

Resumen

Título: Análisis de la viabilidad económica y ambiental del uso de armaduras corrugadas de acero inoxidable en elementos de hormigón armado sometidos a clases de exposición agresivas. Aplicación a elementos en contacto con aguas residuales agresivas.

Autora: Lara Medina Romero

Tutores: Esther Real Saladrigas, Climent Molins i Borrell.

La durabilidad y la vida útil de las estructuras de hormigón armado con armaduras convencionales de acero al carbono son aspectos críticos que han llevado a las normativas hoy vigentes a exigir unos recubrimientos generosos y unos anchos máximos de fisura muy restrictivos cuando las clases generales de exposición son especialmente agresivas como por ejemplo en ambientes marinos o en aguas residuales. En algunos elementos resistentes, las restricciones en el ancho de fisura pueden llevar a la necesidad de utilizar cuantías de acero en la armadura principal de tracción significativamente más elevadas que las necesarias para la resistencia.

La armadura de acero inoxidable podría suponer un paso adelante en el compromiso con el medio ambiente. Su mayor resistencia a la corrosión nos permite trabajar con recubrimientos menores y con mayores anchos de fisura. Esto supone un ahorro en hormigón además de en la cantidad de armadura necesaria, pero el coste del corrugado de acero inoxidable es más de tres veces el del de acero al carbono. La pregunta es, ¿contrarrestará este ahorro al coste introducido por el uso de acero inoxidable?

Esta tesina se propone estudiar la viabilidad económica y ambiental de la utilización de acero inoxidable en elementos de hormigón armado sometidos a clases de exposición agresivas como por ejemplo las aguas residuales. Conscientes de la posición reacia que presenta el gremio de constructores ante la innovación e introducción de nuevos procedimientos, este documento pretende valorar claramente los pros y los contras del uso de este tipo de armadura.

La sostenibilidad en la construcción y la afección de dicha actividad sobre el medio ambiente es un tema muy presente en la actualidad pero poco estudiado pese a que los efectos medioambientales del sector de la construcción son muy importantes. La profundización en este campo del impacto ambiental se realiza a través de una metodología científica diseñada para su estudio y regulada por una normativa internacional como son las ISO 14040 a 14043, el Análisis de ciclo de vida.

El Análisis de ciclo de vida (life-cycle assessment) es una herramienta que permite evaluar el impacto ambiental de un proceso o producto considerando todas las etapas que intervienen desde su producción hasta su eliminación, desde la extracción de los recursos hasta la distribución del producto ya elaborado o el tratamiento de los desechos derivados. Esto implica identificar y cuantificar la energía, los materiales usados y los desechos liberados al medioambiente en cada etapa del ciclo de vida de un producto. De este modo se evalúa el impacto ambiental generado y se hallan las opciones de mejora.

Las categorías de impacto ambiental consideradas son: el efecto invernadero, la lluvia ácida, la eutrofización, la niebla fotoquímica y la emisión de metales pesados. El impacto ambiental global se mide a través del Eco-indicador95 que pondera cada tipo de impacto en función de sus efectos sobre la situación actual del medio ambiente.

¿Tiene alguna repercusión económica este impacto ambiental? De acuerdo con la obligación derivada del Protocolo de Kyoto de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, en 2003 la Unión Europea publicó una directiva que establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad. De acuerdo con la misma, a partir de 2005 las instalaciones afectadas por la propuesta reciben un número de derechos con los que deben cubrir el volumen de sus emisiones de CO₂. En caso de no disponer de derechos suficientes, deberán adquirirlos en el mercado o asumir una considerable sanción. El sector energético es uno de los más afectados y está trasladando el coste de la compra de derechos de CO₂ al precio de la electricidad, por lo que este coste debería ser añadido en el coste actual de los materiales.

En estas condiciones, el análisis económico contenido en esta tesina no tiene en cuenta tan sólo las diferencias que introduce el uso de corrugado de acero inoxidable en el coste de los materiales utilizados sino también en el coste de los derechos de emisiones de CO₂.

Summary

Title: Economical and environmental analysis of stainless steel concrete reinforcement in aggressive exposure conditions. Application to elements in contact with residual water.

Author: Lara Medina Romero

Tutors: Esther Real Saladrigas, Climent Molins i Borrell.

Durability and service life are critical aspects of carbon steel reinforced concrete structures. That has made actual design rules and standards require very restricting covers and cracks width when exposure conditions are aggressive like structures exposed to seawater or residual water. In some structural elements, those restrictions can lead to the need of using greater concrete and steel for principal traction reinforcement amounts than the necessary for resistance.

Stainless steel reinforcement may lead to a greater commitment with the environment. The use of corrosion resistant reinforcement material may be scope for reducing the overall cost impact of the reinforcement material by relaxing covers for durability or allow a greater crack width. This means using less concrete and reinforcement amounts, but stainless steel bars cost is more than three times carbon steel ones. The question is, will this saving resist the cost introduced because of the use of stainless steel reinforcement?

This work sets out to study the economical and environmental viability of the use of stainless steel reinforcement in structures under aggressive environments like residual water. Conscious of the obstinate attitude that usually has the builders group with innovation and new proceedings, this document tries to clearly value the pros and cons of this kind of reinforcement.

Environmental sustainability of building products it is a very common subject at the present time but poorly studied although environmental burdens of this kind of products are very significant. Life cycle assessment is a scientific way for studying environmental impacts. Its methodology is described by the international rules ISO 14040 to 14043.

Life cycle assessment is a process of evaluating the environmental burdens associated with a product or system. This assessment includes identifying and quantitatively or qualitatively describing the wastes released into the environment, the energy and materials used, and considering the impacts of these items on the environment. The assessment covers the entire life cycle of the product or activity, encompassing extracting and processing raw materials; manufacturing; distribution; use; re-use; maintenance; recycling and final disposal; and all transportation involved.

Environmental impact categories considered are: greenhouse effect, acidification, eutrophication, summer smog and heavy metals. Global impact is weighed by the Eco-Indicator 95 which scores each different impact category depending on its particular effects on present environmental situation.

Have environmental impacts any economical repercussion? In agreement with the commitment established in Kyoto for reducing greenhouse gas emissions, the European Union published in 2003 a directive establishing the rules for the greenhouse gas emission rights commerce in the Community. As a result of it, since 2005 the facilities affected by the proposal will receive a guaranteed amount of rights to cover the volume of their CO₂ emissions. In case of not having enough rights, they will need to get them at the market or assume an abundant fine. Power industries are one of the most affected and they are transferring the CO₂ rights purchase cost to the power price. For that reason, CO₂ rights cost should be added to materials cost.

Consequently, the economical analysis included in this paper bears in mind not only the differences between stainless steel and carbon steel reinforcement material, but also the costs introduced by the cost of the CO₂ emission rights.