

INVESTIGACIÓN EN MARCHA

TESIS DOCTORAL
CURSO 2018-19

**DOCTORADO EN
MEDIO AMBIENTE Y SOSTENIBILIDAD**

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE





Doctorando: Marcos Díaz González

Director (es): Manuel Miguel Jordán Vidal, David Blanco Fernández

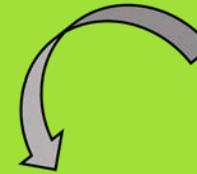
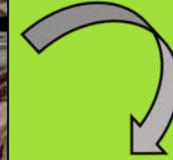
Tutor: María Belén Almendro Candel

Departamento/Centro/Instituto: Universidad Tecnológica Metropolitana
de Chile

Tesis para optar al Grado Académico de Doctor en Medio Ambiente y Sustentabilidad

“Reciclado de residuos de la construcción en Chile. Análisis y propuesta para aplicación en proyectos de infraestructura”

- Alumno Tesista: Marcos Díaz González
- Tutor: María Belén Almendro Candel
- Directores: Manuel Miguel Jordán Vidal,
David Blanco Fernández





Marcos Alfonso Díaz González

Académico Jornada Completa, Departamento de Ciencias de la Construcción, Universidad Tecnológica Metropolitana del Estado de Chile, UTEM

Académico Part Time, Escuela de Construcción Civil, Universidad de Las Américas, UDLA

Información académica

- Ingeniero Constructor, UTEM
- Postítulo en Administración de Empresas Constructoras, mención OOCC e Inmobiliarias, Pontificia Universidad Católica de Chile, PUC
- Magíster en Construcción, mención infraestructura, PUC
- Dr. © Universidad Miguel Hernández de Elche (España)

Asignaturas

- Ciencias de los Materiales II (Ing. Civil), Práctica Profesional (Ing. Constr) (UTEM)
- Obras Civiles, Caminos, Taller de Título, Metodología de la Investigación (UDLA)

Líneas de investigación

- Pavimentos de hormigón y asfalto
- Ciencias de los materiales
- Reciclado de áridos para obras de infraestructura

Otros

- Director Colegio Constructores Civiles e Ingenieros Constructores de Chile A.G. (Gremio)



OBJETIVO GENERAL:

- Analizar y proponer utilización de residuos de construcción, en obras de infraestructura vial en Chile, específicamente en hormigón.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Realizar Estado del Arte, entre normativas Chilenas y Españolas, referente al reciclado de residuos de la construcción, específicamente áridos.
- Estudiar los diferentes residuos de la construcción y demolición para observar la posibilidad de transformación en áridos granulares reciclados.
- Realizar mezclas de prueba de hormigón, utilizando áridos reciclados en base a residuos industriales.

Actividad realizada Enero 2018-Junio 2019



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, Santiago 8330526, Chile; mdiaz@utem.cl (M.D.); dblanco@utem.cl (D.B.)

² Department of Agrochemistry and Environment, Miguel Hernández University of Elche, Avd. Universidad s/n, 03202 Elche (Alicante), Spain; mb.almendro@umh.es

* Correspondence: manuel.jordan@umh.es

Received: 2 May 2019; Accepted: 20 June 2019; Published: 26 June 2019

- Aceptación Paper en revista indexada SCOPUS BUILDINGS, MDPI.

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

Actividad a realizar Julio – Agosto 2019



**Universidad
de Concepción**

- Realización de mezclas de prueba en hormigón de pavimentos, con residuos industriales, en dependencias de la Universidad de Concepción, con el PhD. Mauricio Pradena Miquel (Universidad de Delf), con quién he realizado 2 publicaciones WOS.
- Pasantía Doctoral (aproximadamente 2 semanas).



Mauricio Pradena Miquel, Ing. Civil, Universidad de Concepción UdeC. PhD. De la Delf University of Technology

Publicación WOS, Reino Unido

Publicación WOS, Croacia

2017 - 2018

Municipal Engineer
Volume 170 Issue ME2
Unsealed joints in urban concrete pavements for buses
Pradena and Diaz

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 2.4/05/2016
Published online 24/04/2016
Keywords: concrete structures/pavement design/roads & highways
ICE Publishing: All rights reserved

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.pradenamiquel@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 measurements made after 8 years in-service (average) in 270 unsealed joints in Chile, 150 on bus corridors and 120 on their adjacent lanes, show that only ten joints of the bus corridors were affected by very low spalling (30 mm) due to the construction process and not due to the performance of the unsealed joints. The adjacent lanes have zero joints affected by spalling. Furthermore, no pumping or measurable joint faulting was detected even after 5 million accumulated equivalent single-axle loads. These results, the 50 years of Wisconsin's experience in the USA and the deficiencies of joint seals place unsealed joints as a cost-effective alternative to optimise urban pavements for buses, considering the needs of the pavement clients – that is, users and municipal transportation agencies.

2016-2017

Časopis GRAĐEVINAR
Paper ID: 2427-2018
Journal CIVIL ENGINEER

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

Making explicit the asphalt paving process: A fundamental step for quality improvement

Mauricio Pradena¹, Seirgei Miller², Guido Staub³, Marcos Diaz⁴ & Francisco Contreras³

¹Department of Civil Engineering, Universidad de Concepción, Chile

²Department Construction Management & Engineering, University of Twente, the Netherlands

³Department of Geodetic and Geomatic Sciences, Universidad de Concepción, Chile

⁴Department of Construction Sciences, Universidad Tecnológica Metropolitana, Chile

Corresponding author: [Mauricio Pradena](mailto:mpradena@udec.cl), mpradena@udec.cl

Normativa a aplicar

Normativa técnica chilena

- NCh 1325 – 1978: Áridos - Determinación del equivalente de arena en suelos y áridos finos.
- NCh 1369 – 1978: Áridos - Determinación del desgaste de las gravas – Método de la máquina de los Ángeles.
- NCh 1444 – 2010: Áridos para morteros y hormigones – Determinación de cloruros y sulfatos.
- **Manual de Carreteras (2017). Volumen N°8** Capítulo 8.400 – Hormigones.
- NCh 170 – 2016: Hormigón – Requisitos generales
- NCh 1037 – 2009: Hormigón – Ensayo de compresión de probetas cúbicas y cilíndricas.
- NCh 1038 – 2009: Hormigón – Ensayo de tracción por flexión.

Normativa técnica española

- **Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG - 3)** – Ministerio de Fomento – Gobierno de España (2016).
- **Proyecto GEAR (2016)**. Guía española de áridos reciclados procedentes de residuos de construcción y demolición. Volumen N°1.
- **Anejo 15 Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)** – Recomendación para la utilización de hormigones reciclados.

ÁRIDO NATURAL
(árido grueso y fino)



ÁRIDO RECICLADO
(sólo árido grueso)

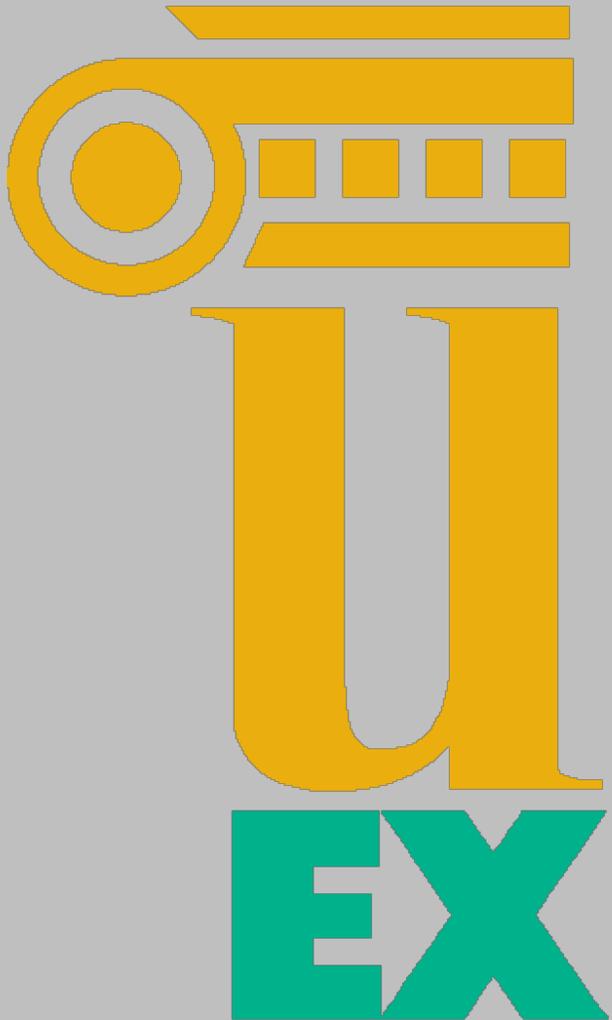
HORMIGÓN RECICLADO

ENSAYES AL ÁRIDO GRUESO Y FINO (Fuente: Manual de Carreteras Vol.8)			
REQUISITOS	VALORES LÍMITES		MÉTODO
	ÁRIDO GRUESO	ÁRIDO FINO	
Material fino menor que 0,080 mm			8.202.4
Granulometría			8.202.3
Resistencia al desgaste			8.202.11
Índice de trituración			8.202.8
Partículas desmenuzables			8.202.16
Partículas chancadas			8.202.6
Absorción de agua (porosidad)			8.202.20 – 8.202.21
Resistencia a la desintegración			8.202.17
Impurezas orgánicas			8.202.15
Cloruros como Cl ⁻			8.202.18
Sulfatos y sulfuros como SO ₄ ⁻			8.202.18
Carbón y Lignito			ASTM C123
Coefficiente volumétrico medio			8.202.12
Partículas blandas (% máx)			IRAM 1664

ENSAYES AL ÁRIDO GRUESO RECICLADO (Fuente: PG-3)	
Tamaño máximo	UNE-EN – 933-2
Desgaste de Los Ángeles	UNE-EN – 1097-2
Índice de Lajas	UNE-EN – 933-3
Partículas trituradas	UNE-EN – 933-5
Partículas redondeadas	UNE-EN – 933-5
Coefficiente de pulimento acelerado	UNE-EN – 1097-8

ENSAYES AL HORMIGÓN RECICLADO (Fuente: MC Vol.5)	
Ensayo de tracción por flexión	NCh 1038 - 2009
Ensayo de compresión	NCh 1037 - 2009

Actividad a realizar Septiembre – Octubre 2019



PhD. César Medina Martínez
Universidad de Extremadura.

Realizar pasantía Doctoral en esta
Casa de Estudios (2 meses).

Actividad a realizar 30-31 Octubre 2019



**Congreso
Internacional de
Reciclaje de Residuos
de Construcción y
Demolición (RCD)**

INTERNATIONAL CONGRESS OF
CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE
RECYCLING (C&D WASTE)

Exponer en Congreso Internacional de
Reciclaje de Residuos de Construcción y
Demolición RCD, Madrid, España.

Actividad a realizar 20-22 Noviembre 2019



Asistencia a 10° Congreso
Iberoamericano de Pavimentos
de Hormigón, Santiago, Chile.

Actividad a realizar Diciembre 2019



Universidad
de Concepción



2019

- Publicación WOS ó SCOPUS, UMH – UdeC.
- Publicación WOS ó SCOPUS, UMH – UNEX.