

Presente y futuro del hormigón reciclado

Aunque suene a ciencia ficción, llegará un día en que el hormigón se recicle tal y como hoy lo hacemos con materiales tan cotidianos como el cobre, el vidrio o el papel. Que lo que hoy parece una utopía se convierta en una realidad es fundamental ya que en España se generan aproximadamente unos 40 millones de toneladas de residuos de construcción y demolición (RCDs) al año, un tercio de los residuos totales generados a nivel nacional. El cumplimiento de los objetivos europeos en materia de reciclaje y valorización de residuos y, en definitiva, la sostenibilidad, pasa por el establecimiento de una hoja de ruta para descarbonizar un material insustituible como es el hormigón.

Nuestro país se comprometió en 2008, mediante la directiva de residuos EU Directiva 2008/98, a alcanzar un objetivo de valorización de residuos del 70% para el año 2020 pero, finalmente, ese año no llegó al 40%. El tiempo apremia ya que, tal y como explica Green Building Council España (GBCe), el 54% de los materiales de residuos de demolición son enviados al vertedero en lugar de reciclarse. Y la situación es aún más grave si nos centramos solo en obras pequeñas o realizadas por particulares, en las que se estima que la tasa de residuos de demolición enviados al vertedero es mucho mayor, cercana al 80%.

Si hablamos de residuos de hormigón limpio, la gran mayoría (>~90%) del árido de hormigón reciclado se utiliza como relleno en obras de construcción u obras civiles de transporte. Y del total de los RCD generados, aproximadamente el 30%, se reciclan para usos de bajo valor añadido.

Pero si preguntamos al sector, la respuesta es que uno de los principales problemas para aplicar la ley de residuos es la escasez de espacio en obra para crear islas de reciclaje. Es absolutamente necesario un cambio de mentalidad en este sentido, aunque algunas empresas ya son ejemplo de esta segregación de residuos.



Acopio intermedio Metal



Acopio mezcla RCD



Acopio intermedio Madera



Big bags papel y cartón



Big bags plásticos

Residuo cero certificado en obra. (Fotos: FCC Construcción).

Proyectos ValRec y ReCO₂ver

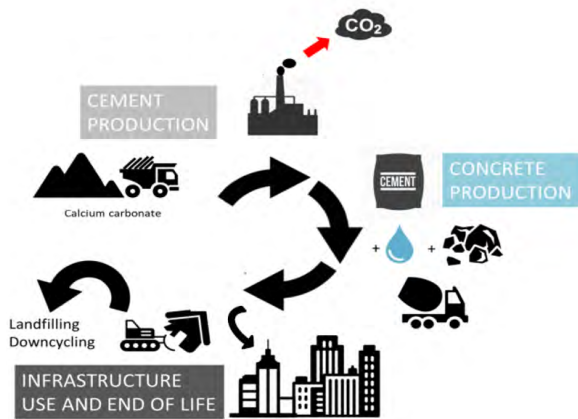
En Sika nos hemos planteado qué podemos hacer para cambiar la percepción del sector sobre la valorización de los recursos y el reciclaje de los principales materiales de construcción. En esta línea, estamos trabajando en dos proyectos muy innovadores: ValRec y ReCO₂ver.

El primero, ValRec, busca la revalorización e incorporación de los residuos de construcción y demolición (RCDs) en nuevos productos para la construcción (cementos, mor-

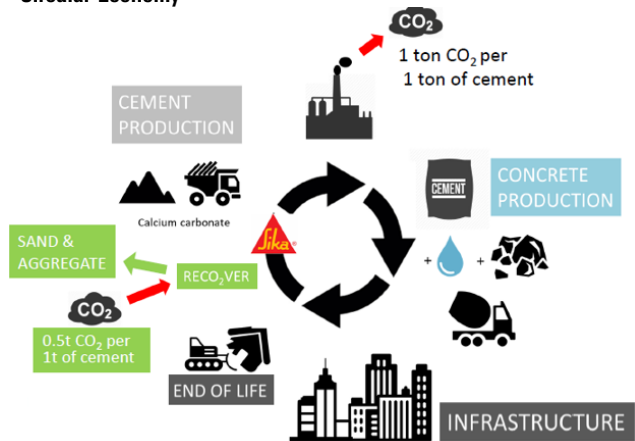
teros, hormigones) y ha obtenido el apoyo de la Unión Europea y de la Comunidad de Madrid que incluso participa en las reuniones y que servirá de banco de pruebas para otros proyectos futuros, como Madrid Nuevo Norte.

El segundo, ReCO₂ver, se basa en una tecnología de emisiones negativas, ya que no solo aborda la recuperación de los áridos del hormigón reciclado sino que consume CO₂ en el proceso y consigue la carbonatación de estos materiales y una mejor valorización de los mismos gracias a un proceso innovador, registrado en una patente, para cerrar el círculo del sector de la construcción y conseguir una verdadera economía circular.

Current situation



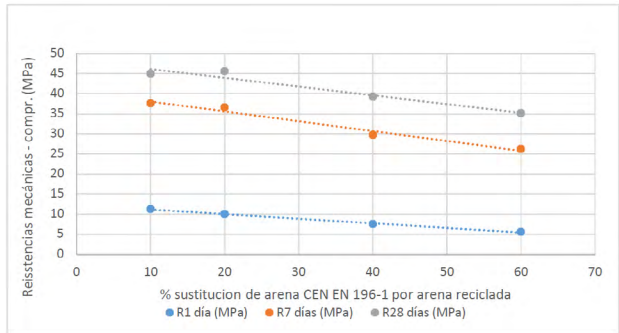
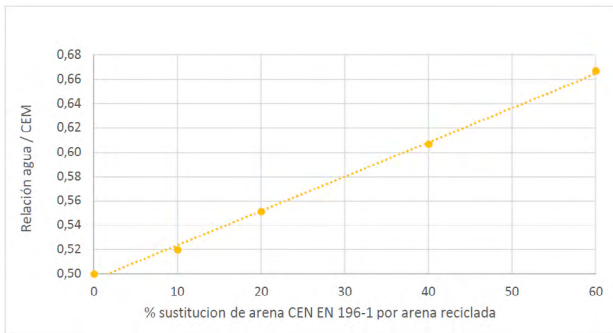
Circular Economy



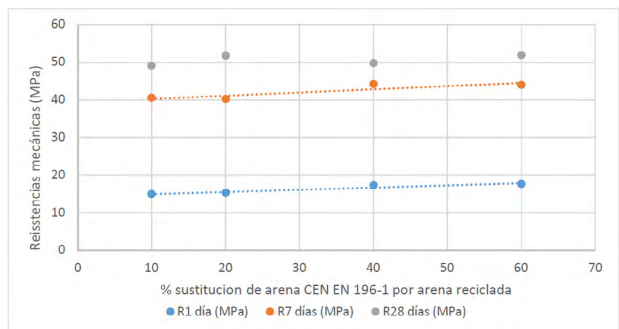
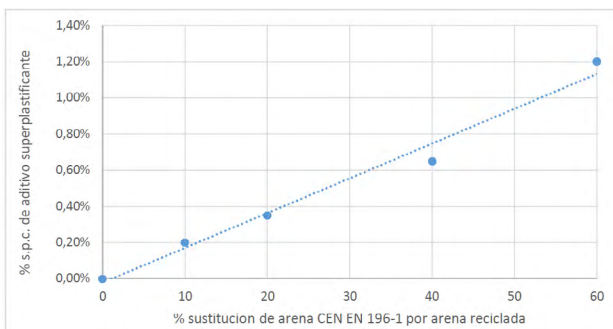
Esquema de economía lineal y economía circular con ReCO₂yer.

¿Cómo afecta el uso de áridos reciclados al hormigón?

En los primeros ensayos que hicimos en el laboratorio de I+D de Sika hace algunos años, llegamos a la conclusión de que, tal y como puede verse en las gráficas, cuanto mayor es el porcentaje de arena reciclada que se introduce en el sistema, mayor es, de forma habitual, la absorción de agua para una misma trabajabilidad o un mismo valor de cono en el hormigón y, por consiguiente, también va siendo más significativa la bajada de resistencias.



Resultados de la cantidad de agua necesaria y su influencia en las resistencias mecánicas con diferentes proporciones de árido reciclado para una consistencia o trabajabilidad fija.



Resultados de la cantidad necesaria de superplastificante y su influencia en las resistencias mecánicas en ensayos en mortero equivalente a hormigón con diferentes proporciones de árido reciclado para una consistencia o trabajabilidad fija.

Pero si, a medida que aumentamos el porcentaje de arena reciclada que se introduce en el sistema, se aumenta también, de forma proporcional, la dosificación

de aditivo superplastificante, de nuevo manteniendo la trabajabilidad constante, las resistencias no se ven afectadas y se mantienen prácticamente constantes.

¿Qué nos puede ayudar en el uso de áridos reciclados para hormigón?

Hay que añadir a todo lo anterior que serán necesarios aditivos superplastificantes muy específicos, especialmente diseñados para áridos con elevada absorción de agua, de forma que aporten una reología adecuada al hormigón a la vez que mantengan sus buenas propiedades en cuanto a colocación, bombeos, resistencias, etc.



Esquema de economía circular con ReCO₂yer.

Una vez que está claro que la sustitución de árido natural por árido reciclado es factible, aunque requiere de una atención especial, hay que señalar que, a pesar de las regulaciones de apoyo que fomentan el reciclaje de RCD, en la realidad, la falta de trazabilidad o la falta de aplicación de la ley, los requisitos de estándares técnicos y la ausencia de especificaciones son otros problemas comunes.

Para evitar esto, la Unión Europea recomienda el uso de un 'pasaporte' de materiales de construcción que no solo contendrá toda la información sobre la reciclabilidad de los materiales, sino que también ofrecerá información sobre el mantenimiento y las diferentes formas de eliminar o reciclar materiales en el futuro.

Hormigón no estructural (% árido reciclado)

Origen	Tamaño	España	Alemania
Hormigón	Árido Grueso	100%	100%
	Árido Fino	0%	80%
Mixto	Árido Grueso	0%	100%
	Árido fino	0%	80%

Hormigón estructural (% árido reciclado)

Origen	Tamaño	España	EN-206
Hormigón	Árido Grueso	20%	40-60%
	Árido Fino	0%	80%
Mixto	Árido Grueso	0%	20-30%
	Árido fino	0%	5-10%

Comparativa de la legislación española, alemana y europea en materia de árido reciclado.

En España, además, la legislación limita el uso de árido reciclado a un 20% en la fracción del árido grueso, porcentaje muy inferior al de otros países. En cambio, en Alemania, Francia, Reino Unido, Países Bajos o Bélgica, ya están reciclando activamente el hormigón.

Aún así, existen diferentes casos dentro de España que ya incluyen ese 20% de hormigón reciclado en sus formulaciones.

Otro aspecto a analizar es el de las emisiones asignadas a los áridos reciclados ya que, en España, en sus Declaraciones Ambientales de Producto (DAPs) se les asigna un valor de CO₂ equivalente más elevado que el del árido natural y el artificial. En otros países, en cambio, siguen el criterio de que 'quien contamina paga' y

toda la parte de tratamiento de residuos, incluyendo la recogida, el transporte, la clasificación y la trituración del residuo de hormigón, se considera parte del fin de vida del ciclo de vida del producto de origen.

De esta forma el árido reciclado se considera que alcanza el estado de fin de residuo y pasa a ser materia prima de acuerdo con lo establecido en la norma EN 15804-Anexo B (que es la norma de huella de carbono producto). Aunque en las DAPs españolas se ha incluido el transporte de este árido reciclado como residuo y esto condiciona mucho el resultado final de la huella de carbono, sí es positivo que queda reflejado que la huella global tiene un beneficio ambiental frente a los áridos naturales de un 40% para los áridos reciclados.



Comparativa de materiales de partida (áridos primarios) y materiales resultantes del proceso ReCO₂er (áridos resultantes en el proceso).

ValRec

El proyecto ValRec comienza con la propuesta de una mejor gestión y separación de los residuos de construcción y demolición o RCDs, pudiendo llegar incluso a la demolición selectiva y trazabilidad de las diferentes calidades mediante la digitalización de la información. Durante el proceso ValRec se utilizan nuevas tecnologías para la obtención de materias primas recicladas de mayor pureza y calidades mejoradas y se consigue así mayor porcentaje (con un objetivo de hasta el 95% en peso) de reciclado de las mismas en nuevos productos para el sector de la construcción con mayor valor ecológico, e incluso con un incremento prestacional de los mismos.

Durante el proyecto se están haciendo ensayos en diferentes tipos de cementos, morteros y hormigones y el objetivo final es un demostrador o piloto donde se validarán estas soluciones, así como las nuevas soluciones digitales que permitan disponer de mayor detalle de información a lo largo de la cadena de valor.

Los morteros y hormigones generados en ValRec están siendo evaluados en cuanto a la reducción de sus gases efecto invernadero mediante el análisis de ciclo de vida comparativo (ISO 14040-14044) para demostrar la reducción de calentamiento global en CO₂ equivalente. También se están ensayando en términos de durabilidad y analizando con técnicas como la difracción de rayos X (DRX), microscopía SEM, espectrometría de masa, etc.



Material utilizado en ValRec y aspecto del hormigón confeccionado con hormigón reciclado.

Estos cementos, morteros y hormigones están siendo fuente de inspiración para proyectos como Madrid Nuevo Norte (MNN), que ya da prioridad a criterios de circularidad y sostenibilidad. En MNN destaca la puesta en marcha de una gran planta de reciclaje destinada a la recuperación de cerca de 900.000 t de materiales, de los cuales el 80% se reciclará in situ, empleándose en su mayoría en la propia obra.

Lo que encierra este proyecto es realmente un gran laboratorio urbano para la puesta en marcha de buenas prácticas en edificación cumpliendo los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU y tiene como ejes principales de actuación: el diseño BIM/3D, la implantación de medidas que contribuyan a mejorar la eficiencia energética y la instalación de una gran planta de recuperación y reciclaje para la reutilización de cerca de esas 900.000 t de residuos generados durante todo el proceso de ejecución de la obra, en su gran mayoría resto cerámico, de hormigón y pétreo.



Hormigón de demolición para reciclaje.

ReCO₂ver

Con ReCO₂ver se soluciona el problema de la falta de fiabilidad de los residuos de demolición de la construcción. Mediante una novedosa tecnología de reciclaje los áridos quedan mucho más limpios, con menor absorción de agua, a la vez que se extraen y valorizan otros componentes del hormigón. El sector aumentará así su confianza en el hormigón reciclado.

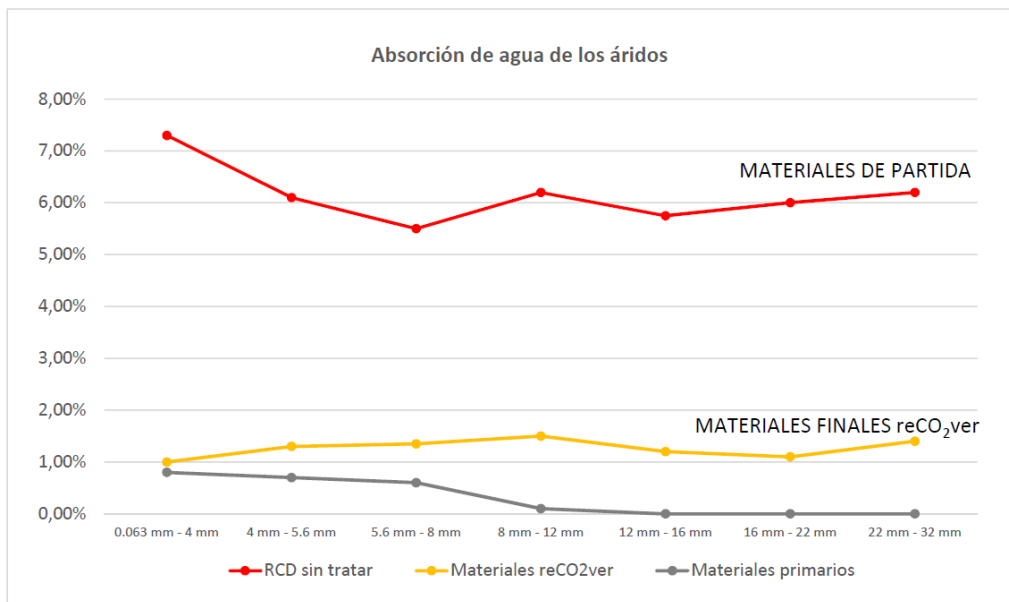
El tratamiento químico-mecánico aplicado en ReCO₂ver es un proceso relativamente simple y eficiente que implica la carbonatación superficial de la matriz cementosa del hormigón, que se ablanda y se elimina por desgaste o abrasión. Con la ayuda de aditivos de molienda específicos desarrollados para este proceso, se va liberando al árido del material cementoso para ser utilizado o reciclado con un nivel de calidad muy similar al de los áridos iniciales, a la vez que se obtiene un material en polvo carbonatado y fácil de utilizar como materia prima secundaria en un amplio espectro de aplicaciones.



Entrada y salida de materiales en el proceso ReCO₂ver.

Los ensayos realizados durante el proyecto Sika ReCO₂ver han demostrado que el nuevo hormigón que contiene material reciclado con este proceso se comporta de

forma muy similar al hormigón nuevo, dado que los áridos resultantes en ReCO₂ver son prácticamente análogos a los áridos originales.



Comparativa entre la absorción de agua de los materiales de entrada y salida de materiales en el proceso ReCO₂ver.

Gracias a los aditivos químicos desarrollados para cada caso concreto, se pueden lograr otras optimizaciones del proceso, según se tenga más interés en el árido final, en el polvo o filler resultante, o incluso en el consumo de CO₂ si fuera esta la prioridad del cliente.

La necesidad de colaboración en este tipo de proyectos es fundamental. En este sentido, Sika está ya colaborando con empresas gestoras de residuos, empresas de demolición, fabricantes de cemento, etc. Para ello, la compañía ha construido una planta piloto en la que poder hacer pruebas a gran escala con diferentes materiales, modificaciones en el proceso y otras variables, y de la que se están extrayendo ya resultados muy valiosos.

Porque para conseguir de verdad una circularidad real es necesario utilizar modelos más colaborativos y diferentes alianzas dentro del sector de la construcción.



Vista de la planta piloto del proceso ReCO₂ver.

Bibliografía

1. Taller de demolición sostenible VALREC.
<https://www.ietcc.csic.es/jornadas-y-eventos/taller-de-demolicion-sostenible-valrec/>
2. ReCO₂ver Concrete Recycling
<https://www.sika.com/en/knowledge-hub/reco2ver-concrete-recycling.html>