X JORNADAS CÁTEDRA ACERINOX

MARZO 2023

ACERINOX CIRCULAR

ACERINOX

Cátedra ACERINOX UCA Universidad de Cádiz

UCA
Universidad de Cádiz

CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS CON ESCORIAS DE ACERO INOXIDABLE

UN NOVEDOSO AGLOMERANTE PARA CAPAS DE CARRETERA

JULIA ROSALES GARCÍA
FRANCISCO AGRELA SAINZ
JOSÉ LUIS DÍAZ LÓPEZ

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

ÍNDICE

01
Carreteras - Estabilización de suelos y caminos rurales

02
¿Por que utilizar EAI?

03
Nuevos conglomerantes hidráulicos – HRB-EAI

04
Conclusiones

¿ ES POSIBLE CONSTRUIR CARRETERAS CON ESCORIAS DE ACERO INOXIDABLE?

Carreteras - Estabilización de suelos y caminos rurales

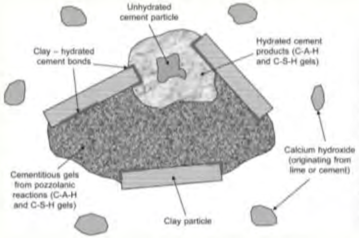
Estabilización base de carreteras

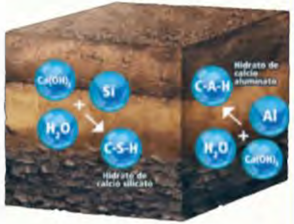
Estabilización de suelos

Carreteras - Estabilización de suelos y caminos rurales

Modificaciones a corto plazo de las propiedades geotécnicas

Modificaciones a largo plazo de las propiedades del suelo

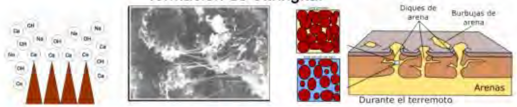




Características no adecuadas a largo plazo

1. Resistencia mecánica insuficiente. En suelos arcillosos plásticos, a largo plazo el tratamiento solo con cal puede ser insuficiente, siendo necesaria doble estabilización cal-cemento.

2. Presencia de materia orgánica o sales. Provoca la detención de formación de compuestos cementantes y puede producir reaciones expansivas debido a la formación de ettringita.



4. Alto contenido en carbonato cálcico. La reacción de estabilización a largo plazo puede ser reversible. El suelo puede perder las mejoras obtenidas y sus propiedades resistentes , volviendose a formar materiales con alta plasticidad y expansivos.

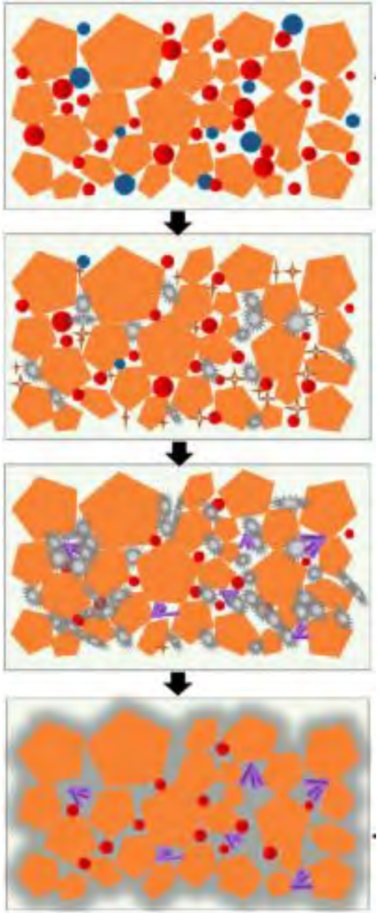
EAI

SiO_2 - CaO - MgO – Al_2O_3

Formación
Silicato cálcico (CSH)
Hidratos de aluminato cálcico (CAH)

REACCIÓN PUZOLÁNICA

MEJORA DE PROPIEDADES MECÁNICAS



¿Por que utilizar EAI?

Contents lists available at ScienceDirect

Construction and Building Materials

journal homepage: www.elsevier.com/locate/conbuildmat

Effect of stainless steel slag waste as a replacement for cement in mortars. Mechanical and statistical study

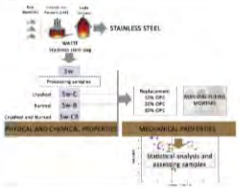
J. Rosales, M. Cabrera, F. Agrela *

Area of Construction Engineering, University of Cordoba, Cordoba, Spain

HIGHLIGHTS

- Different treatments of stainless steel slag waste (SW) were performed to improve it.
- Chemical properties of SW showed a positive cementitious capacity.
- SW processed showed an increase in mechanical strength results.
- SW processed through simple treatments can be used as a substitute for cement.

GRAPHICAL ABSTRACT



ARTICLE INFO

Article history:
Received 30 June 2016
Received in revised form 11 January 2017
Accepted 10 March 2017
Available online 21 March 2017

Keywords:
Stainless steel slag waste
Cement substitute
Mechanical behaviour
Statistical study

ABSTRACT

This document studies replacing cement by stainless steel slag waste and improving the mechanical properties of the slag waste by using different types of treatments.

The application of stainless steel slag waste reduces the use of raw materials for manufacturing cement and provides a profit from the large amount of waste generated.

This study analyses the cementation and pozzolanic reaction characteristics of stainless steel slag waste to evaluate its strength activity index and its environmental impact. The cement was replaced with different substitution percentages of untreated stainless steel slag waste and slag waste that was processed through crushing, burning and both treatment to determine the optimum replacement ratio according to its mechanical properties. A study based on multivariate factor analysis was developed to compare these processed wastes according to their mechanical behaviour. The decision mechanism consists of a feature extraction method to evaluate the wastes used as a cement substitute.

1. Introduction

Stainless steel production is currently one of the most dynamic sectors of the manufacturing industry due to a large increase of the use of this product in the construction and industrial sectors; considerable amounts of waste are generated from these factories [1,2]. These high amount of waste generated is not only a quantity crisis but also an environmental problem [3-6]. For every three tons of stainless steel produced, approximately one ton of slag waste is generated [1].

Steel slag is a by-product of the steelmaking and steel refining processes. Different types of steel slag are generated from basic-oxygen-furnace (BOF) steelmaking, electric-arc-furnace (EAF)

* Corresponding author.
E-mail address: [illegible] (F. Agrela).

[illegible]

- Valorización EAI
- Capacidad cementante

ESCORINOX 1
2017

¿Por que utilizar EAI?

materials

MDPI

Potential of Stainless Steel Slag Waste in Manufacturing Self-Compacting Concrete

Julia Rosales, Francisco Agrela, José Antonio Entrenas and Manuel Cabrera

materials

MDPI

Alkali-Activated Stainless Steel Slag as a Cementitious Material in the Manufacture of Self-Compacting Concrete

Julia Rosales, Francisco Agrela, José Luis Díaz-López and Manuel Cabrera

El objetivo de Acerinox :

Reducir un 90% los residuos enviados a vertedero para 2030 tomando como referencia los datos de 2020

Best practices

Existen otros proyectos destinados a potenciar la economía circular.

- **Programa Comfuturo:** Acerinox ayuda a potenciar el talento de nuevos investigadores a través de la colaboración con la Fundación General CSIC (FGCSIC). Este programa está destinado a favorecer y promover el trabajo de jóvenes investigadores en un área de gran interés y preocupación como la economía circular. En concreto, Acerinox apoya el proyecto para el desarrollo y valorización de las escorias siderúrgicas cuyo objetivo es reutilizarlas como aditivos de materiales de construcción fotocatalíticos.
- **Escorinox-2:** Proyecto financiado íntegramente por Acerinox con la Universidad de Córdoba. El proyecto Escorinox 2 consiste en el estudio de la aplicación de escorias de acero inoxidable como sustituto de cemento y relleno calizo en la fabricación de hormigones autocompactantes. Los resultados que se han obtenido muestran que el hormigón fabricado tiene un comportamiento mecánico similar a un hormigón autocompactante tradicional. El estudio ha demostrado que es posible fabricar hormigón autocompactante con una disminución de hasta el 50% de cemento, presentando únicamente una reducción del 14% de la resistencia compresión, cumpliendo con los requisitos técnicos necesarios para su aplicación. El siguiente paso es avanzar en el proyecto Escorinox-3, hacia la aplicación a escala real.

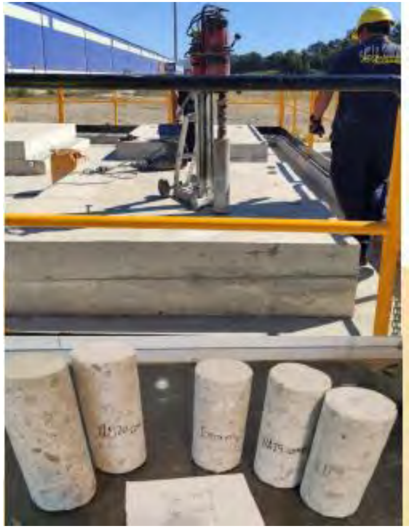
- Valorización EAI
- Capacidad cementante

ESCORINOX 1
2017

ESCORINOX 2
2018

- HAC con EAI
- Activación alcalina EAI

¿Por que utilizar EAI?



ESCORINOX 1
2017

- Valorización EAI
- Capacidad cementante

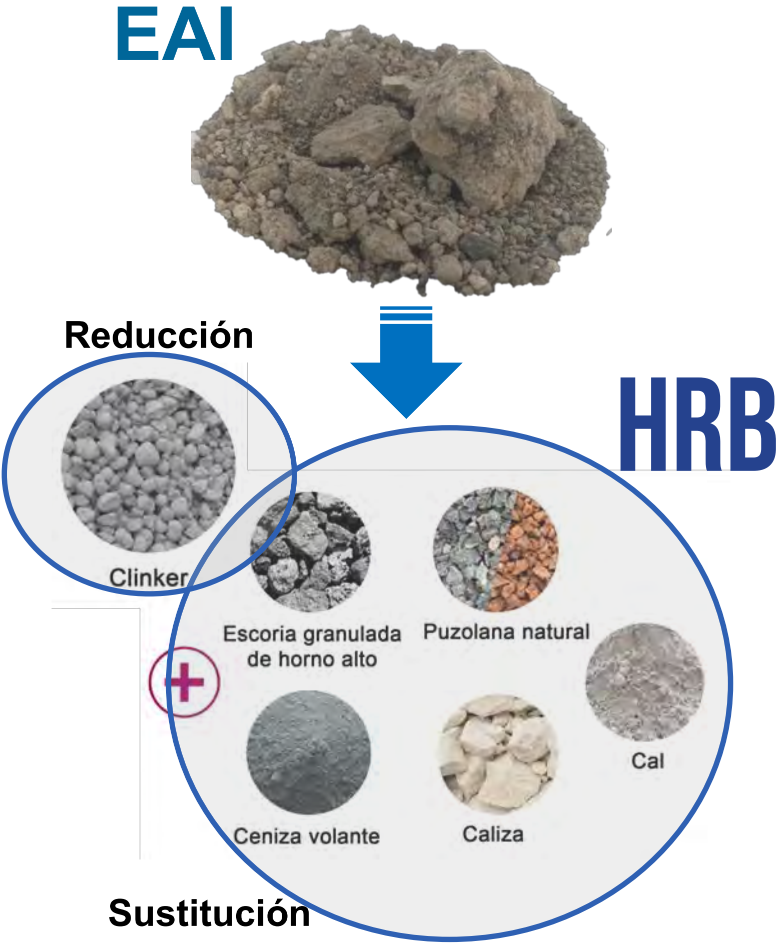
ESCORINOX 2
2018

- HAC con EAI
- Activación alcalina EAI

ESCORINOX 3
2020

- Hormigón con EAI
- Aplicación a escla real

¿Por que utilizar EAI?



REDUCCIÓN HUELLA DE CARBONO

DISMINUCIÓN EXTRACCIÓN RECURSOS NATURALES

REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS

MEJORA DE PROPIEDADES DEL SUELO

Nuevos conglomerantes hidráulicos – HRB-EAI

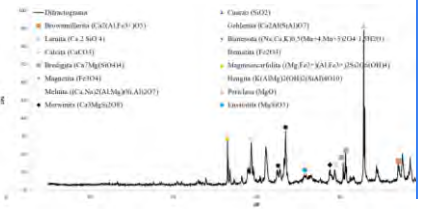
FASE 1
- Análisis de propiedades
- Selección EAI

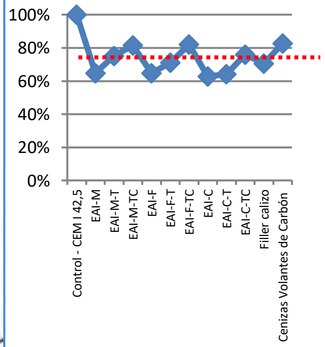
FASE 2
- Tratamiento EAI
- Índice de Actividad Resistente

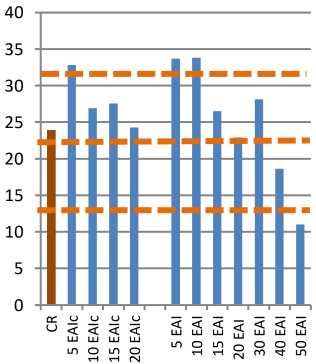
FASE 3
- Evaluación propiedades HRB-EAI

FASE 4
- Propiedades suelo estabilizado HRB-EAI

CONCLUSIONES Y APLICACIÓN



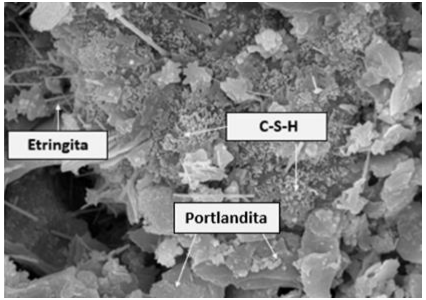




Nuevos conglomerantes hidráulicos – HRB-EAI

SiO_2 - CaO - MgO – Al_2O_3

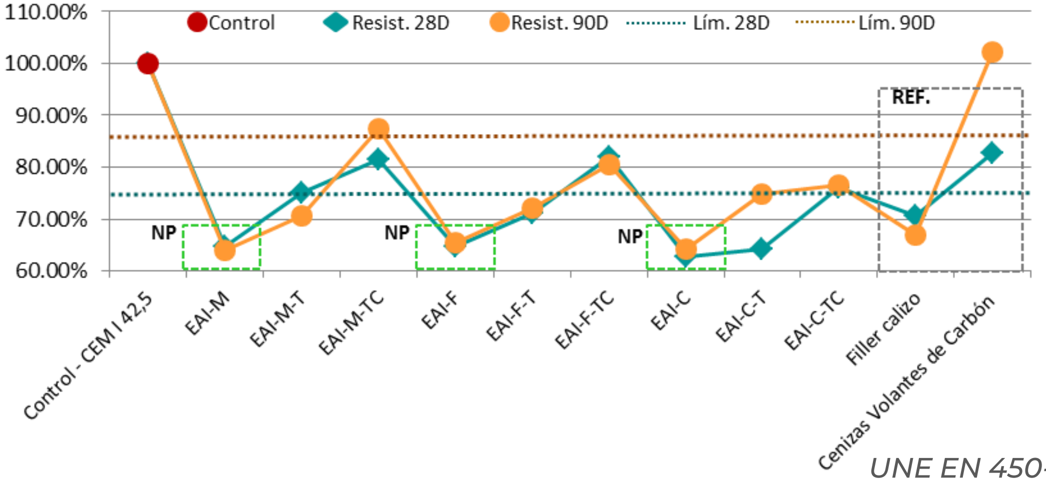
Óxido de calcio reactivo (CaO) y de **dióxido de silicio reactivo (SiO_2) > 50%** en masa (UNE EN 196-2)



SELECCIÓN DE TRATAMIENTO ÓPTIMO

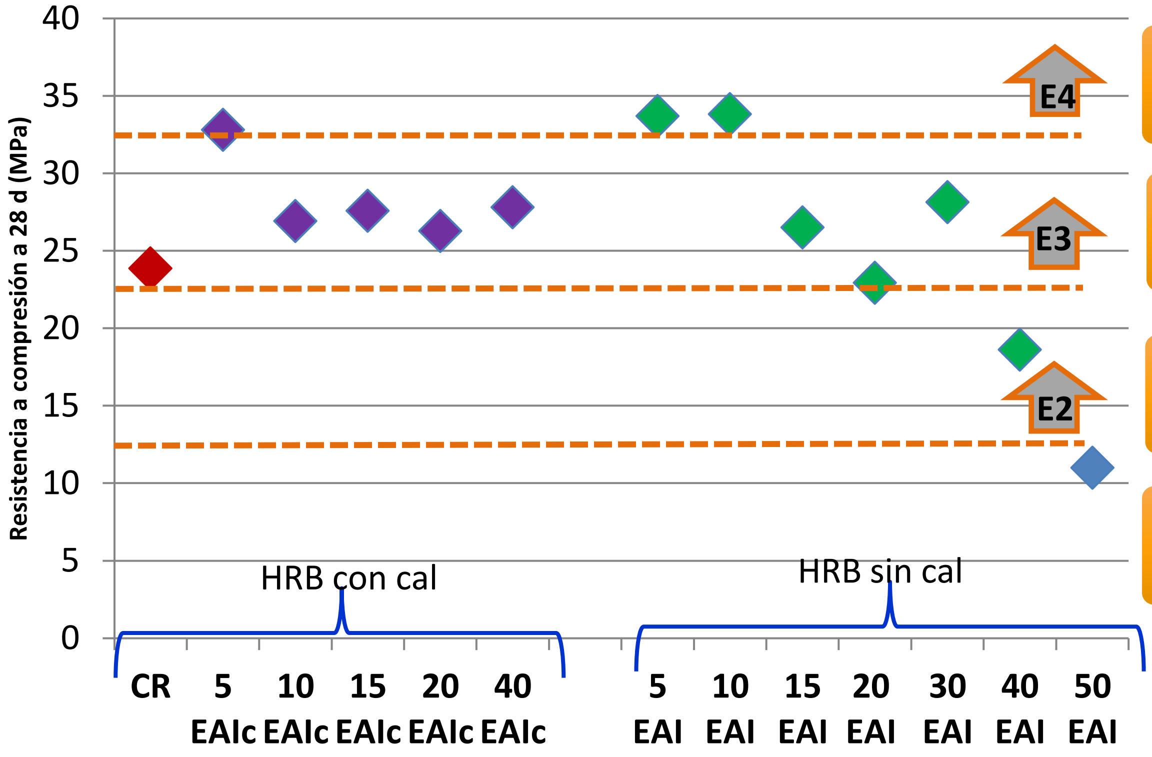
Finura Blaine

R_{30}



UNE EN 450-1

Nuevos conglomerantes hidráulicos – HRB-EAI



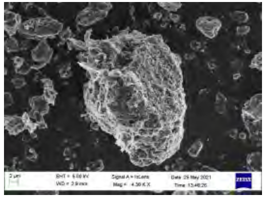
Contenido de sulfatos SO3	< 4%
Finura tamiz 90 µm	R_{90} < 15%
Tiempo inicial de fraguado	> 90 min
Estabilidad de volumen	< 10mm

UNE EN 13282-1

Nuevos conglomerantes hidráulicos – HRB-EAI

MEZCLA OPTIMIZADA

EVALUACIÓN DE PROPIEDADES



- Proctor modificado
- Índice CBR
- Hinchamiento acelerado y libre
- Resistencia a compresión
- Triaxial CU
- Límites de plasticidad
- FRX y DRX

MEJORA DE PROPIEDADES DEL SUELO

CONCLUSIONES

Propiedades

ALTO CONTENIDO SiO_2 y CaO

Reacción del óxido de silicio con la Portlandita produce silicato cálcico hidratado (C S H), que tiene propiedades cementantes

ALTA ACTIVIDAD PUZOLÁNICA

Propiedades

Procesamientos

ALTO CONTENIDO SiO_2 y CaO

Reacción del óxido de silicio con la Portlandita produce silicato cálcico hidratado (C S H), que tiene propiedades cementantes

ALTA ACTIVIDAD PUZOLÁNICA

+ **SiO_2 y CaO**

AUMENTO Finura Blaine

I.DE ACTIVIDAD RESISTENTE

ALTO CONTENIDO SiO_2 y CaO

Reacción del óxido de silicio con la Portlandita produce silicato cálcico hidratado (C S H), que tiene propiedades cementantes

ALTA ACTIVIDAD PUZOLÁNICA

Propiedades

+ SiO_2 y CaO

AUMENTO Finura Blaine

I.DE ACTIVIDAD RESISTENTE

HRB

ALTO % APLICACIÓN EAI vs CLINKER/FILLER/CAL

Propiedades

Procesamientos

HRB

Propiedades adquiridas

ALTO CONTENIDO SiO_2 y CaO

Reacción del óxido de silicio con la Portlandita produce silicato cálcico hidratado (C S H), que tiene propiedades cementantes

ALTA ACTIVIDAD PUZOLÁNICA

+ SiO_2 y CaO

AUMENTO Finura Blaine

I.DE ACTIVIDAD RESISTENTE

(ALTO % APLICACIÓN EAI vs CLINKER/FILLER/CAL)

CUMPLIMIENTO REQUISITOS NORMATIVOS

ALTOS VALORES DE R.COMPRESIÓN

CLASIFICACIÓN E3 Y E2

Propiedades

Procesamientos

HRB

Propiedades adquiridas

Sostenibilidad

ALTO CONTENIDO SiO_2 y CaO

Reacción del óxido de silicio con la Portlandita produce silicato cálcico hidratado (C S H), que tiene propiedades cementantes

ALTA ACTIVIDAD PUZOLÁNICA

\+ SiO_2 y CaO

AUMENTO Finura Blaine

I.DE ACTIVIDAD RESISTENTE

ALTO % APLICACIÓN EAI vs CLINKER/FILLER/CAL

CUMPLIMIENTO REQUISITOS NORMATIVOS

ALTOS VALORES DE R.COMPRESIÓN

CLASIFICACIÓN E3 Y E2

REDUCCIÓN HUELLA DE CARBONO

DISMINUCIÓN EXTRACCIÓN RECURSOS NATURALES

REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS

MEJORA PROPIEDADES PORTANTES DE SUELO

ES POSIBLE CONSTRUIR CARRETERAS CON ESCORIAS DE ACERO INOXIDABLE

AGRADECIMIENTOS

Investigación avanzada en el ámbito de los residuos industriales de base mineral como materias primas secundarias para la formulación de nuevos productos ecológicos y la creación de bucles de economía circular – CERES

MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN

CDTI

Subvencionado por el CDTI

ACERINOX

FYM
HEIDELBERGCEMENT Group

UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

Cofinanciado con Fondos FEDER 2014-2020

X JORNADAS CÁTEDRA ACERINOX
MARZO 2023

UCA
Universidad de Cádiz

ACERINOX

Cátedra ACERINOX
UCA Universidad de Cádiz

CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS CON ESCORIAS DE ACERO INOXIDABLE.

JULIA ROSALES GARCÍA

UNIVERSDIAD DE CÓRDOBA

CONTACTO:

957212028

jrosales@uco.es

X JORNADAS CÁTEDRA ACERINOX