

“Eco Hormigones fabricados con Áridos Reciclados Mixtos y Áridos Artificiales en una Economía Circular”



Dr. Marcos A. Díaz González
Ingeniero Constructor UTEM
Académico Jornada Completa, Depto. Ciencias de la Construcción
Secretario General Colegio de Constructores Civiles e
Ingenieros Constructores de Chile A.G.
mdiaz@utem.cl

CONTENIDOS

PARTE 1 INTRODUCCIÓN

- Motivación del tema
- Actualidad Española y Chilena

PARTE 2 MARCO NORMATIVO TÉCNICO

- Opinión de Expertos
- NCH 163. Áridos para morteros y hormigones
- NCH 3562. Gestión de Residuos

PARTE 3 ÁRIDOS RECICLADOS MIXTOS

Investigaciones realizada con la Universidad de Extremadura (España)

PARTE 4 ÁRIDOS ARTIFICIALES

Investigaciones realizadas con la Universidad de Concepción (Chile)

PARTE 5 CONCLUSIONES

- Conclusiones

CONTENIDOS

PARTE 1 INTRODUCCIÓN

- Motivación del tema
- Actualidad Española y Chilena

PARTE 2 MARCO NORMATIVO TÉCNICO

- Opinión de Expertos
- NCH 163. Áridos para morteros y hormigones.
- NCH 3562. Gestión de Residuos.

PARTE 3 ÁRIDOS RECICLADOS MIXTOS

Investigaciones realizadas con la Universidad de Extremadura (España).

PARTE 4 ÁRIDOS ARTIFICIALES

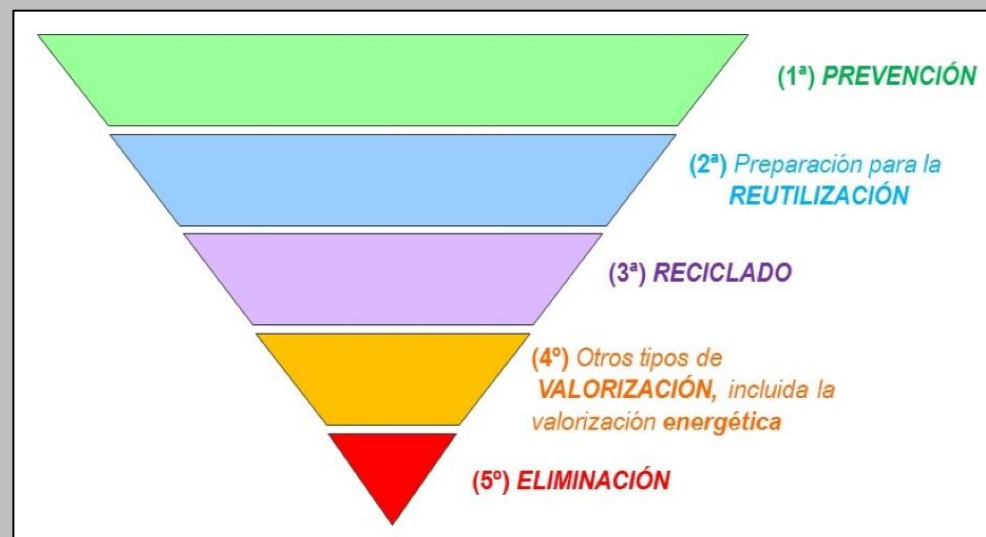
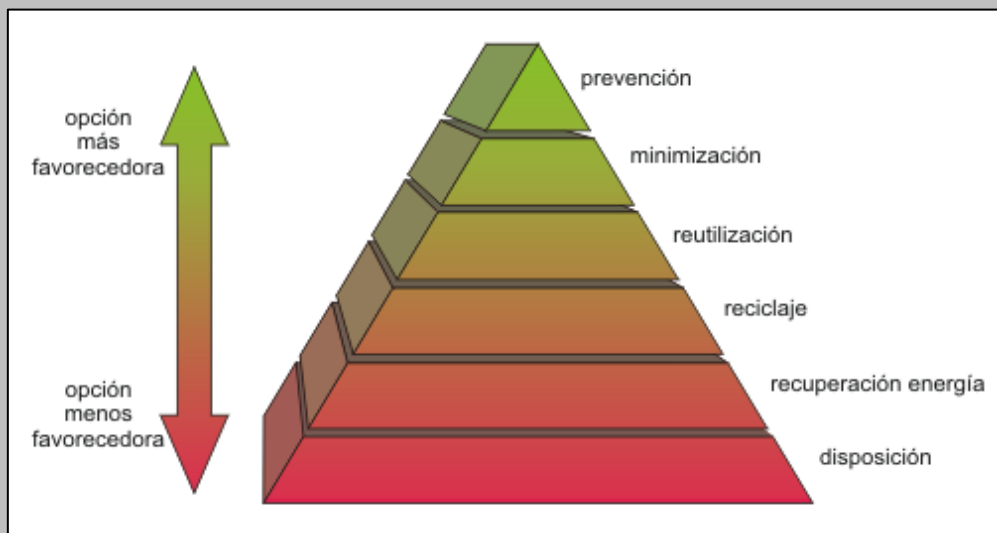
Investigaciones realizadas con la Universidad de Concepción (Chile).

PARTE 5 CONCLUSIONES

- Conclusiones

PARTE 1 – MOTIVACIÓN DEL TEMA

ACTUALIDAD ESPAÑOLA



PARTE 1 – MOTIVACIÓN DEL TEMA

ACTUALIDAD CHILENA



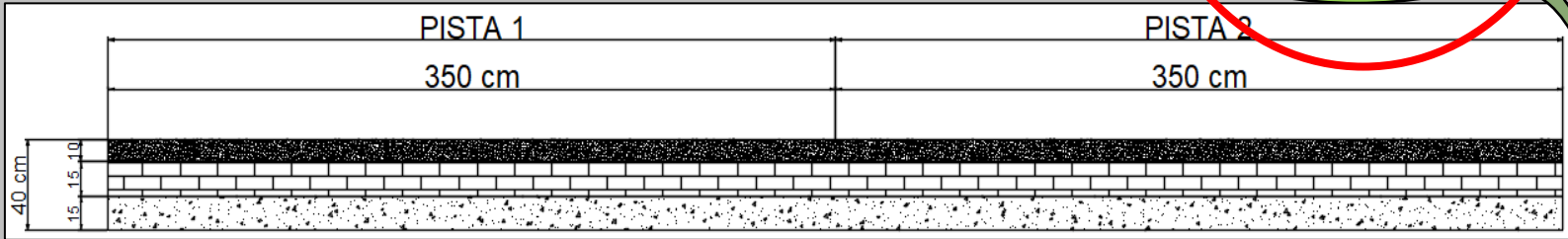
PARTE 1- MOTIVACIÓN DEL TEMA

ACTUALIDAD CHILENA

PENSEMOS EN LO SIGUIENTE...



Longitud total tramo proyecto	Espesor paquete estructural	Ancho unitario pista	N° pistas	Volumen total de RESCON a botadero
4200 m	0,4 m	3,5 m	4	23.520 m ³



España logró solucionar este tema, pero...

¿CHILE ESTÁ EN CONDICIONES DE HACERLO?

PROPÓSITO DE LA ECONOMÍA CIRCULAR

CONTENIDOS

PARTE 1 INTRODUCCIÓN

- Motivación del tema:
- Actualidad Española y Chilena

PARTE 2 MARCO NORMATIVO TÉCNICO

- Opinión de Expertos
- NCH 163. Áridos para morteros y hormigones
- NCH 3562. Gestión de Residuos

PARTE 3 ÁRIDOS RECICLADOS MIXTOS

Investigaciones realizadas con la Universidad de Extremadura (España).

PARTE 4 ÁRIDOS ARTIFICIALES

Investigaciones realizadas con la Universidad de Concepción (Chile).

PARTE 5 CONCLUSIONES

- Conclusiones

PARTE 2 – OPINIÓN DE EXPERTOS

ENTREVISTA A PROFESIONALES



Article

Aggregate Recycling in Construction: Analysis of the Gaps between the Chilean and Spanish Realities

Marcos Díaz ¹, María Belén Almendro-Candel ², David Blanco ¹ and Manuel Miguel Jordan ^{2,*}

¹ Department of Construction Sciences, Metropolitan Technological University, Dieciocho 390, 8330526 Santiago, Chile

² Department of Agrochemistry and Environment, Miguel Hernández University of Elche, Avd. Universidad s/n, 03202 Elche (Alicante), Spain

* Correspondence: manuel.jordan@umh.es

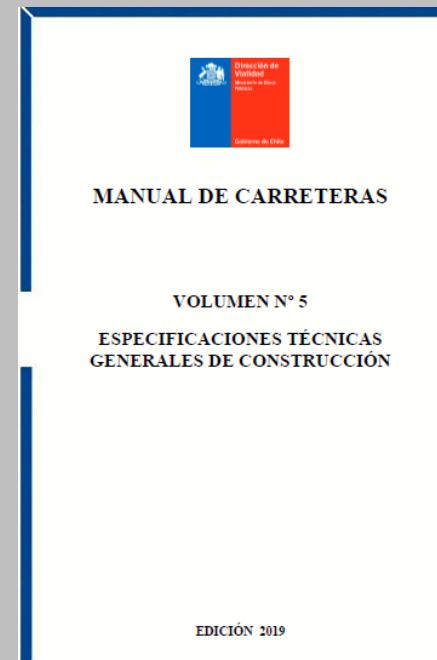
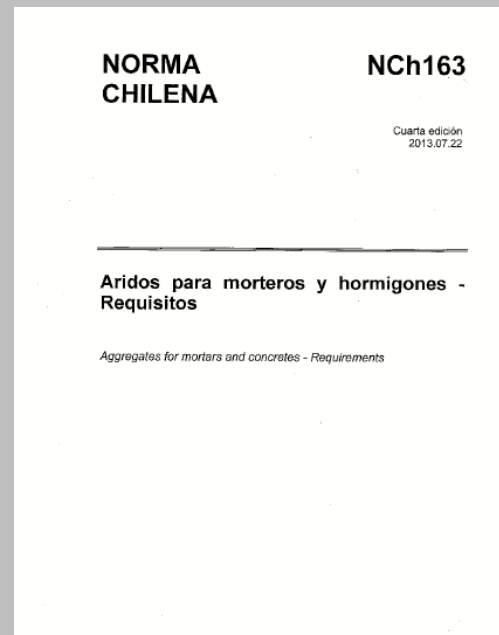
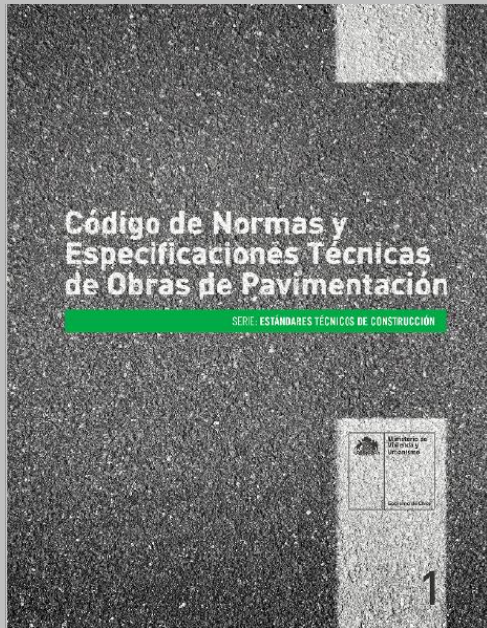
Están en conocimiento de la futura escasez de áridos en la Región Metropolitana RM (2018-2019).

Profesional	Entidad	
Roberto Tédias	Constructora TVIAL Ltda.	
Jorge Fuentes	Constructora BROTEC	
Francisco Mora	SERVIU Metropolitano	
Gabriela Muñoz	Laboratorio Nacional de Vialidad	
Gabriel Palma	Laboratorio Nacional de Vialidad	
Víctor Reyes	Ministerio de Obras Públicas	

PARTE 2 – MARCO NORMATIVO TÉCNICO

Actualmente en Chile, no existe normativa técnica que incluya al árido reciclado dentro de sus especificaciones.

Se está trabajando en la actualización NCh 163 “Áridos para Morteros y Hormigones – Requisitos”, “Código de Normas de Especificaciones Técnicas de Obras de Pavimentación (SERVIU)” y en el “Manual de Carreteras (se incluyó el RAP)”



1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21

Áridos para morteros y hormigones - Requisitos

Preámbulo

El Instituto Nacional de Normalización, INN, es el organismo que tiene a su cargo el estudio y preparación de las normas técnicas a nivel nacional. Es miembro de la INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) y de la COMISIÓN PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS (COPANT), representando a Chile ante esos organismos.

Comité CL 035/SC1 Cemento Cales Hormigón y Áridos – NCh 163	
ORGANIZACIÓN	NOMBRE
AZA	Manuel Riquelme
-AZA	Matías Contreras
BSA Polpaico	Cristián Imbarack
BSA Polpaico	Sergio Muller
BSA Polpaico	Rodrigo Bravo
BSA Polpaico	Mario Alegría
Cementos Bío Bío	Jorge del Pozo
Cementos Bío Bío	Sergio Vidal
CONCREMAG	Cristopher López
Consultor	José Miguel Pascual
Consultor	Isabel Honold
Consultor	Sergio Martínez
Construtechnik	Luis Ebensperger
ECO AZA	Francisco Esser
Euclid Chemicals	Arturo Holmgren
IDIEM	Claudio Olate
IDIEM	Carlos Pineda
IDIEM	Danilo Corvalán
IDIEM	Miguel A. González

Instituto Nacional de Normalización	Cecilia Soto
Instituto Nacional de Normalización	Emilio Rojas
Melón Áridos	Héctor Villalobos
MINVU	Paola Valencia
MINVU – DITEC	Susana Jara
MINVU – DITEC	Paula Olivares
MOP – LNV	Héctor Briones
MOP - DGOP	Víctor Pérez
MOP – D° Arquitectura	Eduardo Hurtado
Río Claro	Carla Salinas
SERVIU Metropolitano	Francisco Mora
UACH	Felipe Vargas
UFRO	Viviana Letelier
UMAG	Yasna Segura
UNAB	Carmen Paz Muñoz
UNICON Chile	Jacques Bornand
UTEM - GENIM	Patricio Valdivia
UTEM - DCC	Marcos Díaz
Valley Technologies	Nicolás del Valle

PARTE 2 – MARCO NORMATIVO TÉCNICO

Se agrega:

- Definiciones de Árido Reciclado, Árido Artificial, Árido Procesado.
- Cumplimiento de requisitos para la caracterización (requisitos físicos y químicos). Indicadores importantes : Absorción y Trazabilidad.
- Reemplazo, en un principio, 10% en peso árido grueso.



PARTE 2 – MARCO NORMATIVO TÉCNICO

Próximas normas referente a este tema:

- Proyecto: NCh 3848 Pavimentos - Áridos reciclados - Trazabilidad y requisitos para incorporar en bases y subbases de pavimentos.
- Proyecto: NCh 3849 Áridos - Áridos reciclados en base a hormigón endurecido y materiales de construcción sin clasificar - Clasificación y requisitos.
- Proyecto: NCh 3850 Pavimentos - Áridos artificiales - Trazabilidad y requisitos para incorporar en las bases y subbases de pavimentos.
- Proyecto: NCh 3851 Áridos - Áridos artificiales en base a escorias del proceso siderúrgico y del proceso de minería del cobre - Clasificación y requisitos

PARTE 2 – MARCO NORMATIVO TÉCNICO

NCh 3562: Gestión de residuos – Residuos de construcción y demolición (RESCON) y material de excavación – Clasificación y directrices para plan de gestión

NORMA
CHILENA

NCh
3562

Primera edición
2019.06.24

Gestión de residuos — Residuos de construcción y demolición (RCD) — Clasificación y directrices para el plan de gestión

Waste management – Construction and demolition waste (CDW) – Classification and guidelines for the management plan

ICS 13.030.99; 91.040.01



Número de referencia
NCh3562:2019
21 páginas

© INN 2019

USO EXCLUSIVO - Convenio MINVU/INN Estudio de Norma RUT 61.801.0007 (PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN)

Copia para uso exclusivo - Ministerio de Vivienda y Urbanismo - Para fines de digitalización e incorporación a cartpas legales - Convenio MINVU/INN Estudio de Norma - DN.LC - DN.LC

NCh3562:2019



DOCUMENTO PROTEGIDO POR COPYRIGHT

© INN 2019

Derechos de autor:

La presente Norma Chilena se encuentra protegida por derechos de autor o copyright, por lo cual, no puede ser reproducida o utilizada en cualquier forma o por cualquier medio, electrónico o mecánico, sin permiso escrito del INN. La publicación en Internet se encuentra prohibida y penada por la ley.

Se deja expresa constancia que en caso de adquirir algún documento en formato impreso, éste no puede ser copiado (fotocopia, digitalización o similares) en cualquier forma. Bajo ninguna circunstancia puede ser revendida. Asimismo, y sin perjuicio de lo indicado en el párrafo anterior, los documentos adquiridos en formato .pdf, tiene autorizada sólo una impresión por archivo, para uso personal del Cliente. El Cliente ha comprado una sola licencia de usuario para guardar este archivo en su computador personal. El uso compartido de estos archivos está prohibido, sea que se materialice a través de envíos o transferencias por correo electrónico, copia en CD, publicación en Intranet o Internet y similares.

Si tiene alguna dificultad en relación con las condiciones antes citadas, o si usted tiene alguna pregunta con respecto a los derechos de autor, por favor contacte la siguiente dirección:

Instituto Nacional de Normalización - INN
Av. Libertador Bernardo O'Higgins 1449, Santiago Downtown Torre 7, piso 18 • Santiago de Chile
Tel. + 56 2 2445 88 00
Correo Electrónico contacto@inn.cl
Sitio Web www.inn.cl
Publicado en Chile

© INN 2019 - Todos los derechos reservados

CONTENIDOS

PARTE 1 INTRODUCCIÓN

- Motivación del tema
- Actualidad Española y Chilena

PARTE 2 MARCO NORMATIVO TÉCNICO

- Opinión de Expertos
- NCH 163. Áridos para morteros y hormigones
- NCH 3562. Gestión de Residuos

PARTE 3 ÁRIDOS RECICLADOS MIXTOS

Investigaciones realizada con la Universidad de Extremadura (España)

PARTE 4 ÁRIDOS ARTIFICIALES

Investigaciones realizadas con la Universidad de Concepción (Chile)

PARTE 5 CONCLUSIONES

- Conclusiones

PARTE 3 – Áridos Reciclados Mixtos

Planta de tratamiento de RDS (Plasencia, Extremadura, España)



PARTE 3 – Áridos Reciclados Mixtos

Planta de tratamiento de RCD (Plasencia, Extremadura, España)





PARTE 3 – Áridos Reciclados Mixtos en bibliografía científica

Continente	Material	Fracción	% Permitido		Tipo de hormigón
			Valor mínimo	Valor máximo	
Asia (China, Korea y Japón)	RCA	Gruesa	20	100	Estructural
		Fina	30	100	Estructural
		Gruesa	0	100	No Estructural
		Fina	0	30	No Estructural
Australia	RCA	Gruesa	-	30	Estructural
	MRA	Gruesa	-	100	Estructural
Europa (Belgica, Alemania, Italia, Dinamarca, Holanda, Portugal, Suiza, Reino Unido, Francia, España)	RCA	Gruesa	15	100	Estructural
		Gruesa/Fina	-	100	Estructural
	MRA	Gruesa	25	100	Estructural
		Fina	-	20	No Estructural
América (Brasil)	RCA	Gruesa/Fina	-	100	No Estructural
	MRA	Gruesa/Fina	-	100	No Estructural

Nota. - RCA: árido reciclado de hormigón; MRA: árido reciclado mixto

PARTE 3 – Caracterización

- Grauvaca sílicea machacada:
 - a) Arena natural 0/6 mm (ANf); y
 - b) Gravilla natural 6-12 mm (ANc), cumpliendo con norma europea EN 12620 para áridos empleados en la fabricación de hormigones.
- Propiedades físicas y mecánicas de los áridos utilizados en la investigación, junto con los requisitos exigidos por la norma europea EN 12620 y la Instrucción Española de Hormigón Estructural (EHE-08) para los áridos empleados en la fabricación de hormigones.

Propiedad	Áridos				EN-12620/EHE08
	ANf	ANc	MRAf	MRAc	
Dssd (kg/m ³)	2760	2740	2700	2420	-
Coefficiente de absorción (% en peso)	1.18	0.88	5.39	6.28	<5
Coefficiente de Los Ángeles (% en peso)	-	16	-	32	<40
Índice de lascas (wt%)	-	21	-	10	<35

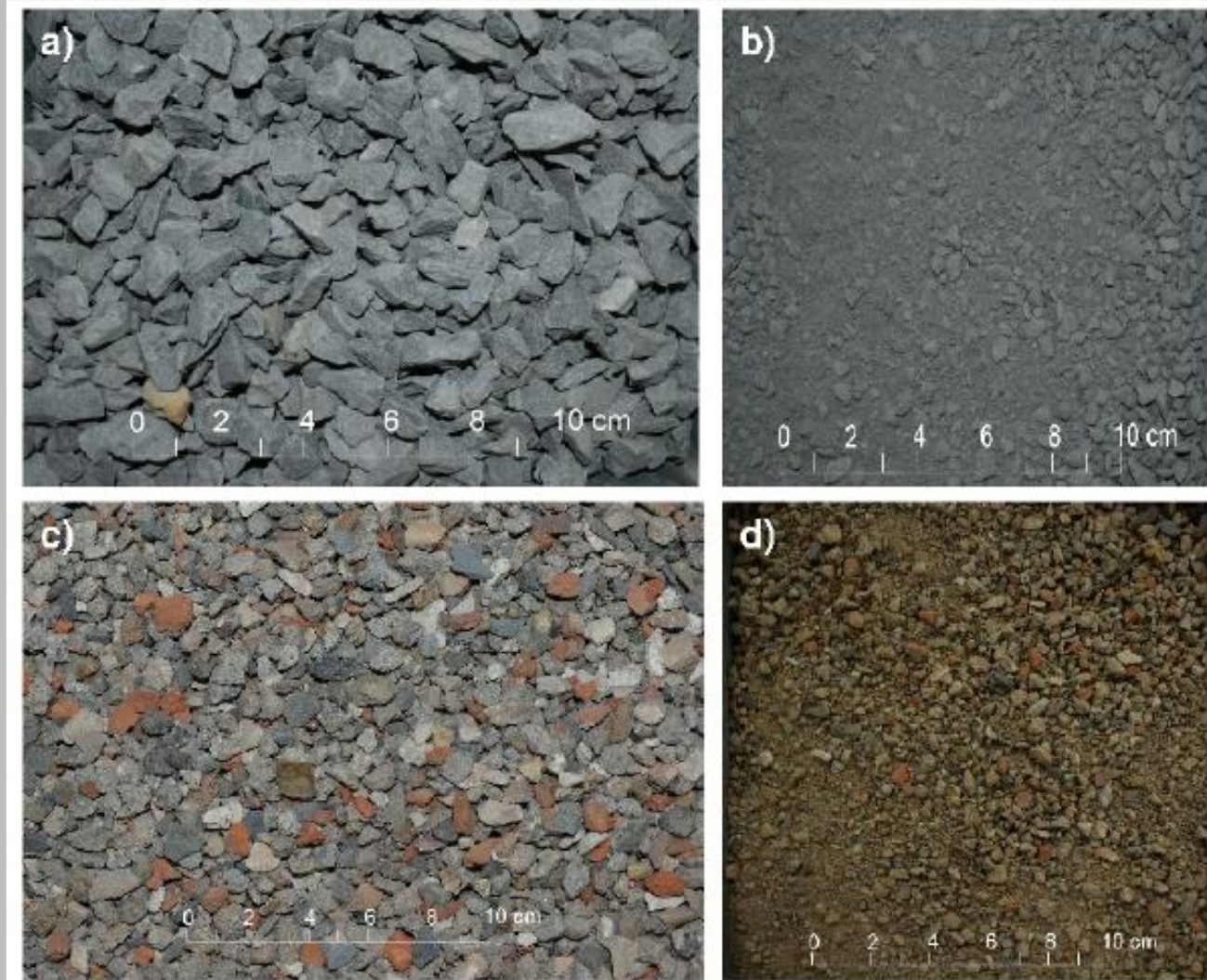
Nota. - ANf: Arena natural; ANc: Grava natural; MRAf: Arena reciclada mixta; MRAc: Grava reciclada mixta; Dssd: Densidad superficie saturada seca; WA₂₄: Coeficiente de Absorción de agua a las 24 horas; LC: Coeficiente de Los Ángeles; and FI: Índice de lascas.

PARTE 3 – Componentes

- Los MRA utilizados proceden de la planta de gestión de C&DW de ARAPLASA, situada en el norte de la provincia de Cáceres (España) presentándose al igual que los áridos naturales en dos fracciones:
 - a) Arena mixta reciclada 0/6 mm (MRAf); y
 - b) Grava reciclada mixta 6/12 mm (MRAc).
- Respecto a su morfología, se caracterizan por presentar preferentemente formas redondeadas y poco laminares.

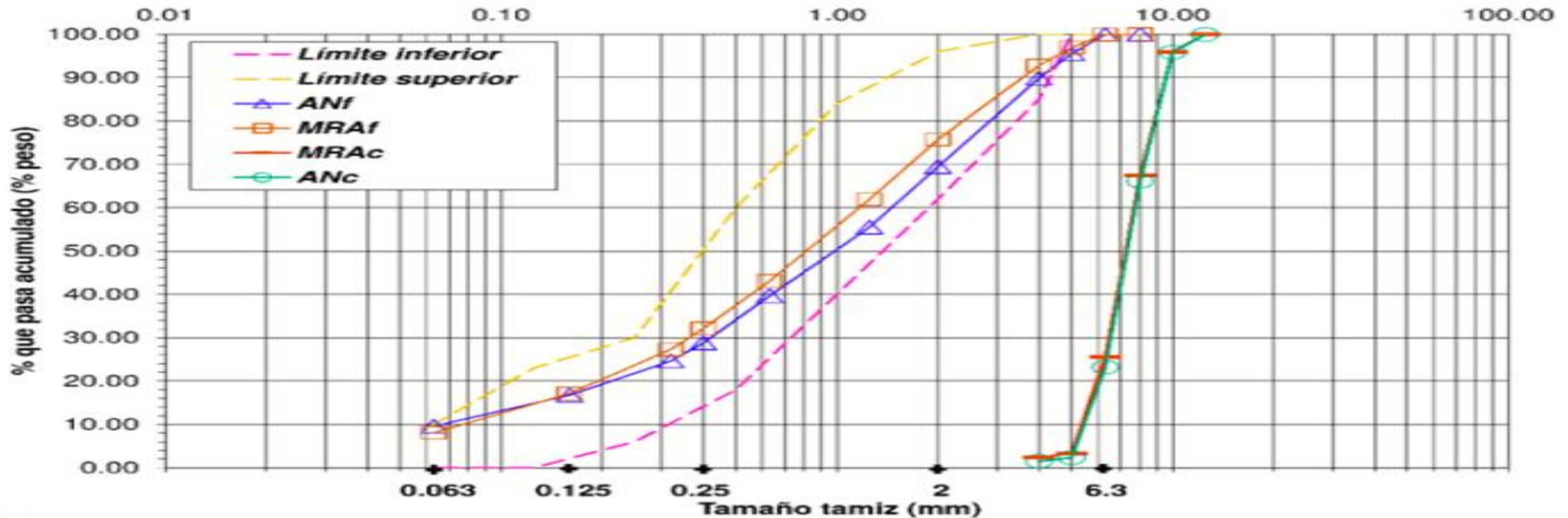
Clase	Tipo	Contenido (% peso)
Rc	Hormigón y mortero	43.98
Ru	Piedra natural	43.94
	Rc + Ru	87.82
Rb	Material de arcilla cocida	10.93
Ra	Asfalto	0.87
FL	Partículas flotantes	0.02
G	Yeso	0.34
X + Rg	Otros y vidrio	0.02

PARTE 3 – Textura



PARTE 3 – Áridos Reciclados Mixtos

- Distribución granulométrica continua para ambos tipos de áridos.
- Ambas arenas se encuentran dentro del huso granulométrico recomendados por la EHE-08 para la fabricación de hormigones.
- Porcentaje de partículas que pasa acumulado por el tamiz de 0.063 mm < 10% en peso, límite máximo exigido por la EHE-08 para arenas machacadas de naturaleza silíceas.



PARTE 3 – Ensayes realizados

- El cemento portland utilizado es un CEM I 42.5 R que cumple con los requisitos establecidos en la norma europea EN 197-1, fue suministrado por la planta del grupo Lafarge Holcim en Villaluengo de la Sagra, en la provincia española de Toledo (España).
- Se utilizó el aditivo superplastificante FUCHS 286 BRYTEN NF, aditivo reductor de agua.

Propiedades	Ensayo	Norma	Tamaño probeta (mm)	Edad de ensayo (días)
Físicas	Densidad	EN 12350-6	Cúbicas 150x150x150	Inicio
	Aire Ocluido	EN 12350-7		Inicio
	Consistencia	EN 12350-2		Inicio
Mecánicas	Compresión	EN 12390-7	Cúbicas 150x150x150	7, 28 y 90
	Tracción	EN 12390-6	Cilíndricas 100 ϕ x 200	28
	Flexión	EN 12390-5	Prismáticas 100x100x400	28
Durables	Penetración bajo presión	EN 12390-8	Cilíndricas 150 ϕ x 300	28

PARTE 3 – Diseño de mezclas

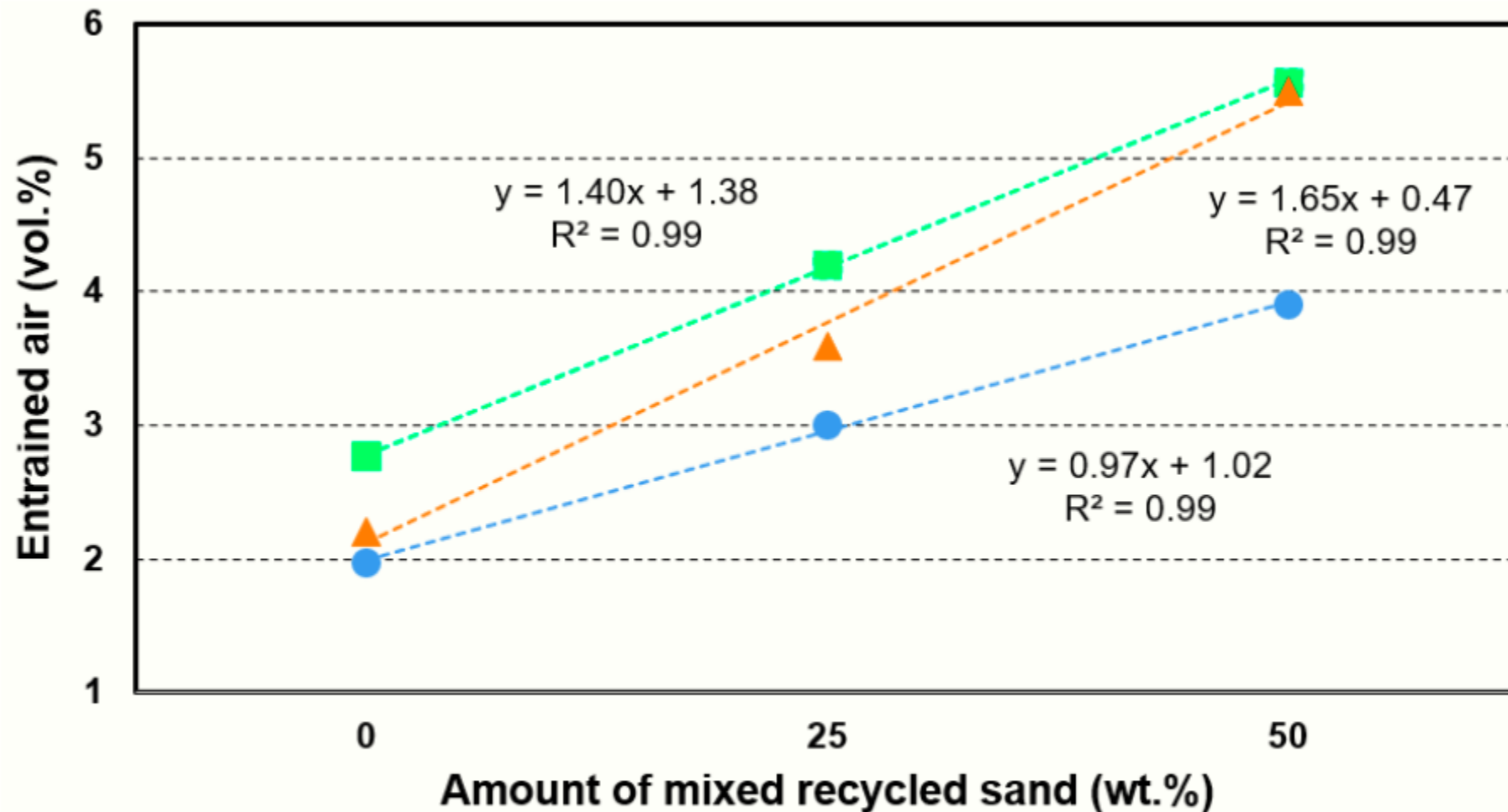
Materiales (kg/m ³)	Mezclas								
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
fNA	916.8	684.0	446.4	902.4	666.0	434.4	888.0	648.0	429.6
fMRA	0.0	228.0	446.4	0.0	222.0	434.4	0.0	216.0	429.6
cNA	993.2	988.0	967.2	733.2	721.50	705.90	481.0	468.0	465.4
cMRA	0.0	0.0	0.0	244.4	240.5	235.3	481.0	468.0	465.4
Cemento	380.0	380.0	380.0	380.0	380.0	380.0	380.0	380.0	380.0
Agua	224.4	228.9	231.1	232.8	237.4	241.5	243.9	247.5	252.3
Aditivo	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9

Árido	Mezcla 1	Mezcla 2	Mezcla 3	Mezcla 4	Mezcla 5	Mezcla 6	Mezcla 7	Mezcla 8	Mezcla 9
Gravilla natural	100	100	100	75	75	75	50	50	50
Gravilla mixta	0	0	0	25	25	25	50	50	50
Arena natural	100	75	50	100	75	50	100	75	50
Arena mixta	0	25	50	0	25	50	0	25	50

PARTE 3 – Consistencia, Aire Ocluido, Densidad

Mezcla	Consistencia (cm)	Aire ocluido (vol. %)	Densidad (kg/m ³)
M1	6.00	1.97	2416.37
M2	6.00	3.00	2380.97
M3	5.17	3.90	2354.57
M4	5.50	2.20	2372.79
M5	5.50	3.60	2322.27
M6	6.50	5.50	2275.41
M7	6.50	2.77	2331.01
M8	5.67	4.20	2286.24
M9	5.17	5.57	2288.47

PARTE 3 – Aire Ocluido



- 0% Recycled gravel
- ▲ 25% Recycled gravel
- 50% Recycled gravel

PARTE 3 – Docilidad

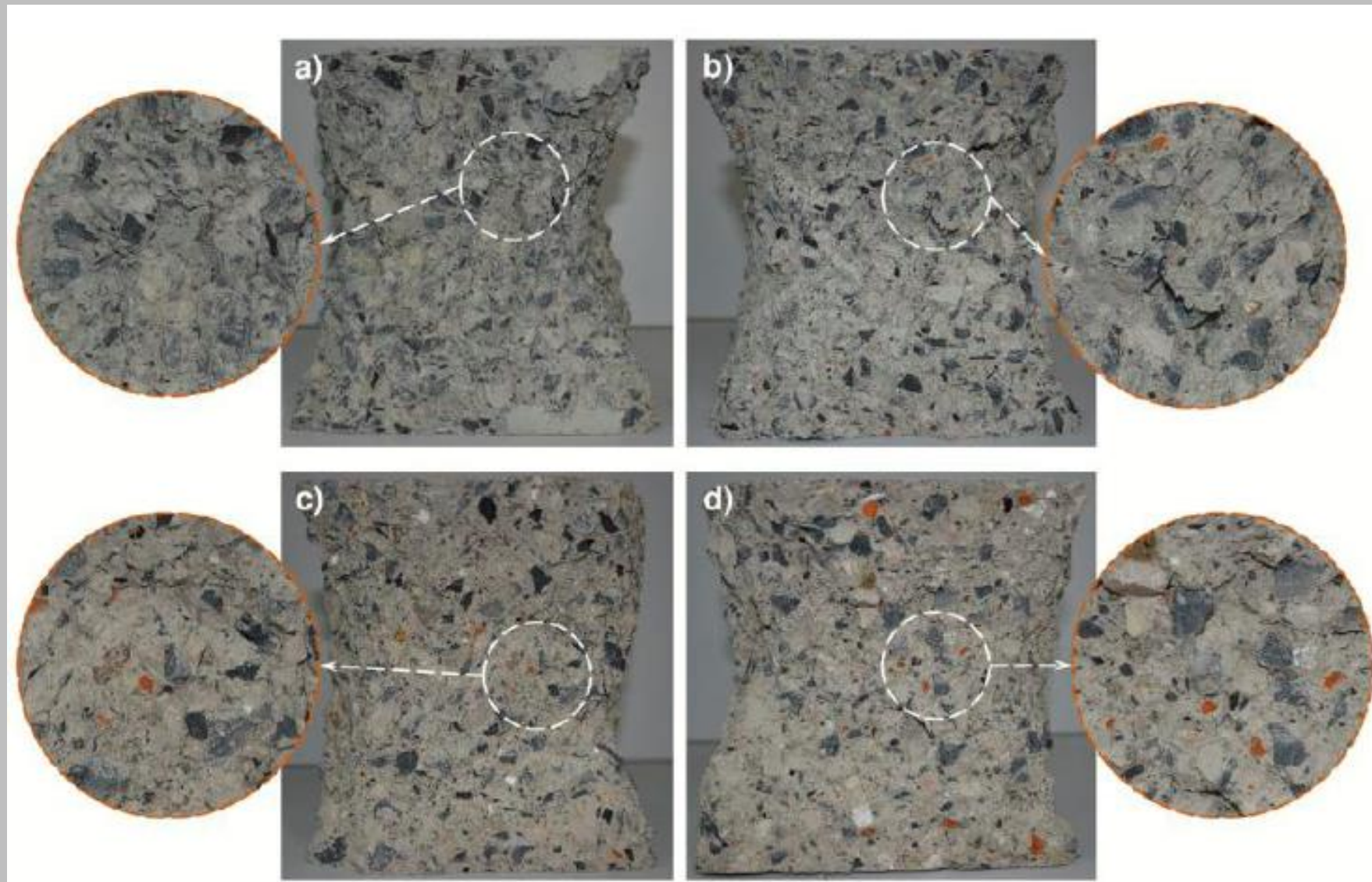


PARTE 3 – Áridos Reciclados Mixtos - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Mezcla	D_{28d} (kg/m ³)	f_{cm7d}	σ	f_{cm28d}	σ	f_{cm90d}	σ
M1	2412.15	33,45	0,26	40,02	0,22	46,67	0,67
M2	2377.78	31,72	0,38	41,54	1,10	55,58	0,75
M3	2330.17	33,14	0,61	40,00	0,46	50,43	0,72
M4	2368.30	30,92	0,69	38,48	0,33	48,31	0,31
M5	2321.38	31,38	1,04	37,84	0,34	47,85	0,23
M6	2274.07	31,04	0,28	38,02	0,41	47,16	0,94
M7	2319.11	30,85	0,80	37,77	0,49	50,60	0,87
M8	2283.52	30,62	0,90	36,82	0,91	52,12	0,72
M9	2278.12	29,87	0,53	39,46	0,79	52,44	0,83

Nota. – D_{28d} : densidad en estado endurecido a 28 días; σ : Desviación estándar; f_{cm7d} : resistencia media a compresión a 7 días; f_{cm28d} : resistencia media a compresión a 28 días; f_{cm90d} : resistencia media a compresión a 90 días. f_{cm} resistencia a compresión media sobre probeta cúbica que deberá ser multiplicada por un factor de 0.90 para convertirla en probeta cilíndrica de 150 ϕ x300 mm

PARTE 3 – Áridos Reciclados Mixtos - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



PARTE 3 – Áridos Reciclados Mixtos – RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y FLEXIÓN

Mezcla	fcmt (MPa)	Δ fcmt (%)*	Δ fcmt (%)	fcmf (MPa)	Δ fcmf (%)*	Δ fcmf (%)
M1	3.45±0.09	-	-	3.82±0.12	-	-
M2	3.75±0.07	+8.70	-	4.16±0.11	+8.90	-
M3	3.54±0.13	+5.51	-	4.15±0.23	+8.64	-
M4	3.21±0.05	-6.96	-	4.10±0.02	+7.33	-
M5	3.41±0.06	-1.16	+6.23 [♣]	4.28±0.09	+12.04	+4.39 [♣]
M6	3.31±0.07	-4.06	+3.12 [♣]	4.21±0.06	+10.21	+2.68 [♣]
M7	3.29±0.06	-4.64	-	3.69±0.27	-3.40	-
M8	3.40±0.05	-1.45	+3.34 [*]	3.83±0.21	+0.26	+3.79 [*]
M9	3.44±0.06	-0.29	+4.56 [*]	4.06±0.20	+6.28	+10.03 [*]

Nota. – fcmt: resistencia media a tracción; fcmf: resistencia media a flexión;
^{*}Variación de la resistencia respecto a M1; [♣]Variación de la resistencia respecto a M4; y ^{*}Variación de la resistencia respecto a M7

PARTE 3 – Áridos Reciclados Mixtos – PENETRACIÓN DE AGUA BAJO PRESIÓN



CONTENIDOS

PARTE 1 INTRODUCCIÓN

- Motivación del tema:
- Actualidad Española y Chilena

PARTE 2 MARCO NORMATIVO TÉCNICO

- Opinión de Expertos
- NCH 163. Áridos para morteros y hormigones.
- NCH 3562. Gestión de Residuos

PARTE 3 ÁRIDOS RECICLADOS MIXTOS

Investigaciones realizadas con la Universidad de Extremadura (España)

PARTE 4 ÁRIDOS ARTIFICIALES

Investigaciones realizadas con la Universidad de Concepción (Chile).

PARTE 5 CONCLUSIONES

- Conclusiones

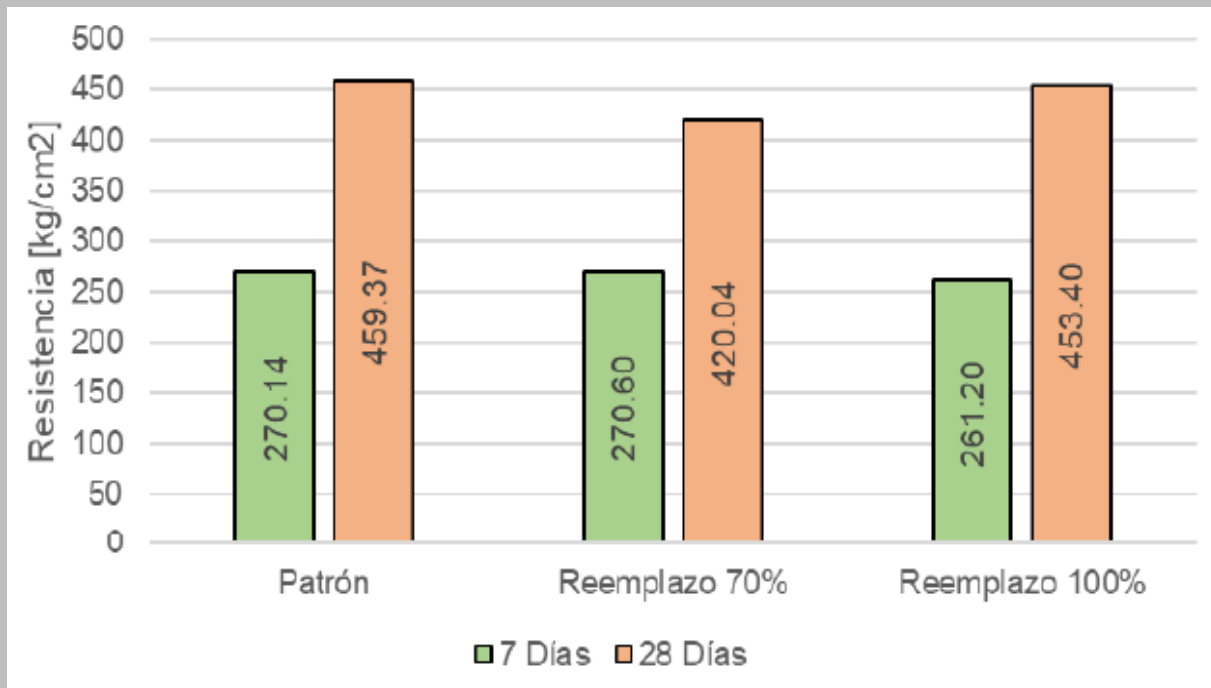
PARTE 4 – Áridos Artificiales – ESCORIAS DE COBRE



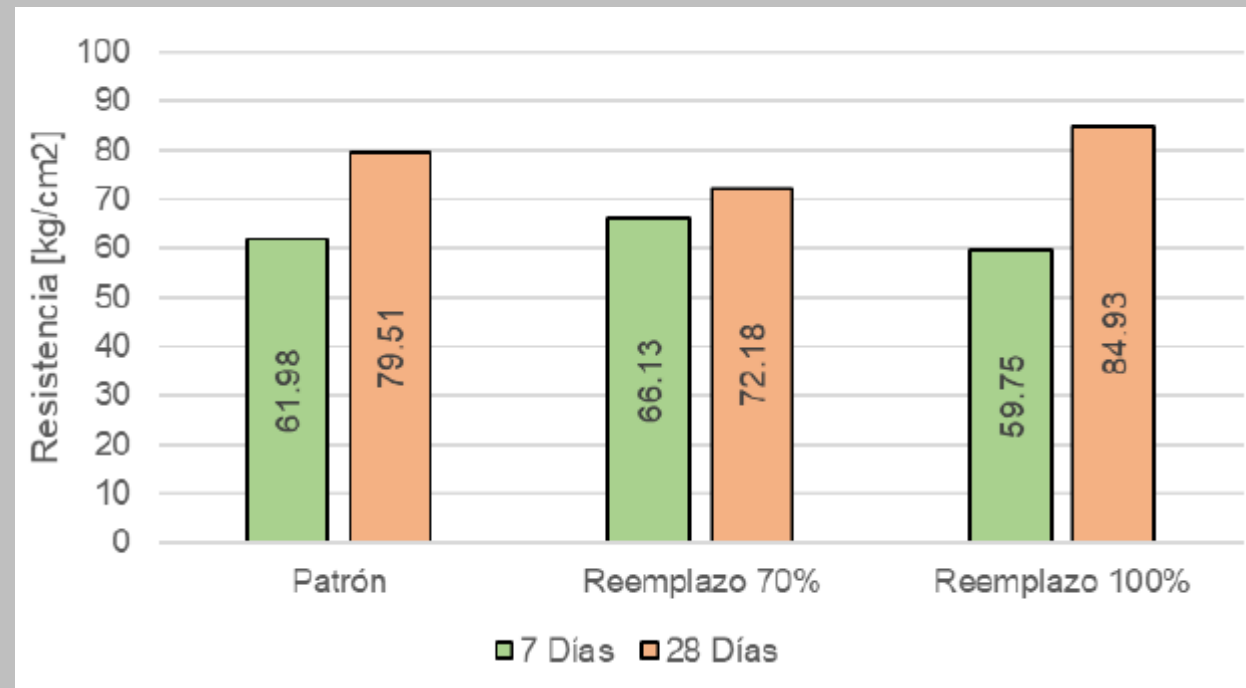
**Universidad
de Concepción**



PARTE 4 – Áridos Artificiales – 70% y 100% Reemplazo arena en Morteros (300 kg/cm²)

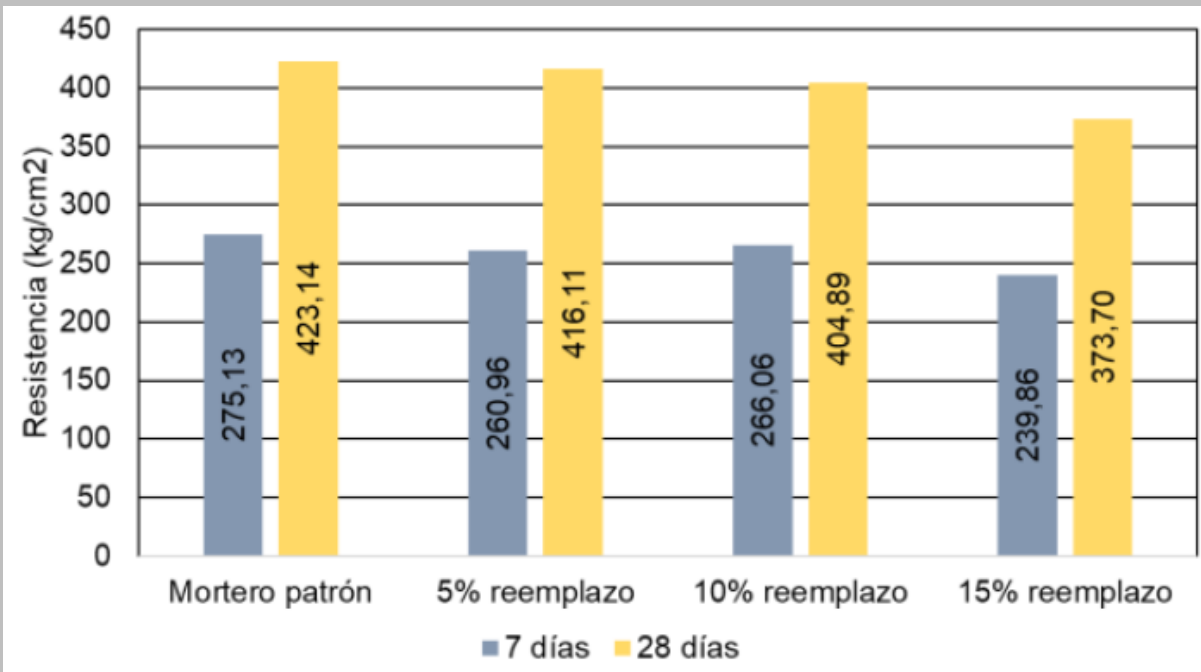


Resistencia a la compresión

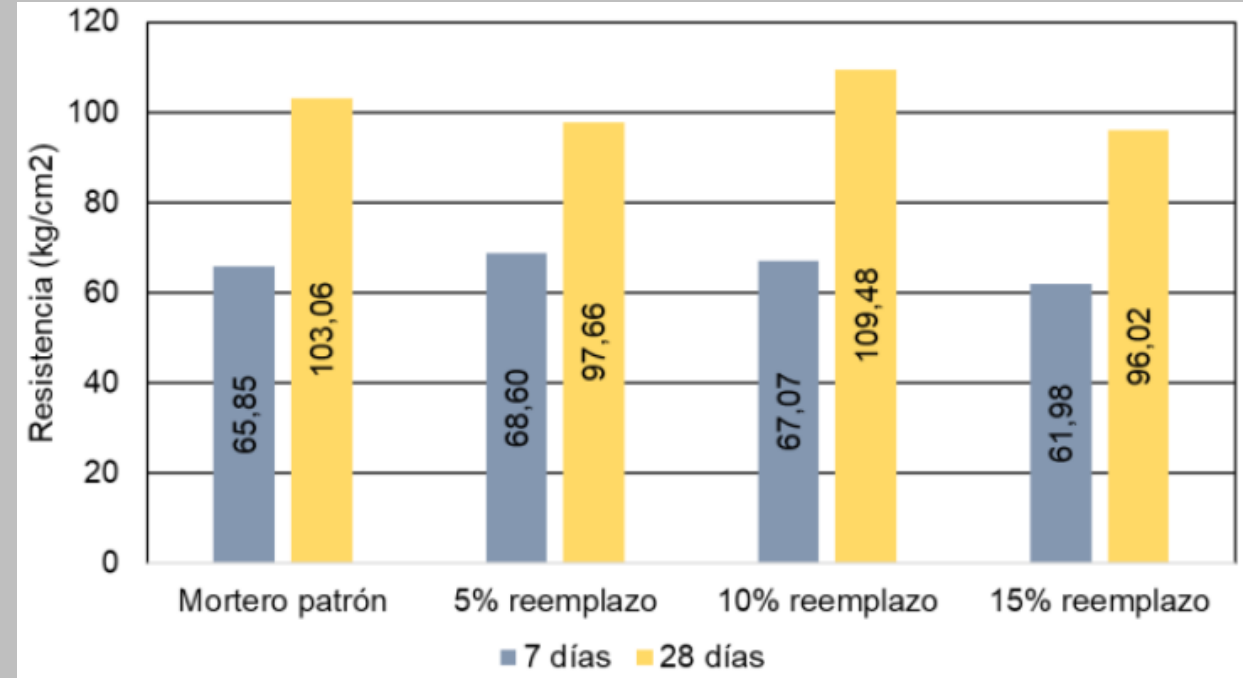


Resistencia a la flexión

PARTE 4 – Áridos Artificiales – 5%, 10% y 15% Reemplazo Cemento en Morteros (250 Kg/cm²)

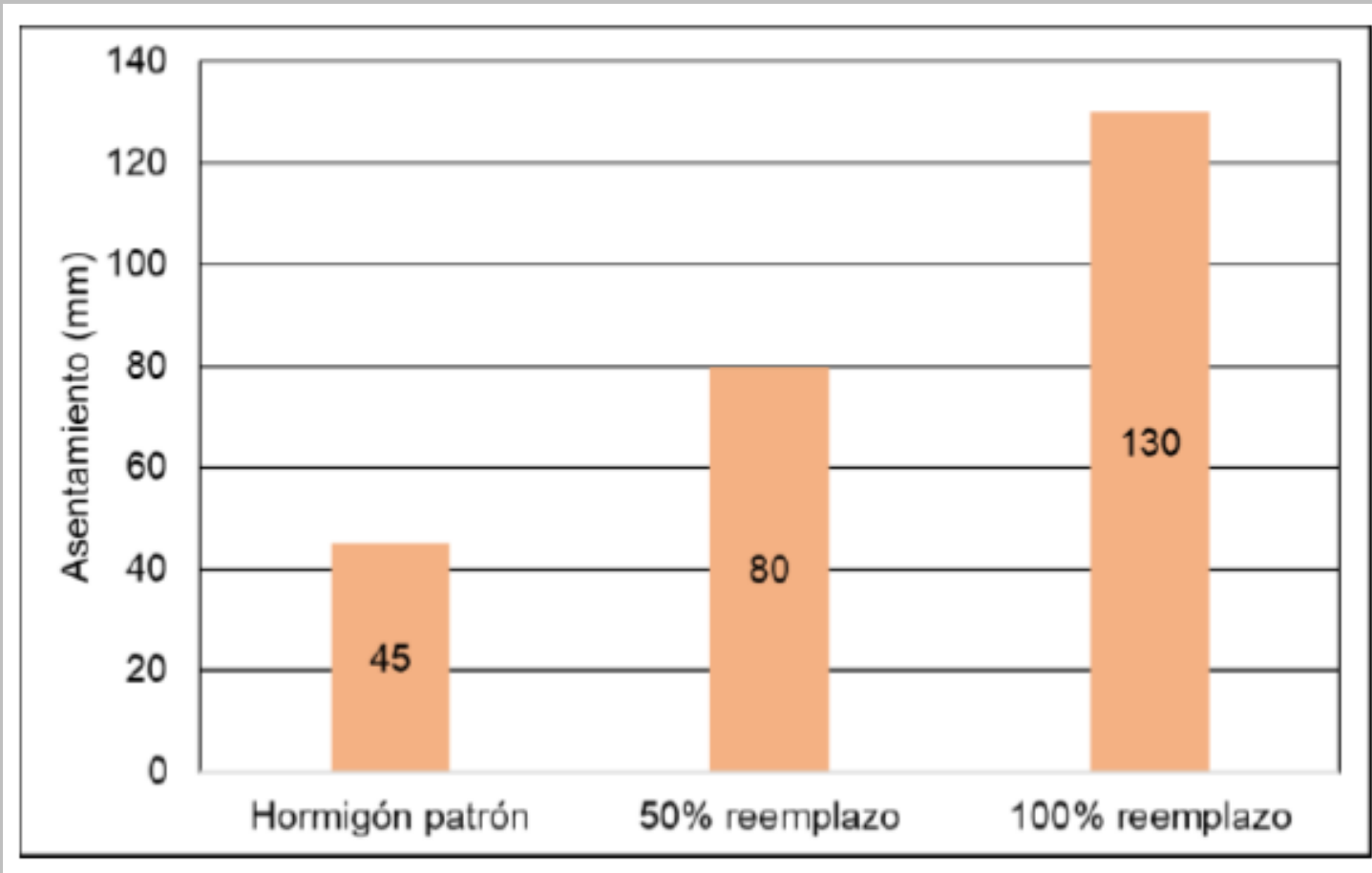


Resistencia a la compresión



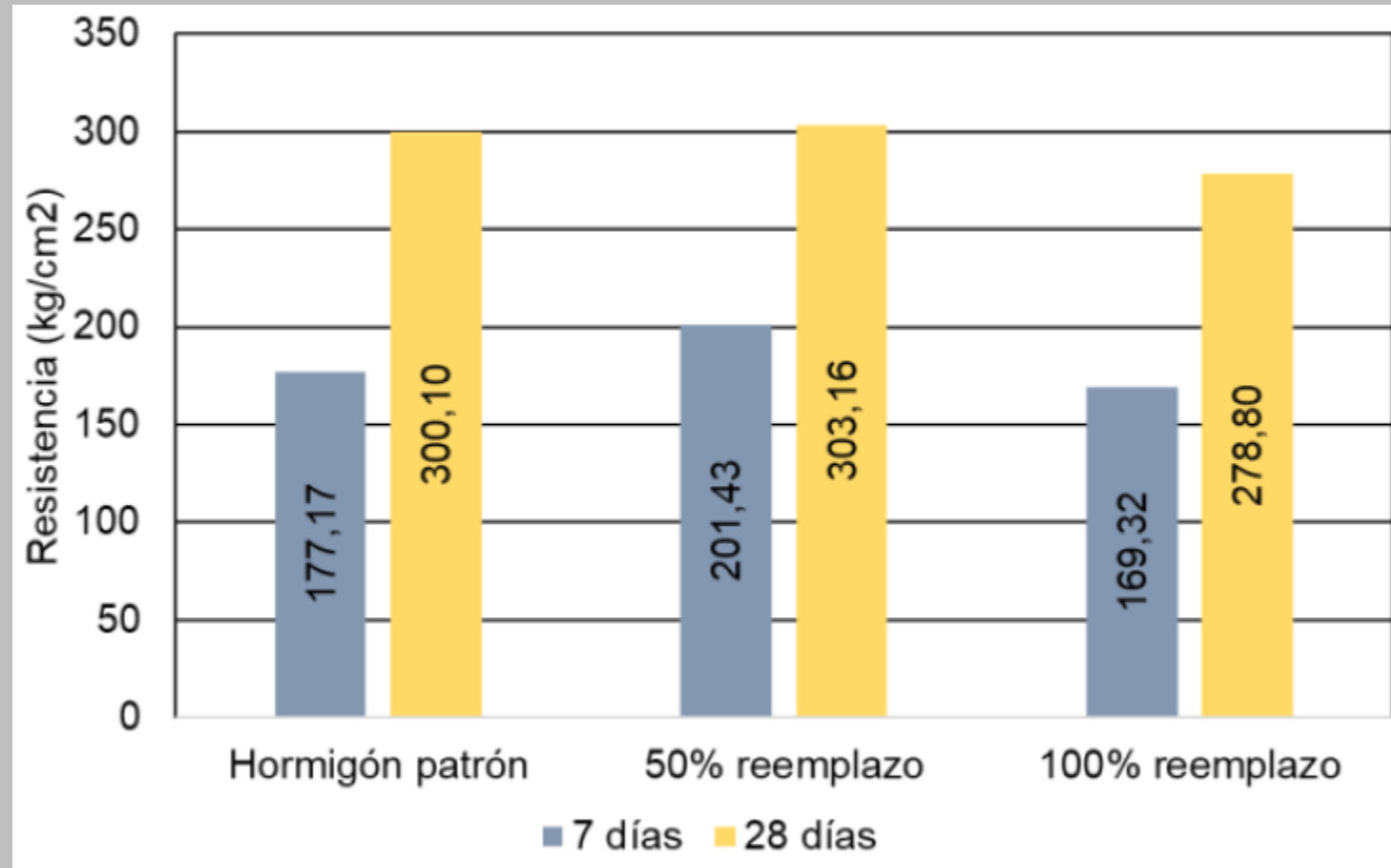
Resistencia a la flexión

PARTE 4 – Áridos Artificiales – Reemplazo Gravilla (20 mm) en Hormigones (250 Kg/cm²)



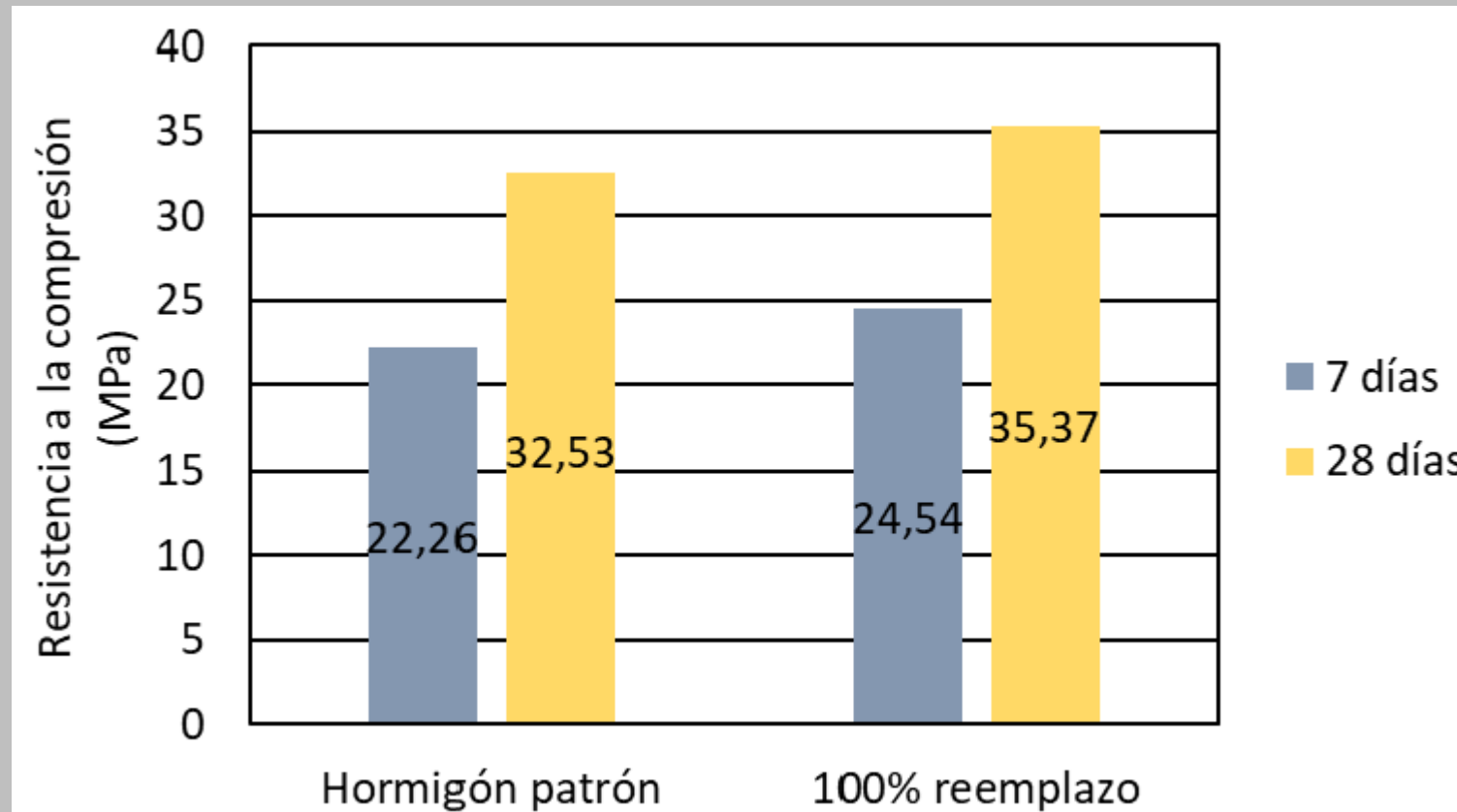
Docilidad (Cono de Abrams)

PARTE 4 – Áridos Artificiales – Reemplazo Gravilla (20 mm) en Hormigones (250 Kg/cm²)



Resistencia a la compresión

PARTE 4 – Áridos Artificiales – 50% - 50% Reemplazo Grava (40 mm) - Gravilla (20 mm), en Hormigones (250 Kg/cm²)



Resistencia a la compresión

CONTENIDOS

PARTE 1 INTRODUCCIÓN

- Motivación del tema:
- Actualidad Española y Chilena

PARTE 2 MARCO NORMATIVO TÉCNICO

- Opinión de Expertos
- NCH 163. Áridos para morteros y hormigones.
- NCH 3562. Gestión de Residuos

PARTE 3 ÁRIDOS RECICLADOS MIXTOS

Investigaciones realizadas con la Universidad de Extremadura (España)

PARTE 4 ÁRIDOS ARTIFICIALES

Investigaciones realizadas con la Universidad de Concepción (Chile)

PARTE 5 CONCLUSIONES

- Conclusiones

PARTE 5 – Conclusiones

Normativa

Actualización “NCH 163, Áridos para morteros y hormigones – Requisitos”. Incluye los áridos reciclados y artificiales, no así otro tipo de RCD que puedan utilizarse (arcillas y cerámicas).

Áridos Reciclados Mixtos

Permite reemplazar en 25% el árido natural fino, manteniendo la resistencia a la compresión.

Permite reemplazar en 50% el árido natural fino, disminuyendo la penetración de agua bajo presión.

Por el momento, no es considerado dentro de la NC 163. En España ya se industrializa.

Áridos Reciclados Artificiales

Permiten reemplazar en 50% (superando la resistencia patrón) y 100% (disminuyendo la resistencia en menor cantidad) , la cantidad de áridos gruesos naturales.

Aumenta la Docilidad al aumentar la cantidad de agregado.

PARTE 5 – Conclusiones



Municipal Engineer
Volume 170 Issue ME2

Unsealed joints in urban concrete pavements for buses
Pradena and Diaz

ice | proceedings

Proceedings of the Institution of Civil Engineers
Municipal Engineer 170 June 2017 Issue ME2
Pages 97–104 <http://dx.doi.org/10.1680/jmuen.16.00003>
Paper 1600003
Received 22/01/2016 Accepted 24/05/2016
Published online 24/04/2016
Keywords: concrete structures/pavement design/
roads & highways
ICE Publishing: All rights reserved

ice
Institution of Civil Engineers
publishing

Unsealed joints in urban concrete pavements for buses

Mauricio Pradena MSc
PhD Candidate, TU Delft, Delft, The Netherlands;
Assistant Professor, Department of Civil Engineering,
University of Concepcion, Concepcion, Chile (corresponding author:
m.a.pradenamique@tudelft.nl)

Marcos Diaz MSc
Associate Professor, Department of Construction Sciences, Metropolitan
University of Technology, Santiago, Chile

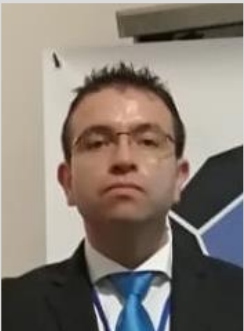
Urban pavements for buses need to resist high traffic demands without regular invasive maintenance interventions that affect the pavement clients. Although jointed plain concrete pavements can provide these requirements, sealing the joints and keeping them sealed for 10 years costs up to 45% more than unsealed joints. The objective of this paper is to evaluate the performance of unsealed transverse joints in urban pavements for buses. The field

Áridos Reciclados Artificiales: Mayor Densidad, Mayor Resistencia al desgaste superficial

Evitar el uso de Sello de Juntas de Contracción.

“Eco Hormigones fabricados con Áridos Reciclados Mixtos y Áridos Artificiales en una Economía Circular”

**MUCHAS GRACIAS
POR LA
ATENCIÓN...!!!!**



Dr. Marcos A. Díaz González
Ingeniero Constructor UTEM
Académico Jornada Completa, Depto. Ciencias de la Construcción
Secretario General Colegio de Constructores Civiles e
Ingenieros Constructores de Chile A.G.
mdiaz@utem.cl