

9. Conclusiones

En Europa existe una guía adecuada para el uso de acero inoxidable como alternativa para el armado y en los casos en que se ha apostado por ello ha sido un éxito. Que haya o no un incremento en el uso del corrugado de acero inoxidable depende del incremento en su conocimiento por parte de los proyectistas y constructores de las estructuras que puedan beneficiarse de las propiedades de este tipo de armado. Esto supone una tarea que debería ser llevada a cabo por aquellos interesados en promocionar el uso de este material pero también por todo el colectivo universitario e investigador relacionado con las estructuras de hormigón armado.

El corrugado de acero inoxidable presenta unas condiciones de durabilidad e incluso de resistencia que hacen de él una alternativa interesante a tener en cuenta en determinadas circunstancias y ambientes. La utilización de este tipo de armadura permite relajar las exigencias que imponen por durabilidad las normativas de hormigón estructural actuales para estructuras sometidas a ambientes agresivos como por ejemplo ambientes marinos y aguas residuales.

Esta relajación se traduce en una disminución del recubrimiento necesario, en un límite de fisura menos exigente, en una eliminación de los tratamientos de impermeabilización ejecutados para proteger la armadura por ser innecesarios y en una no necesidad de adopción de mezclas mejoradas para el hormigón.

La disminución del recubrimiento mínimo necesario hace que se reduzca la cantidad de hormigón necesario para la construcción de la estructura y que con ello el impacto ambiental por la fabricación de materiales sea menor.

Paralelamente, una mayor permisividad en el límite del ancho de fisura en las estructuras armadas con acero inoxidable propicia en determinados casos una reducción de la cantidad de armadura requerida.

En el caso concreto del depósito de agua residual, esta disminución en la cuantía de armadura necesaria no se ve reflejada debido a que, por exigencias de estanqueidad, el ancho de fisura máximo permitido no puede ser mayor al exigido en el depósito armado con acero al carbono y debe ser en ambos casos de 0,2mm.

En estas condiciones, pese a que el coste inicial del corrugado de acero inoxidable es tres veces y media superior al del de acero al carbono, el coste económico global de construir el depósito con armado de acero inoxidable se reduce a dos veces el coste del depósito con corrugado de acero al carbono. Esto se debe al ahorro en materiales y en costes de emisión de CO₂. Además, el análisis de ciclo de vida concluye que el hecho de construir el depósito con acero inoxidable permite reducir en un 20% el impacto ambiental.

En otras estructuras expuestas a ambientes agresivos en las que no hubiera que asegurar la estanqueidad se podría ampliar el ancho de fisura máximo permitido de 0,2 a 0,4mm con lo que podría ahorrarse hasta un 19% del acero estructural necesario y con ello reducir aún más el impacto ambiental provocado por la fabricación de ese acero de más.

Las barras corrugadas de acero inoxidable alcanzan valores de resistencia a tracción de 600 a 800 N/mm², superiores a los 500 N/mm² que pueden alcanzar las barras corrugadas de acero al carbono. Esta mayor resistencia también haría posible una disminución de la cuantía de armado necesaria.

El depósito para aguas residuales estudiado no permite aprovechar una mayor resistencia de las barras corrugadas que podría aportar el corrugado de acero inoxidable ya que el cálculo estructural viene limitado y definido por las exigencias del ancho máximo de fisura. Ello hace que las cuantías de acero en la armadura principal de tracción sean más elevadas que las necesarias por resistencia.

Otra de las relajaciones en las condiciones de durabilidad que permite el uso del corrugado de acero inoxidable, es la eliminación de los costes de inspección y mantenimiento y de las medidas previsoras de la corrosión, como por ejemplo, los tratamientos impermeabilizantes. Contradictoriamente y según entrevistas realizadas a ingenieros responsables de la construcción y gestión de depósitos de aguas residuales, parece ser que, si la construcción de un depósito de hormigón armado con acero al carbono se adapta a los parámetros impuestos por motivos de durabilidad (recubrimiento de 5cm y ancho de fisura máximo de 0,1mm), no se presentan problemas de corrosión en las armaduras durante toda la vida útil de la estructura, excepto en aquellos casos en los que ha habido errores de ejecución y no se cumplieron las exigencias impuestas en proyecto. Por esta razón, el análisis de ciclo de vida de esta tesina, no incluye costes de mantenimiento e inspección que, inicialmente, podrían parecer imprescindibles en depósitos de hormigón armado con acero al carbono que contienen aguas residuales.

La normativa española de hormigón estructural establece que el ancho máximo de fisura para hormigones armados expuestos a ambientes agresivos sea de 0,2mm. Esa es la limitación que se ha impuesto en esta tesina para el cálculo estructural del depósito de hormigón armado. Pero, como dice el párrafo anterior, para asegurar la durabilidad frente a la corrosión de los depósitos contenedores de aguas residuales, estos se diseñan en la práctica con un ancho máximo de fisura más exigente, 0,1mm. Para cumplir con esta restricción se necesita una mayor cuantía de acero e incluso quizás requiere aumentar el canto útil, situaciones que no se han contabilizado en el análisis de ciclo de vida de esta tesina y que hubiesen aumentado el impacto global del depósito de acero al carbono frente al depósito armado con acero inoxidable debido a la mayor cantidad de material necesario.

Hay que tener en cuenta que parte del mayor coste inicial que supone el acero inoxidable podría recuperarse debido al mayor precio de venta de la chatarra inoxidable.

Para futuras investigaciones resultaría interesante analizar la viabilidad ambiental y económica de algún tipo de estructura de hormigón armado con acero inoxidable sometida a clase de exposición agresiva pero que no exigiese estanqueidad. Esto permitiría aprovechar al máximo todas las ventajas que ofrece la armadura de acero inoxidable.

Es necesario proseguir en la investigación y promoción del armado de acero inoxidable para que constructores y proyectistas se familiaricen con él y puedan beneficiarse de las ventajas que presenta en ambientes de exposición agresivos.