

# ESTABILIDAD DE VEHÍCULOS ANTE INUNDACIONES



*Benidorm*  
*30 litros en 1.5 horas*  
*6 de octubre de 2014*

**E. Martínez-Gomariz, M. Gómez**

**Institut Flumen**



**B. Russo**

**EUPLA-Universidad de Zaragoza**



# CONTENIDOS

- I** Introducción y estado de la cuestión
- II** Fuerzas hidrodinámicas actuantes
- III** Vehículos a escala
- IV** Planificación de los ensayos
- V** Campaña experimental
- VI** Resultados y Conclusiones

# CONTENIDOS

- I Introducción y estado de la cuestión
- II Fuerzas hidrodinámicas actuantes
- III Vehículos a escala
- IV Planificación de los ensayos
- V Campaña experimental
- VI Resultados y Conclusiones

# Introducción y estado de la cuestión

## LOS IMBORNALES SON ELEMENTOS DE CAPTACIÓN IMPRESCINDIBLES

*¿Es captada toda la escorrentía circulante por nuestras calles?*

### EFICIENCIA

*¿Qué consecuencias tiene en superficie el caudal no captado?*

### DRENAJE DUAL



# Introducción y estado de la cuestión

**LA PELIGROSIDAD  
FORMA PARTE DEL  
RIESGO, JUNTO CON LA  
VULNERABILIDAD**

*¿Cómo podemos definir el nivel de peligrosidad?*

**CALADO (y) Y VELOCIDAD (v)**

*¿A quién/qué afecta?*

- PEATONES
- VEHÍCULOS
- EDIFICIOS



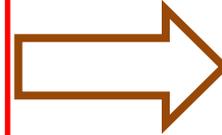
# Introducción y estado de la cuestión

## Estudios experimentales y teóricos

*Bonham y Hattersley (1967)*

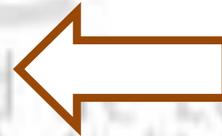
*Gordon y Stone (1973)*

*Keller y Mitsch (1993)*



*Primeros estudios de estabilidad de Vehículos*

*Universidad de Cardiff. Se retoma la investigación sobre estabilidad de vehículos 17 años después*



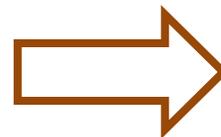
*Teo(2010)*

*Xia et al.(2010 y 2011)*

*Shu et al.(2011)*

*Xia et al.(2013)*

*Toda et al.(2013)*

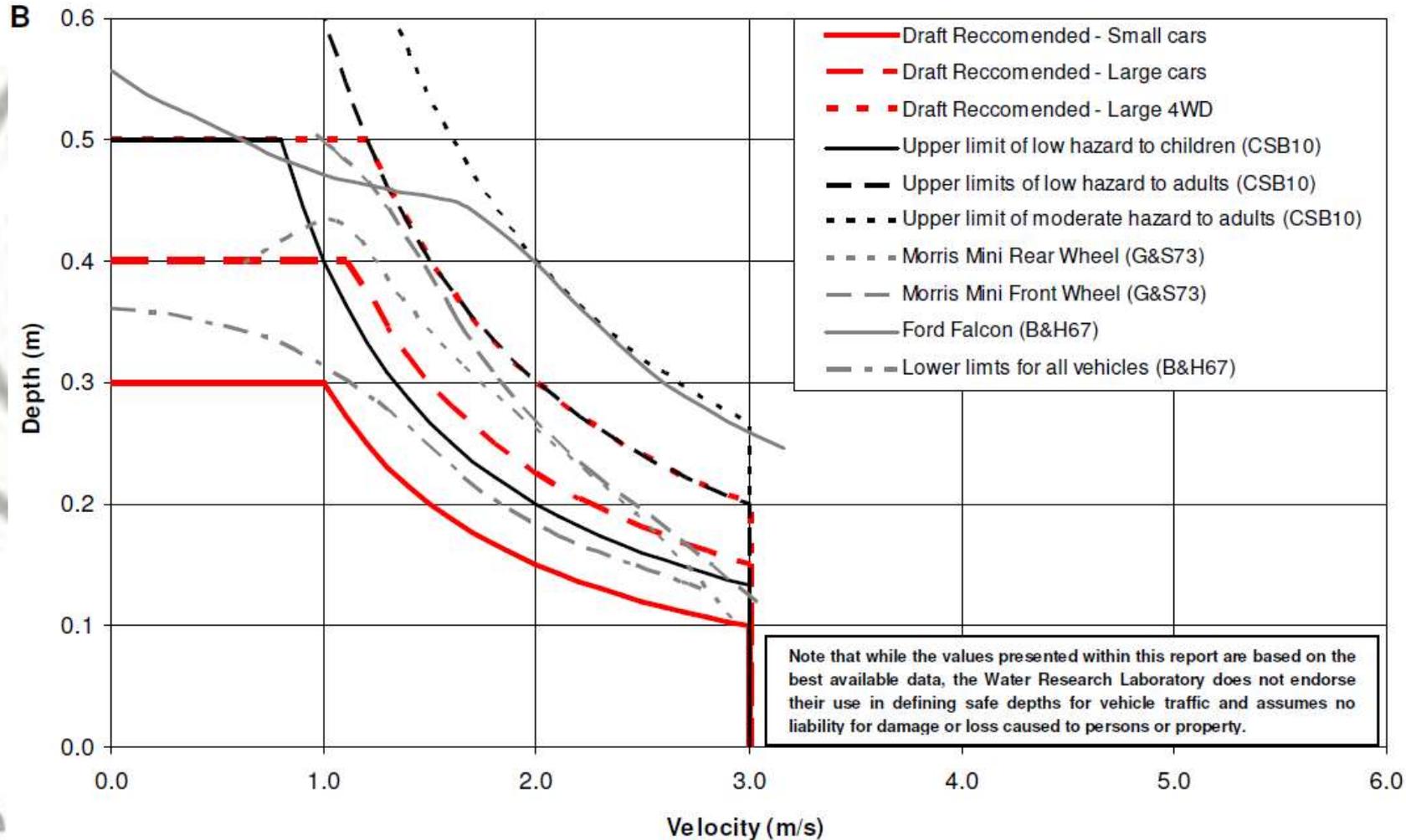


*Se inician estudios de estabilidad de vehículos en Japón*

# Introducción y estado de la cuestión

## Directrices o recomendaciones

### *Australian Rainfal & Runoff (2011)*



# CONTENIDOS

I Introducción y estado de la cuestión

**II Fuerzas hidrodinámicas actuantes**

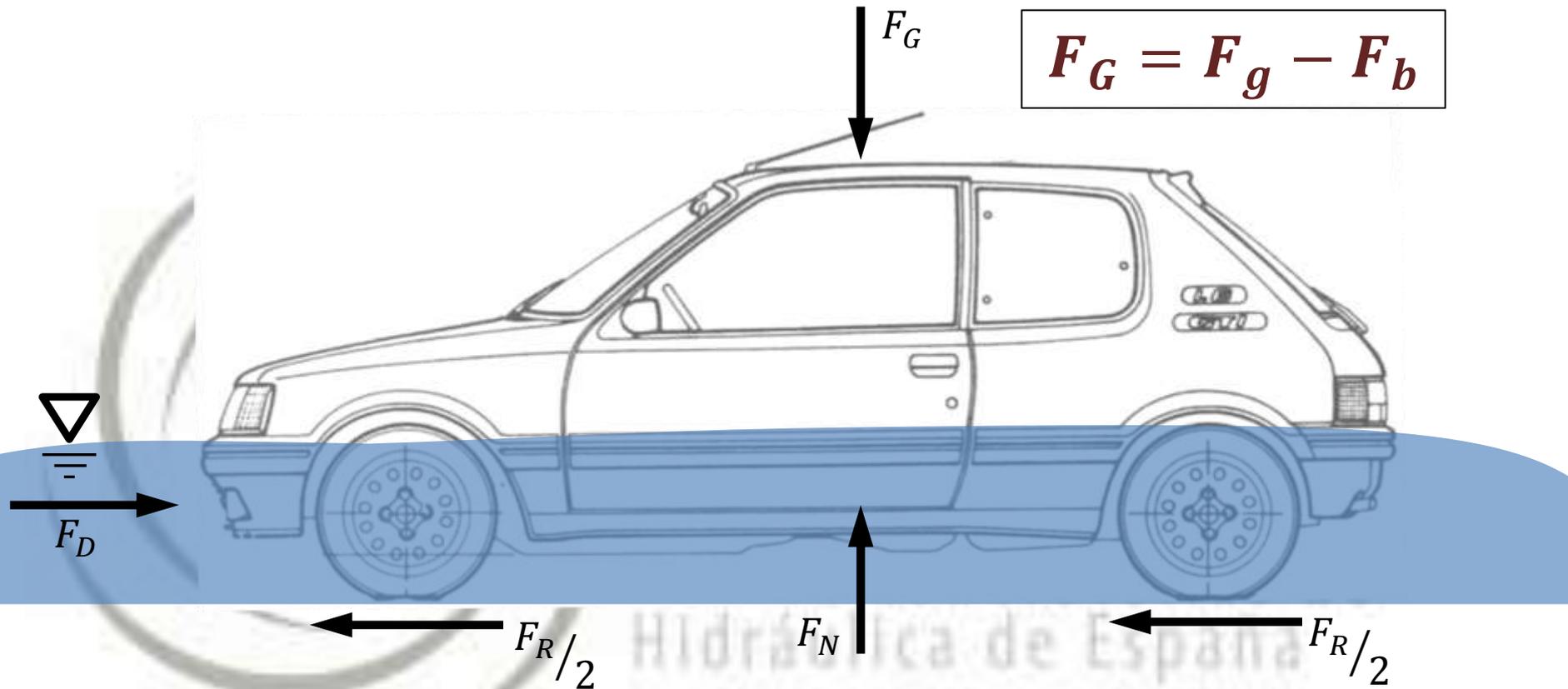
III Vehículos a escala

IV Planificación de los ensayos

V Campaña experimental

VI Resultados y Conclusiones

# Fuerzas hidrodinámicas actuantes



$$F_G = F_g - F_b$$

$$F_D = \frac{1}{2} \rho_w v^2 C_d A_d$$

$$F_R = \mu \cdot F_N$$

# CONTENIDOS

I Introducción y estado de la cuestión

II Fuerzas hidrodinámicas actuantes

**III Vehículos a escala**

IV Planificación de los ensayos

V Campaña experimental

VI Resultados y Conclusiones

# Vehículos a escala

*10 vehículos a escala 1:14*  
*3 vehículos a escala 1:18*  
*1 vehículo a escala 1:24*

## Semejanza de Froude

$$\lambda = \frac{L_p}{L_m}$$

$$\lambda_v = \sqrt{\lambda}$$

$$\lambda_Q = \lambda^{5/2}$$

$$\lambda_F = \lambda^3$$



$$(F_g)_p = \lambda^3 \cdot (F_g)_m$$

$$F_g = mg \rightarrow m = \rho \cdot V$$

$$\rho_p \cdot V_p \cdot g = \lambda^3 \cdot \rho_m \cdot V_m \cdot g \rightarrow V_p = \lambda^3 \cdot V_m$$

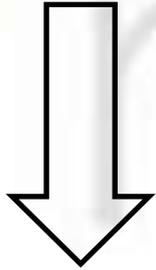
$$\rho_p = \rho_m$$

# Vehículos a escala

*¿Efectos de escala?*



*Método de series de escala*



*Escalas 1:14, 1:18, 1:24*



*Realizar los mismos ensayos y comparar los resultados escalados a prototipo, con la correspondiente relación de escala en cada caso*

# CONTENIDOS

I Introducción y estado de la cuestión

II Fuerzas hidrodinámicas actuantes

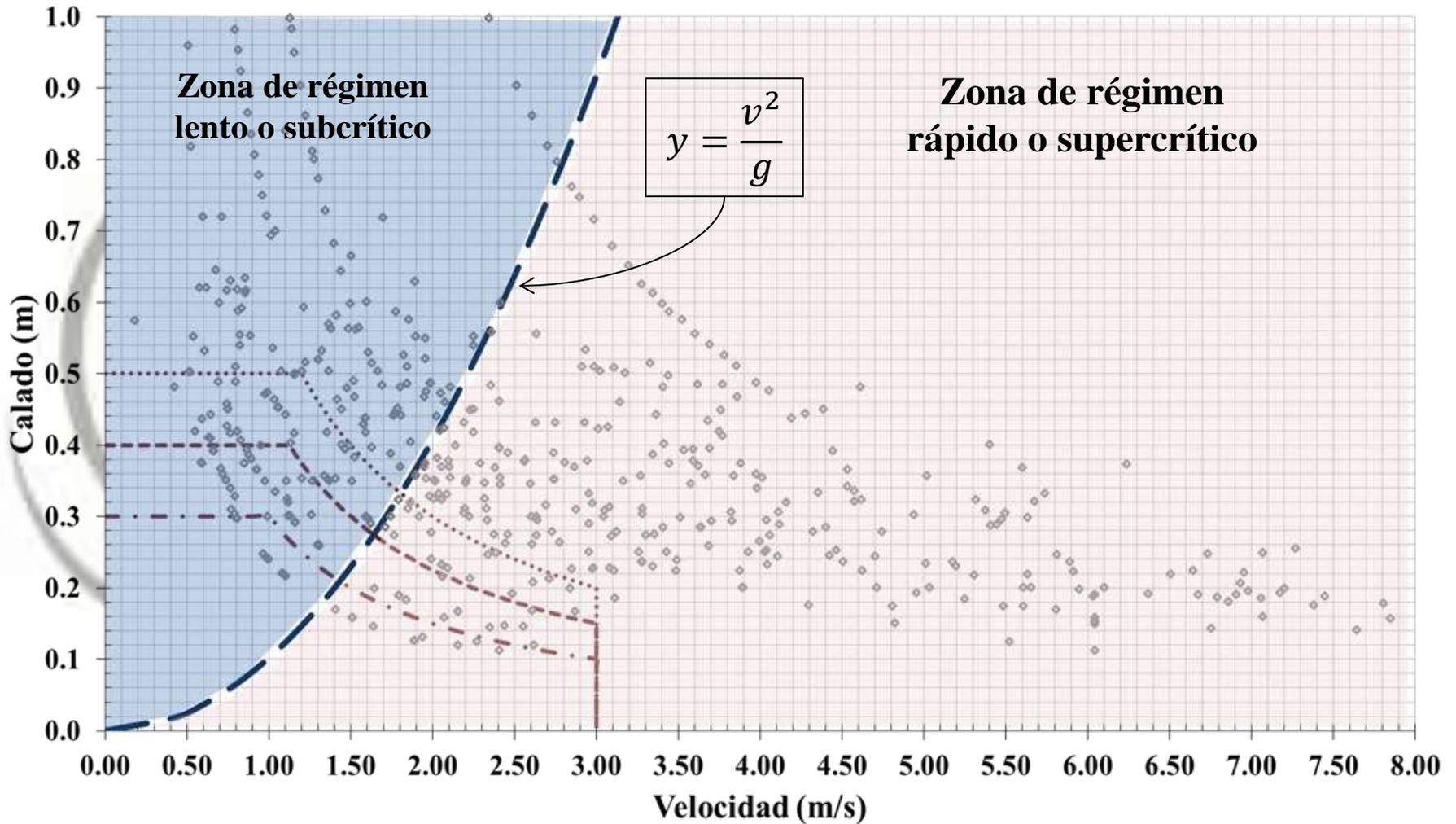
III Vehículos a escala

IV Planificación de los ensayos

V Campaña experimental

VI Resultados y Conclusiones

# Planificación de los ensayos



— Límite Regimen Rápido/Lento

- · - AR&R coches pequeños

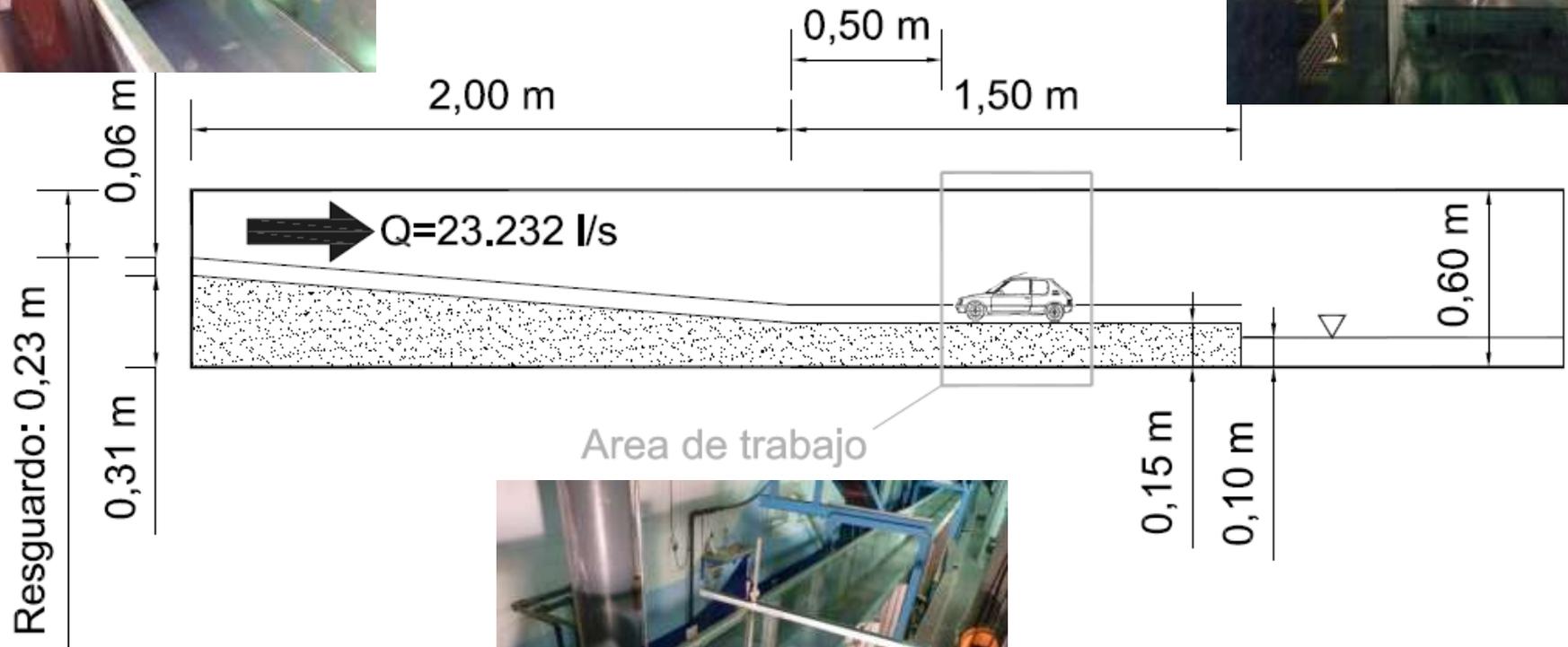
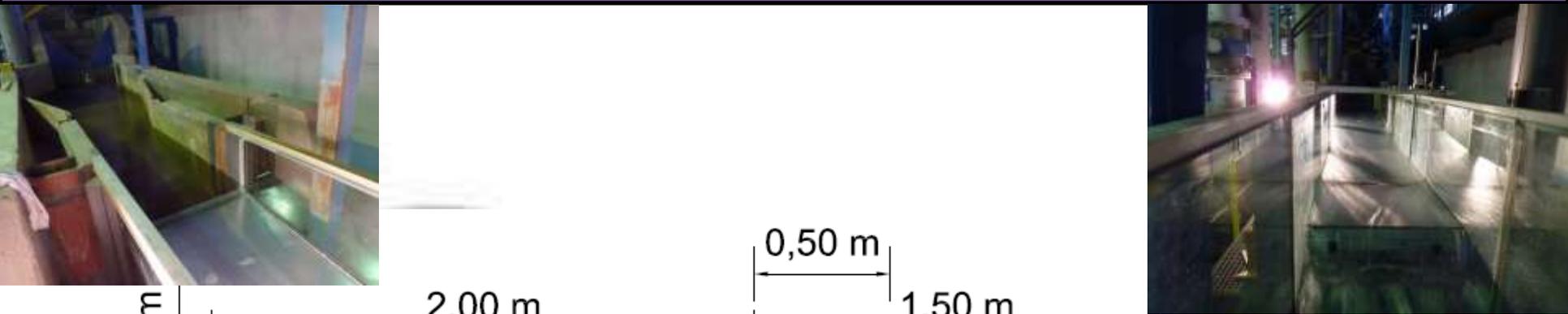
- - - AR&R Vehículos grandes

····· AR&R Vehículos 4x4

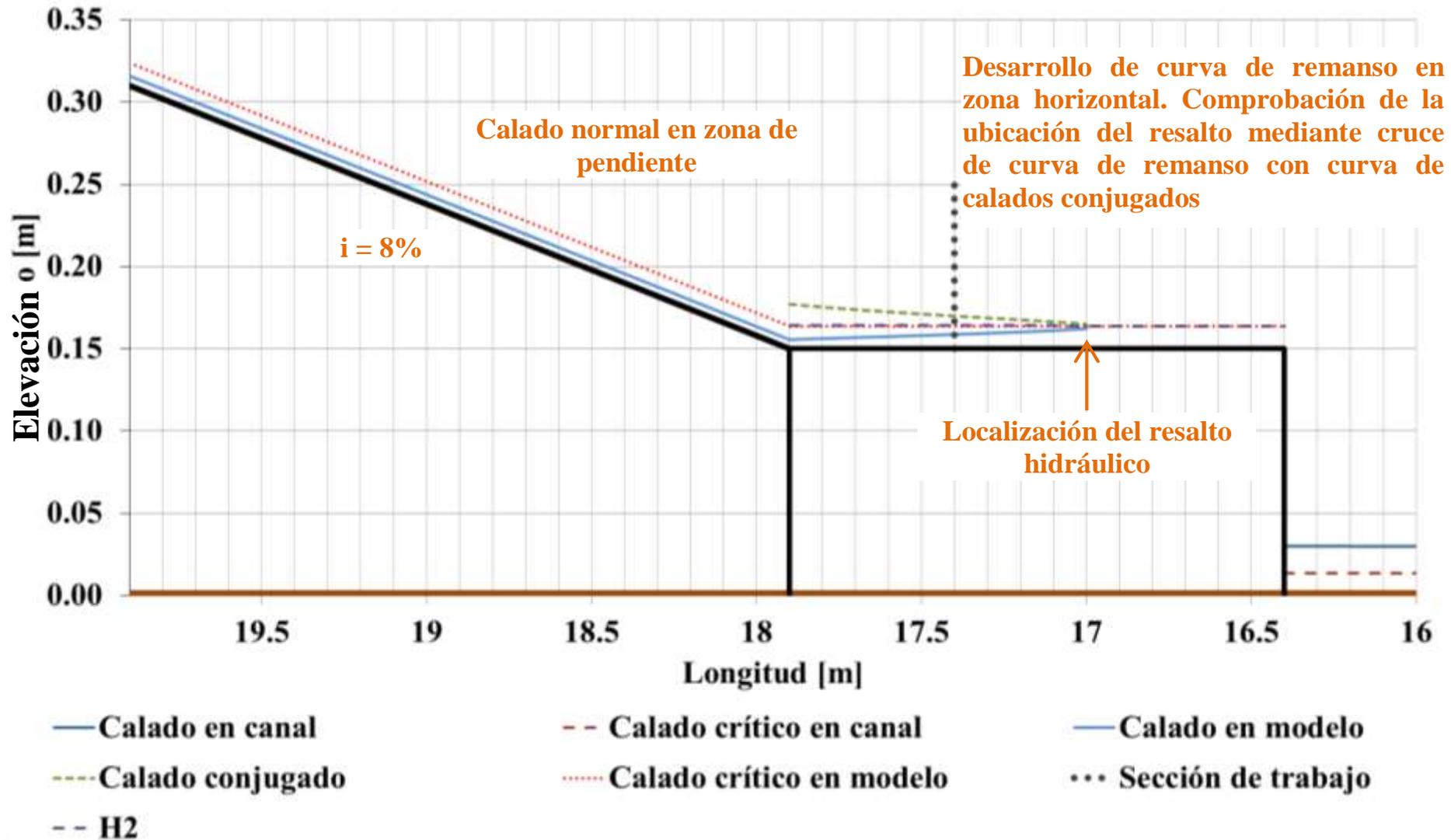
◇ Autores



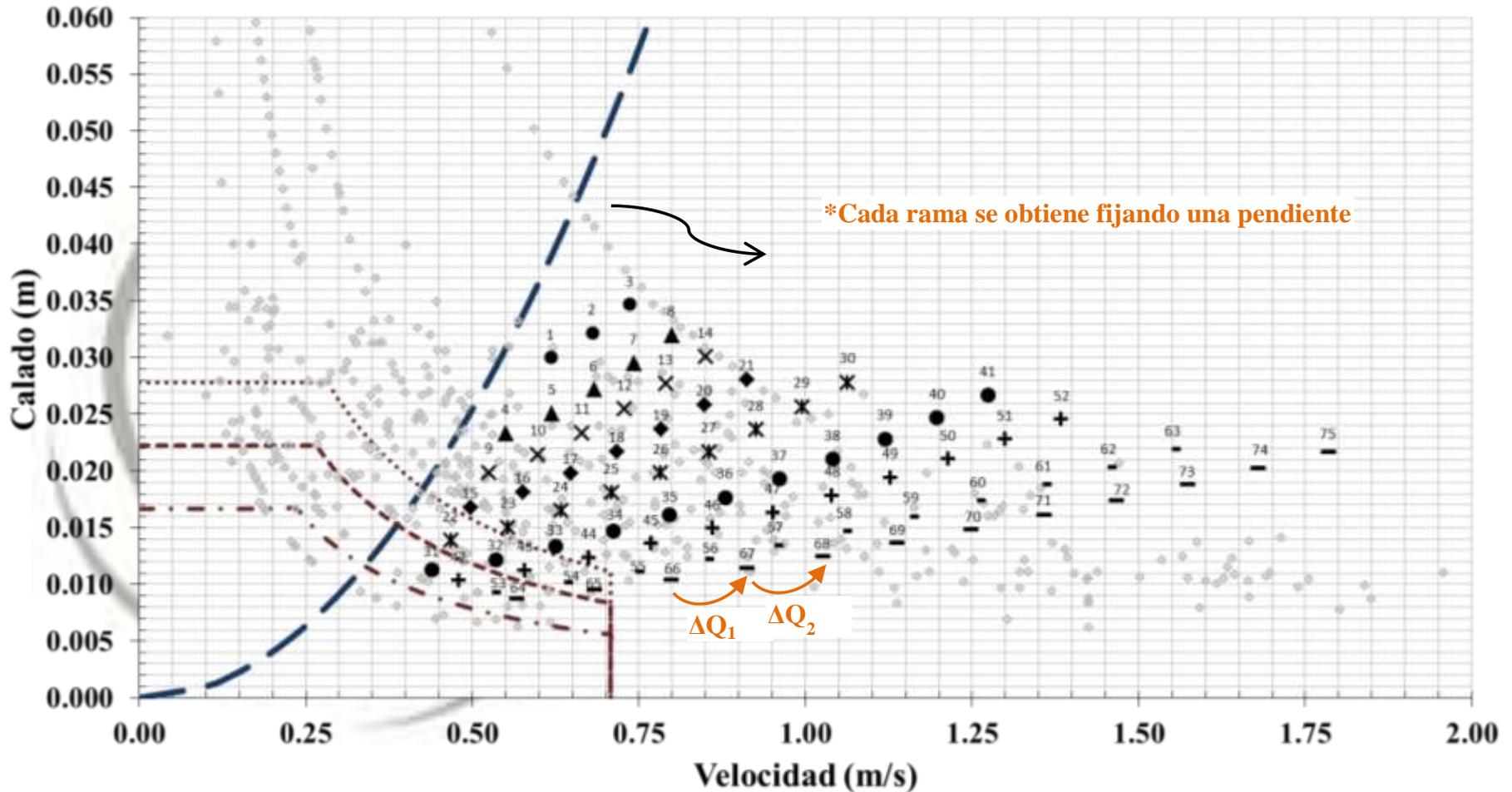
# Planificación de los ensayos



# Planificación de los ensayos



# Planificación de los ensayos



\*Cada rama se obtiene fijando una pendiente

$\Delta Q_1$   $\Delta Q_2$

— Límite Regimen Rápido/Lento

..... AR&R Vehículos 4x4

▲ Rama 2

● Rama 6

■ Rama 9

- · AR&R coches pequeños

○ Autores

× Rama 3

+ Rama 7

◆ Rama 4

- - - AR&R Vehículos grandes

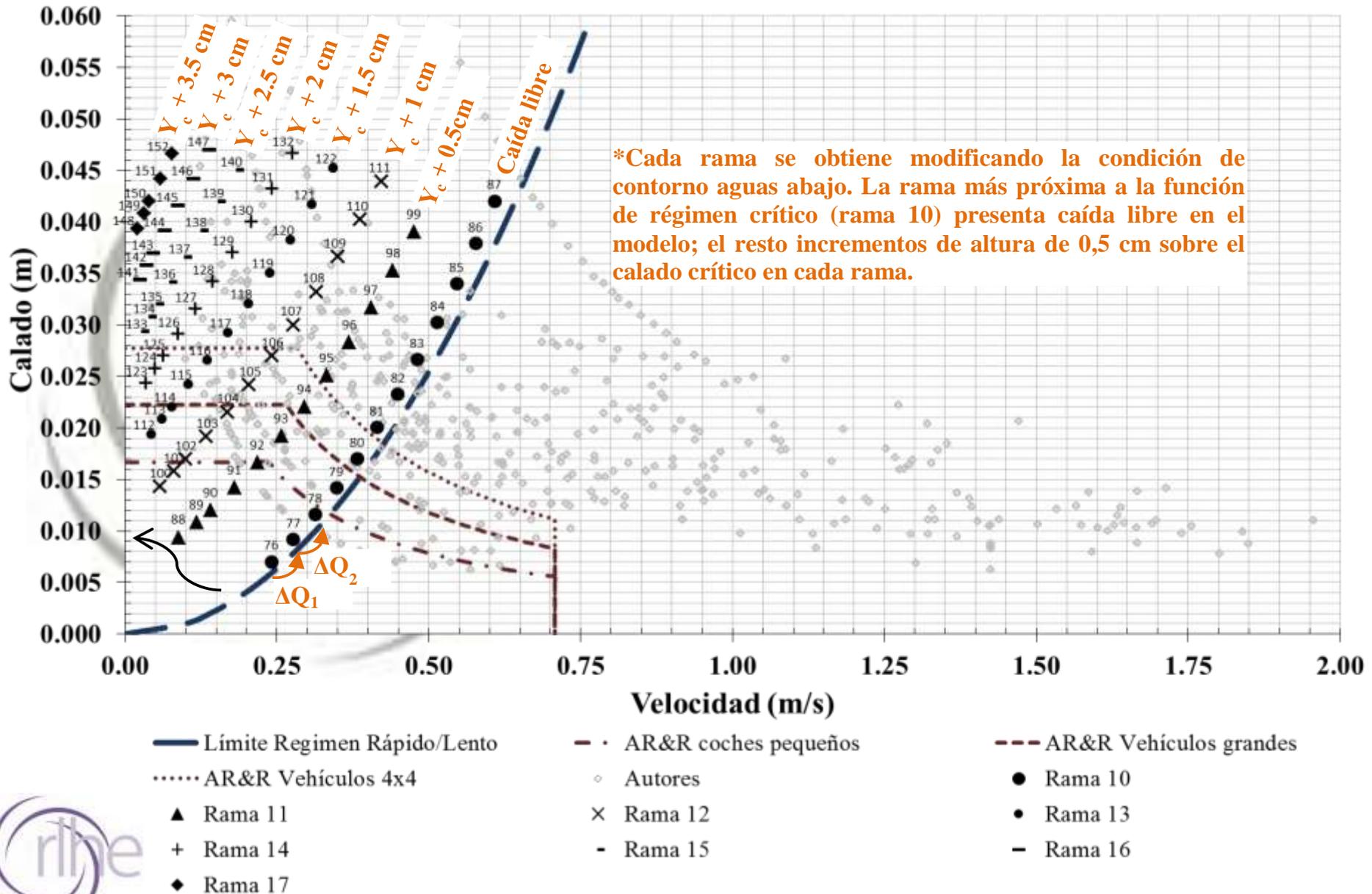
● Rama 1

× Rama 5

- Rama 8



# Planificación de los ensayos



# CONTENIDOS

I Introducción y estado de la cuestión

II Fuerzas hidrodinámicas actuantes

III Vehículos a escala

IV Planificación de los ensayos

**V Campaña experimental**

VI Resultados y Conclusiones

# Campana experimental

## *Caudales y Calados*



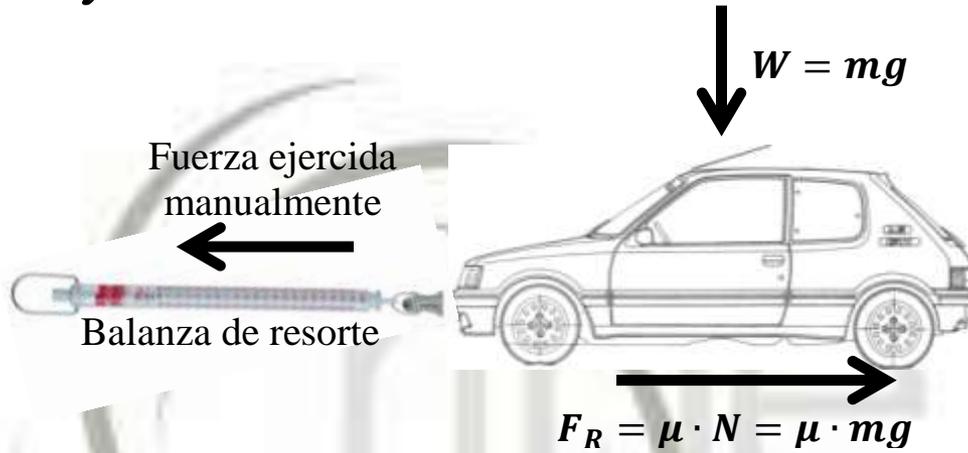
*Caudal calculado a partir de carga hidráulica sobre vertedero triangular*

*Los calados se miden mediante limnómetro en punto central de la sección de cálculo*

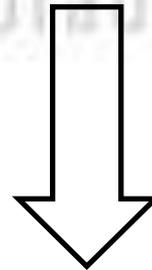


# Campaña experimental

## *Ensayos rozamiento I*



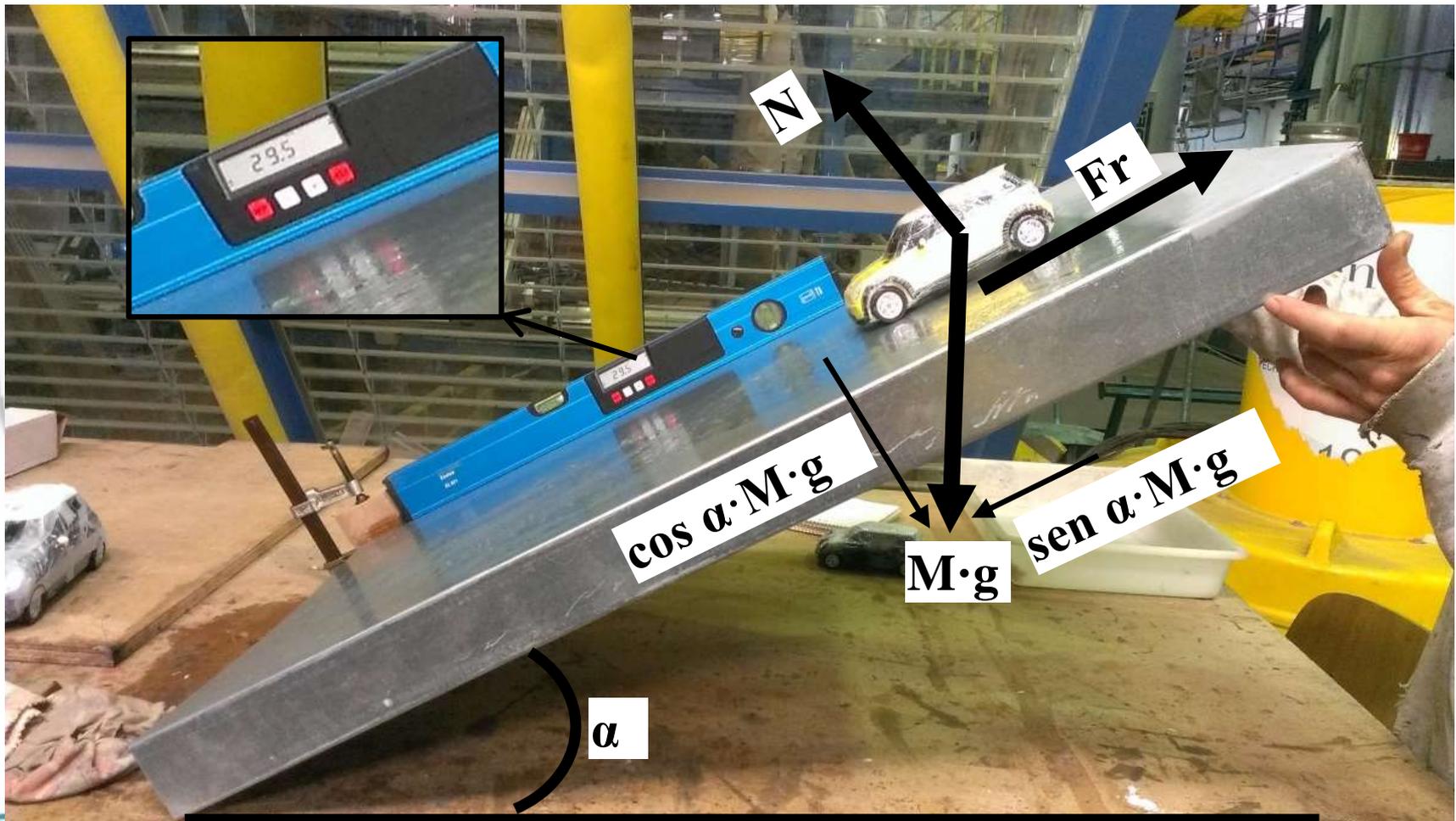
*Los valores habituales para neumático en la realidad están comprendidos entre 0.25 y 0.75*



*Los resultados obtenidos están comprendidos entre 0.52 y 0.6*

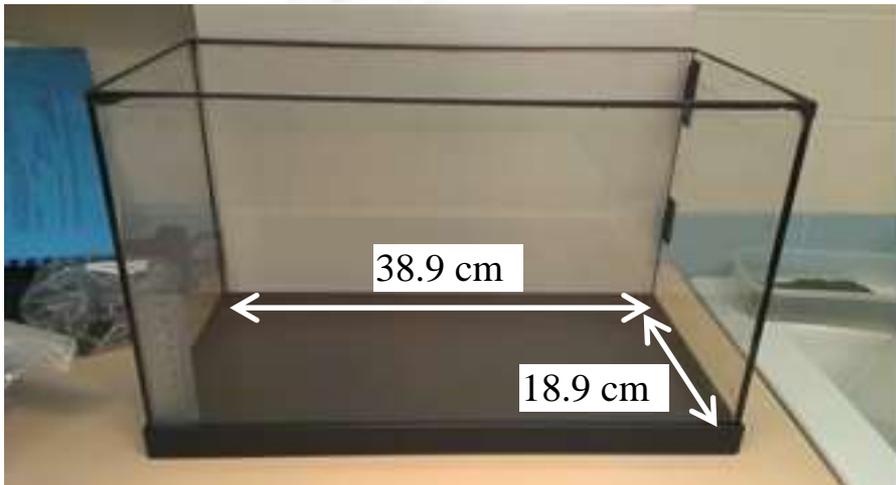
# Campaña experimental

## *Ensayos rozamiento II*



# Campana experimental

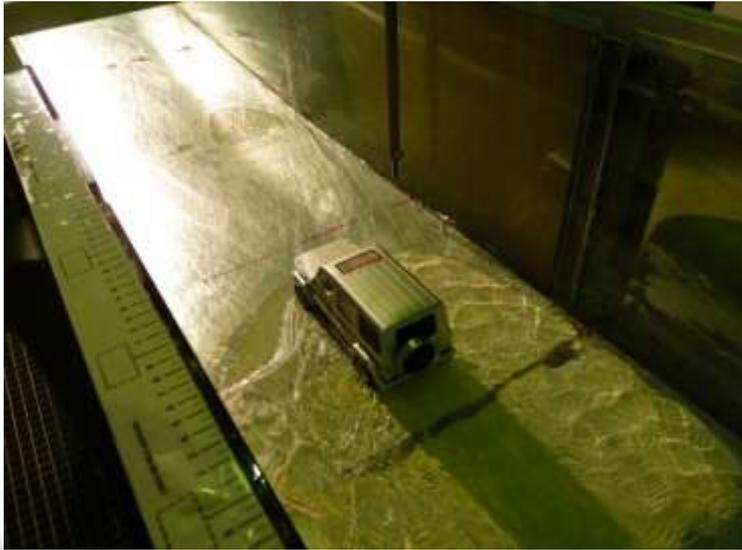
## *Ensayos flotabilidad*



*Inestabilidad de los vehículos a velocidad nula*

*Calados comprendidos entre 39.2 cm y 68.6 cm escalados a prototipo*

# Campaña experimental



ed de  
Idrául



# CONTENIDOS

I Introducción y estado de la cuestión

II Fuerzas hidrodinámicas actuantes

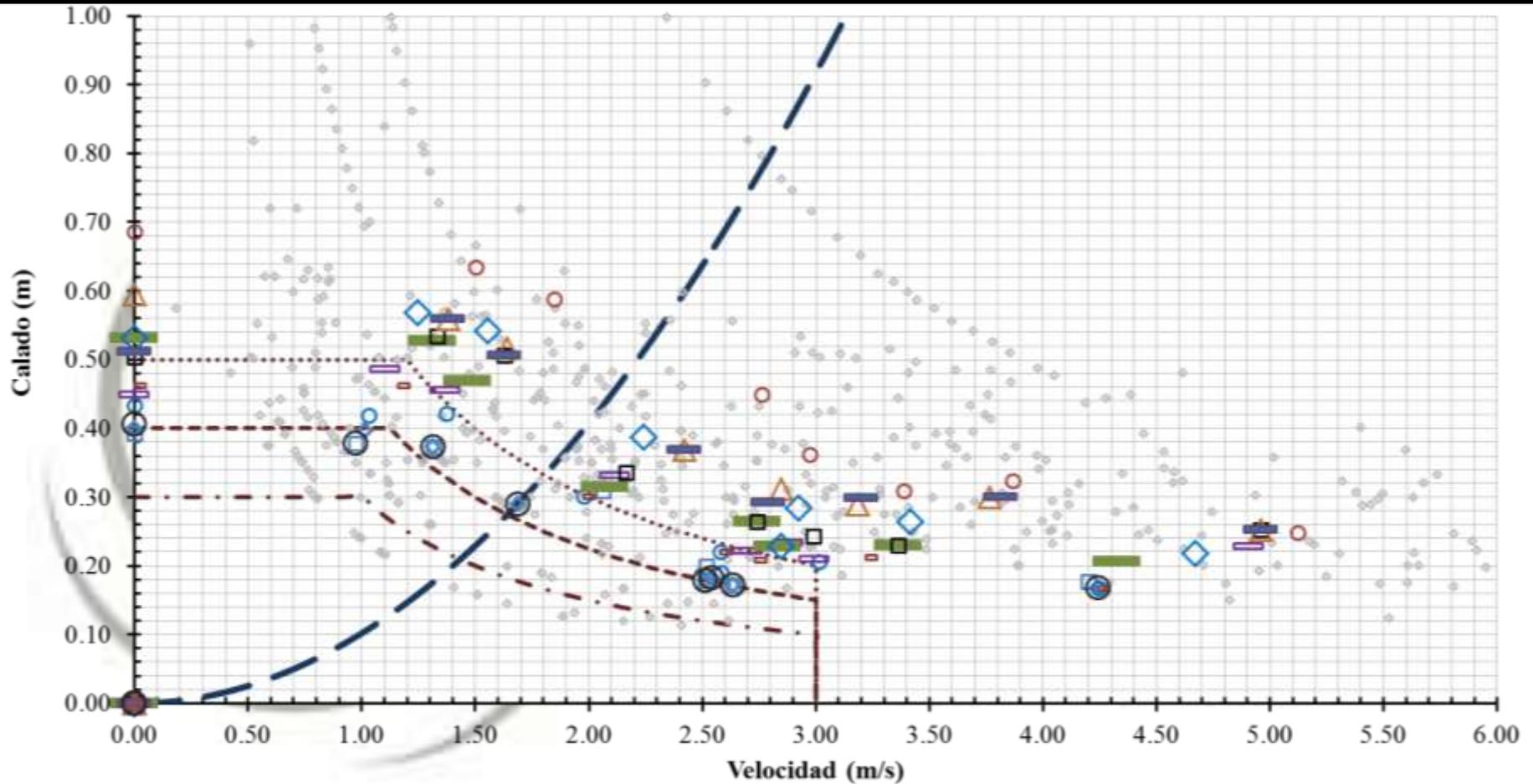
III Vehículos a escala

IV Planificación de los ensayos

V Campaña experimental

**VI Resultados y Conclusiones**

# Resultados y Conclusiones



— Límite Regimen Rápido/Lento

..... AR&R Vehículos 4x4

◆ Mini Cooper e:1/14

- \*Range Rover Evoque

□ \*Volkswagen Touareg

○ \*Mercedes G55 AMG

- · AR&R coches pequeños

○ Autores

○ \*Mercedes GLA

- \*Porsche Cayenne Turbo

△ \*BMW X6

○ \*BMW i3

- - - AR&R Vehículos grandes

□ \*BMW 650

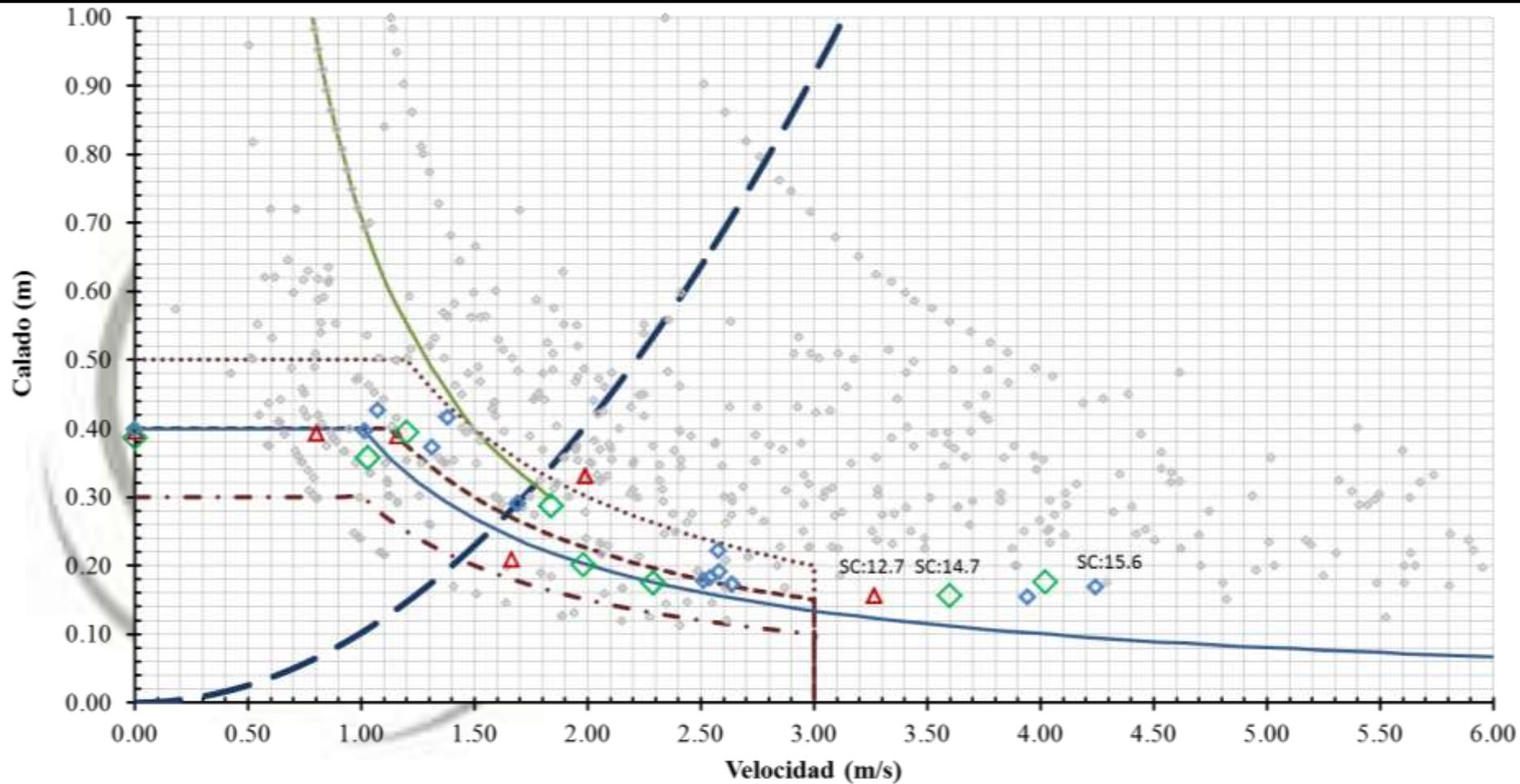
- \*Mercedes Clase C

◇ \*Bentley Continental GT Speed

- \*Audi Q7



# Resultados y Conclusiones



— Límite Regimen Rápido/Lento

..... AR&R Vehículos 4x4

◇ Mini Cooper e:1/18

— Mini Cooper e:1/14

- · - AR&R coches pequeños

○ Autores

◇ Mini Cooper e:1/14

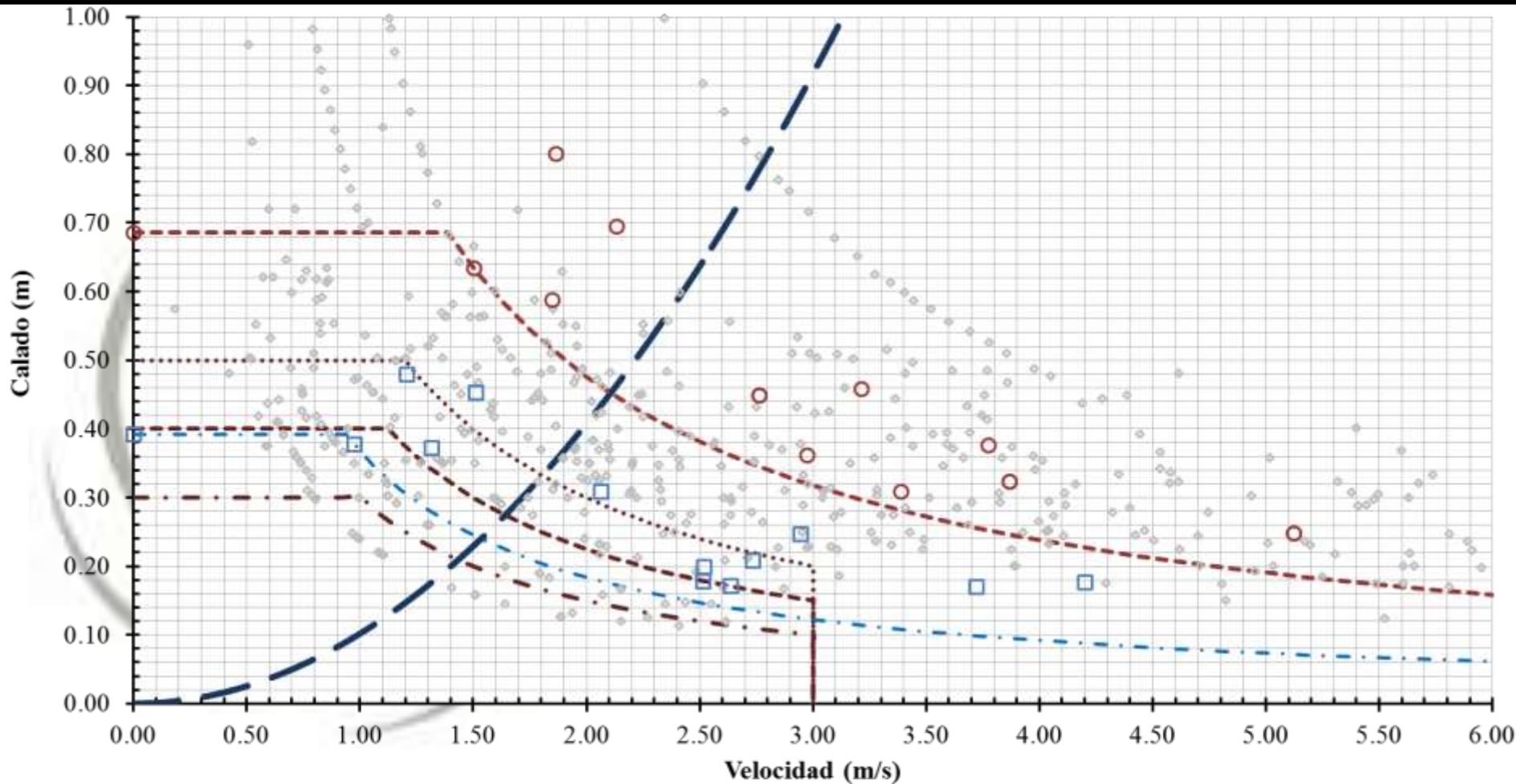
- - - AR&R Vehículos grandes

△ Mini Cooper e:1/24

— Xia 2011 MINI



# Resultados y Conclusiones



— Límite Regimen Rápido/Lento

- · AR&R coches pequeños

--- AR&R Vehículos grandes

..... AR&R Vehículos 4x4

◇ Autores

□ \*BMW 650

- · \*BMW 650

○ \*Mercedes G55 AMG

--- \*Mercedes G55 AMG



# ESTABILIDAD DE VEHÍCULOS ANTE INUNDACIONES



E. Martínez-Gomariz, M. Gómez

Institut Flumen

B. Russo

EUPLA-Universidad de Zaragoza

