](#), L., Becsei, T., Toth-Kadar, E. et al. (2002), "Giant magnetoresistance of electrodeposited Ni, Cu /Cu Multilayers". J. Electrochem. Soc., C195-C200.

- [4] Buckle, R. (2007), "The recovery of Metals from waste solutions by Electrochemical Methods" Thesis, Newcastle University pp 33-7 and 84-7.
- [5] Landolt, D. (2003), Corrosion and Surface Chemistry of Metals. Oxford: CRC Press 350-5.
- [6] Roy, S. (2009), "Electrochemical Fabrication of Nanostructured, Compositionally Modulated Metal Multilayers (CMMMS), in Schmuki, P. Virtanen, S. (eds) Electrochemistry at the nanoscale. Berlin: Springer-Verlag: 349-76.
- [7] Cook R.L. TDA Research, Inc. Wheat Ridge, CO (2005) Releasable corrosion, inhibitor composition. US patent application 6933046, 2005-August 23.
- [8] Smith, P., Roy, S., Swales, D., Maxell, S., Page, D., Lawson, J., (2011), "A Model for the corrosion of steel subjected to synthetic produced water containing sulfate, chloride and hydrogen sulphide", Chemical Engineering Science, 66, 775-5790.
- [9] Carbone Nano Technology, News
- [10] Fontana, M.G., Greene N.D. Corrosion Engineering 3rd edn. New York: McGraw Hill, 1986 Gao, W., Li, Z. "Nanostructured alloy and composite coatings for high temperature applications" Materials Research, 2004, 7, 175-182.
- [11] Mena M.E., Torres L.A., Martínez M.L., Mena F.J. (2012), "Modelo de transferencia tecnológica basado en nanotecnología para el sector calzado", Ide@s, 7(87), 1137-1148 pp.
- [12] Barlett P.N. Birkin P.N., Ghanem M.A., Groot P. and Sawicki M. (2001) "The electrochemical deposition of nanostructured cobalt films from lyotropic liquid crystalline media", J. Electrochem. Soc., 148, C119-23, [http://dx.Doi.org //10.1149/1.134278](http://dx.doi.org/10.1149/1.134278).
- [13] Natter H. and Hempelmann R, (2003) "Tailor-made nanomaterials designed by electrochemical methods" Electrochemical acta, 49, 51-61, doi:10.1016/j.jelectata.2003.04.004.
- [14] Saji, V.S. "Contemporary developments in corrosion inhibitors: review of patents" Recent patents on corrosion Science, 2011c, 1. 63-71.