



MONOFLOOR

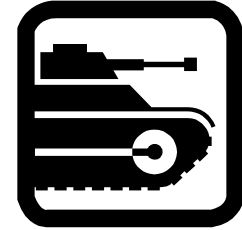
Descripción y control en obras de pavimentación.

Industrial Flooring Consultancy & Project Management

INDICE

0.- Introducción

- 1.- Elección de la solución óptima y adecuada a la actividad.
- 2.- Diseño del pavimento industrial.
 - Elección de los materiales
 - Subbases
 - Hormigón
 - Tipo de armado
 - Acabado superficial. Endurecedores. Revestimientos de resina.
 - Cálculo estructural. Cargas de uso.
- 3.- Métodos constructivos para ejecución de pavimentos.
 - Ejecución en gran panel y pasillos estrechos
- 4.- Protocolos de control de obra y seguimiento.
- 5.- Garantía de los intervinientes



*Toda la actividad industrial se desarrolla
sobre el suelo*

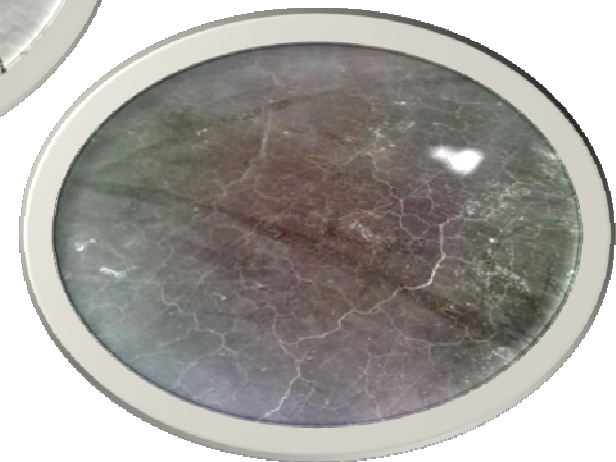
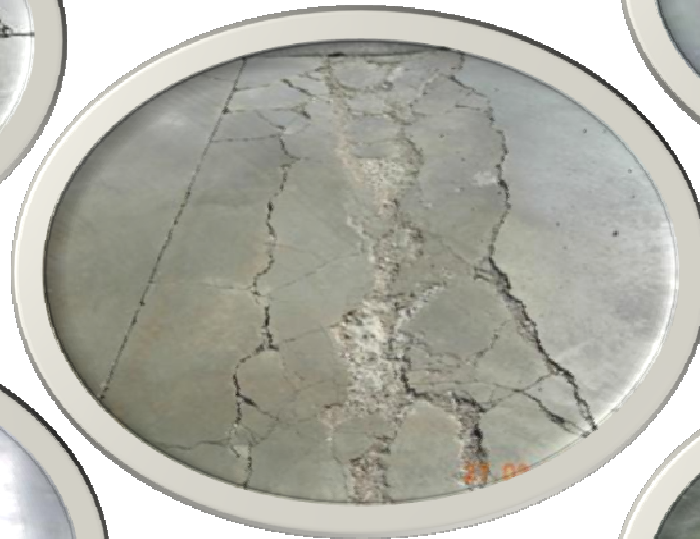
Esta afirmación tan evidente toma especial relevancia cuando el pavimento necesita actuaciones de reparación complejas que suponen paradas en la producción industrial con costes económicos importantes.

ESPECTATIVAS DEL PROPIETARIO



ESTO ES LO QUE ESPERA.....

Y MUCHAS VECES OBTIENE



UNA REALIDAD MUY DISTINTA...



RENDIMIENTO ACTIVIDAD INDUSTRIAL

CORRECTA PRESCRIPCIÓN PAVIMENTO + CONTROL DE LA EJECUCIÓN



COSTES DE MANTENIMIENTO



SEGURIDAD DE USO

¿Que factores condicionan el diseño?

Elección de la
solución correcta

Diseño

Método
constructivo

Protocolo de
seguimiento en
obra

Garantía final

¿Que factores condicionan el diseño?

Elección de la
solución correcta

-En función de la actividad, uso y durabilidad del pavimento. Para ello debemos conocer fielmente el tipo de industria y sus necesidades.

Elección de la
solución correcta

Diseño

Método
constructivo

Protocolo de
seguimiento en
obra

Garantía final

¿Que factores condicionan el diseño?

Diseño

- Elección de materiales de calidad acordes a la solución planteada
- Realización de cálculo estructural en función de las cargas de uso.
- Realización de un diseño gráfico adecuado (detalles constructivos) que definan fielmente la solución.
- Prescripción de la planimetría óptima al uso especificado, evitando prescripciones por exceso o por defecto.

Elección de la
solución correcta

Diseño

Método
constructivo

Protocolo de
seguimiento en
obra

Garantía final

¿Que factores condicionan el diseño?

Método
constructivo

- Utilización de métodos modernos y mecanizados (industrialización del proceso)
- Uso de maquinaria de extendido y de aplicación de endurecedores.
- Minimización del factor humano

Elección de la
solución correcta

Diseño

Método
constructivo

Protocolo de
seguimiento en
obra

Garantía final

¿Que factores condicionan el diseño?

Protocolo de
seguimiento en
obra

Control exhaustivo de la obra, de sus
condicionantes y de los materiales

Elección de la
solución correcta

Diseño

Método
constructivo

Protocolo de
seguimiento en
obra

Garantía final

¿Que factores condicionan el diseño?

Garantía final

Garantía conjunta de todos los intervinientes en el proceso (proveedores de materiales, diseñadores, empresas aplicadoras...)

Elección de la
solución correcta

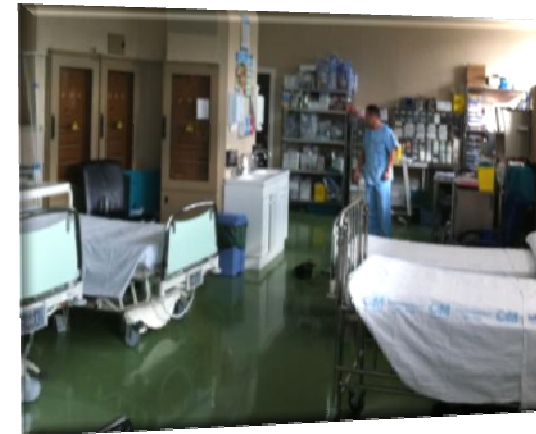
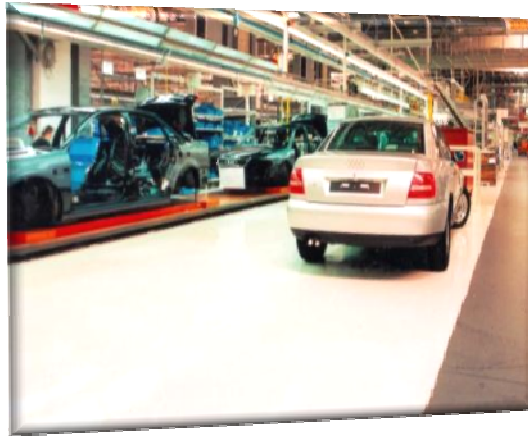
Diseño

Método
constructivo

Protocolo de
seguimiento en
obra

Garantía final

Lo que realmente condiciona el Diseño de un pavimento industrial es el uso al que esta destinado.



La actividad (tipo de industria) a la cual estará destinado el pavimento determinará un nivel de exigencias, como por ejemplo:

- Resistencia a la abrasión (desgaste)
- Resistencia a golpes, impactos o fatiga
- Resistencia estructural
- Impermeabilidad al agua, aceites, grasas minerales.
- Resistencia a agentes químicos
- Proporcionar una superficie lisa y no producir polvo
- Ser antideslizantes
- Tener propiedades higiénicas y sanitarias
- Aspecto estético
- Aislamiento eléctrico o buena conductividad eléctrica

Luego...

*No todos los pavimentos
industriales sirven para los
mismos usos...*

*....pero para un mismo uso
puede haber distintos
pavimentos industriales....*



La elección más adecuada tendrá, por tanto, un componente **económico**, no solo en el coste de ejecución, si no también en el coste de **mantenimiento, facilidad de reparación y limpieza** a lo largo de su vida útil.



PROTOSCOLOS DE CONTROL

¿Qué controlamos? ¿CÓMO LO CONTROLAMOS?



SISTEMA ESPAÑOL DE MEDIDA: TROZOS, CACHOS, PEDAZOS, MIAJAS...

Establecimiento de un protocolo de todo el proceso, seguido a pie de obra por técnicos especializados. Utilizando documentos de control que finalmente verifiquen la idoneidad de todo el proceso y que sirvan de testimonio de lo ocurrido en obra.

FECHA	INICIO	H FIN	PASTILLA	ZONA	ALBARANES	V (m³)	S (m²)	e (cm)	FLUID (L)	FIBRAS (kg)	LABORATORIO:		ITC			
											PROB	P.P + A/C	DENS	números F		
												27	32			
												FF	FL			
14 SEP 2009	8:35	13:50	01 BIS	APQ	36330-36336	66			99	1650					47,12	30,73
15 SEP 2009	7:35	14:50	01	APQ	36373-36414	213			319,5	5325					77,86	43,75
16 SEP 2009	7:40	15:45	02	APQ	36428-36483	262			393	6550					72,96	47,77
17 SEP 2009	7:30	15:45	03	ALMACEN	36500-36555	205			307	5125	5		1	1	81,36	60,30
18 SEP 2009	9:40	16:30	04	APQ	36576-36623	267			373,5	6225			1	1	50,85	42,16
RESUMEN SEMANA 1						1013			1492	24875						
21 SEP 2009	7:40	15:50	5	APQ	36638-36693	249			373,5	6225					60,37	39,56
22 SEP 2009	7:35	14:30	6	ALMACEN	36712-36761	244			366	6100					76,14	59,11
23 SEP 2009	7:40	14:00	7	ALMACEN	36780-36819	243			364,5	6075	6		1	3	62,35	41,74
24 SEP 2009	7:05	13:15	8	ALMACEN	36833-36861	243			364,5	6075	6		1	3	63,99	47,76
25 SEP 2009	7:05	12:30	9	ALMACEN	36869-36894	237			355,5	5925	6		1	3	75,96	46,04
RESUMEN SEMANA 2						1216			1824	30400						
28 SEP 2009	7:10	13:30	10	ALMACEN	36899-36930	244			366	6100	6		1	3	54,94	39,91
29 SEP 2009	7:10	13:45	11	ALMACEN	36942-36978	249			373,5	6225	6		1	3	65,62	47,21
30 SEP 2009	8:45	15:15	12	ALMACEN	36998-37039	244			364	6100	5		1	3	82,81	48,26
01 OCT 2009	7:05	13:00	13	ALMACEN	37045-37078	241			361,5	6025	6		1	3	77,90	46,91
02 OCT 2009	7:05	14:05	14	ALMACEN	37087-37123	250			375	6250	6		1	3	64,51	44,65
RESUMEN SEMANA 3						1228			1840	30700						
05 OCT 2009	7:10	13:45	15	ALMACEN	37130-37168	237			355,5	5925	6		1	3	68,71	50,54
06 OCT 2009	8:50	12:02	BjForjado		37195-37207	76			114	1900	2		1	1		
07 OCT 2009	7:00	15:20	16	ALMACEN	37224-37260	238			357	5950	6		1	3	74,53	41,92
08 OCT 2009	7:00	12:40	17	ALMACEN	37271-37300	228			342	5700	6		1	3	75,91	37,36
09 OCT 2009	6:30	12:35	18	ALMACEN	37313-37347	241			361,5	6025	6		1	3	63,37	51,69
RESUMEN SEMANA 4						1020			1530	25500						

PASO 1:



CONTROLES PREVIOS

Control de las sub-bases

A nivel general las subbases han de cumplir:

- 1) **RESISTENCIA A LA DEFORMACIÓN**, Que debe ser tomada en cuenta en el proceso de diseño y debe ser comprobada en fase de ejecución (**coeficiente o módulo de Westergaard**)

Este coeficiente se determina a través del **ENSAYO DE PLACA DE CARGA** (756 mm de diámetro) o a través del índice CBR (gracias a una relación de equivalencia entre ambos ensayos)



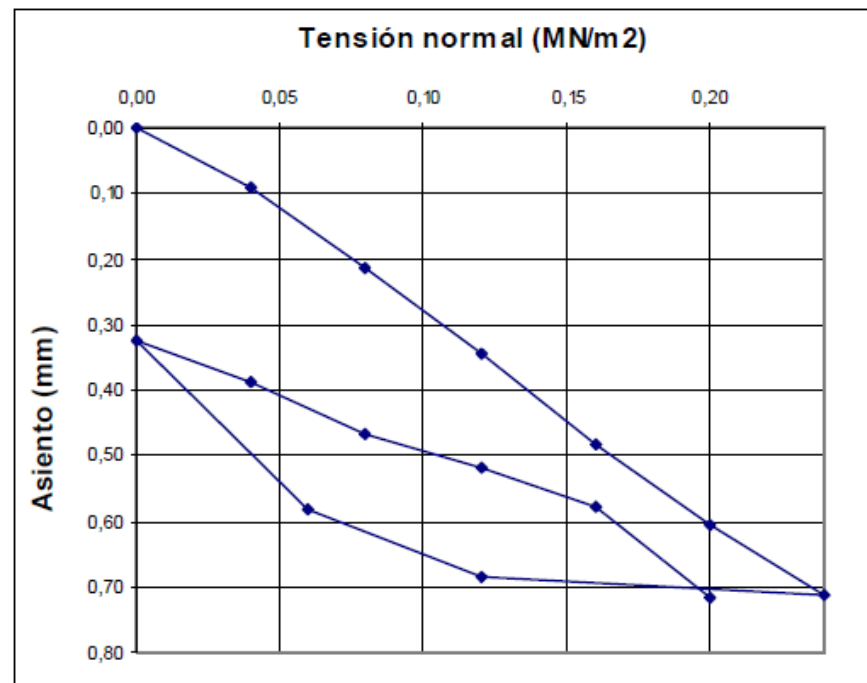
El ensayo de placa de carga se realiza:

- **Paso 1:** Aplicamos diferentes estados de carga al terreno, en periodos de tiempo normalizados y tomamos los datos de deformación en esos periodos. La relación entre la carga aplicada y las deformaciones (asentamientos) obtenidos nos aporta el módulo de deformación a primera carga (E_{v_1}).
- **Paso 2:** Descomprimos el terreno, también de forma escalonada y medimos su deformación (recuperación)



El ensayo de placa de carga se realiza:

- **Paso 3:** Aplicamos de nuevo otro estado de carga al terreno, en periodos normalizados y tomamos de nuevo los datos de deformación. Obtenemos el valor de deformación a segunda carga (E_{v2}).



$$K \text{ (bar/Cm)} = (E_{V1} \text{ (Mpa)} / 55) * 10$$

- $E_{V2} / E_{V1} < 2,2$

TIPOS DE SUBBASE (NORMATIVA ESPAÑOLA)

E1	$5 \leq \text{CBR} < 10$	$35 \leq K < 55$
E2	$10 \leq \text{CBR} < 20$	$55 \leq K < 70$
E3	$\text{CBR} \geq 20$	$K \geq 70$

TIPO DE SUELO	VALOR K MÍNIMO	VALOR K MÁXIMO
ARENA FINA O LIGERAMENTE COMPACTADA	0,015	0,03
ARENA BIEN COMPACTADA	0,05	0,10
ARENA MUY BIEN COMPACTADA	0,10	0,15
ARCILLA HUMEDA	0,03	0,06
ARCILLA SECA	0,08	0,10
ARCILLA ARENOSA	0,08	0,10
TOSCA/ ZAHORRA / TERRACERIA	0,10	0,15
ARIDOS	0,20	0,25
ARIDOS BIEN COMPACTADOS	0,20	0,30

Valores más habituales para del módulo de Westergaard $K - N/mm^3$

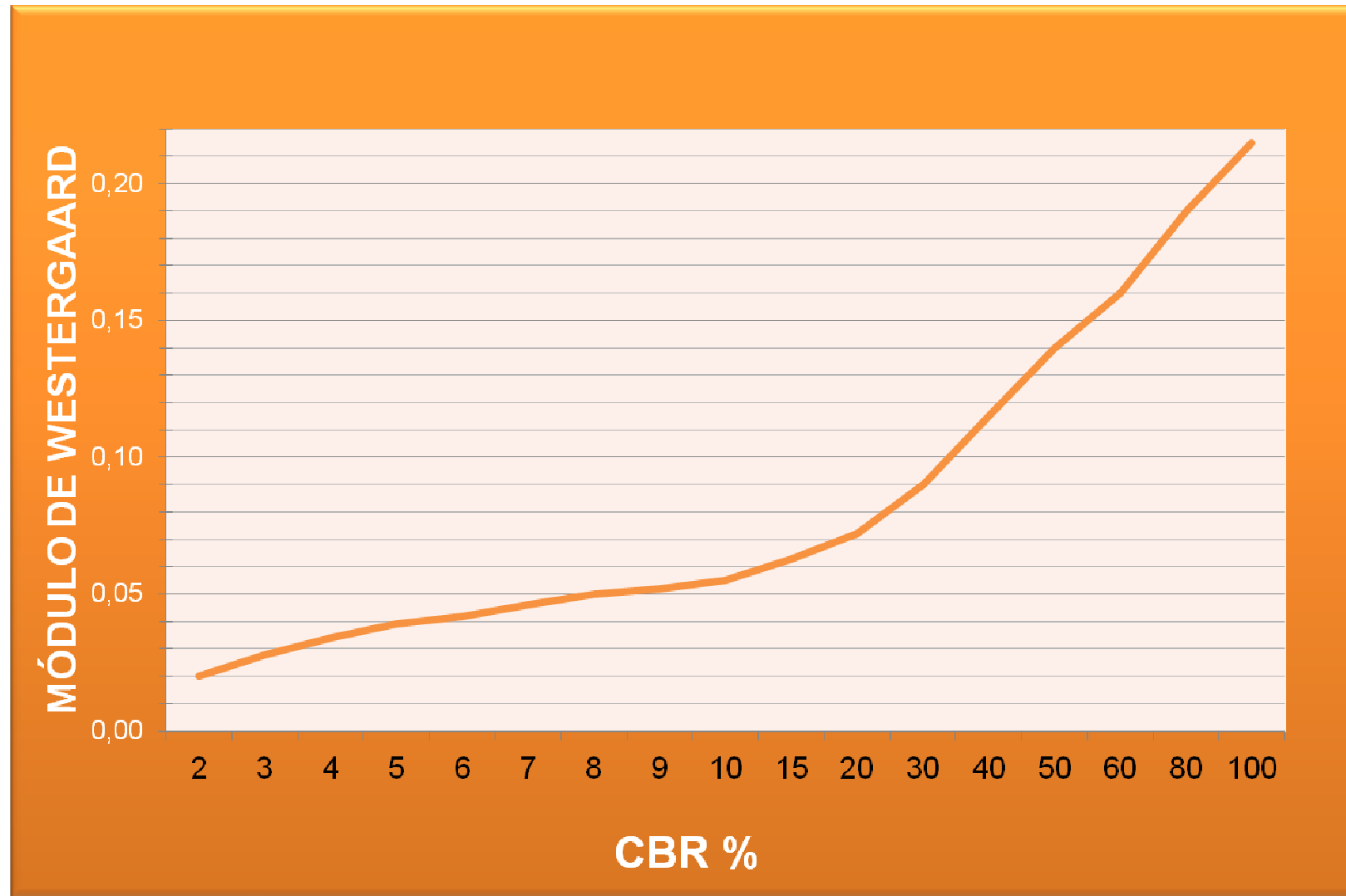


Tabla de equivalencia entre CBR y módulo de Westergaard

En la fase de diseño debemos considerar un módulo de reacción adecuado:

- Para no sobredimensionar la solución.
- Para que sea fácilmente obtenible en fase de ejecución.



El valor del módulo de Westergaard en fase de diseño debe no ser inferior a $7 \text{ kg/cm}^3 = 70 \text{ Mpa/m} = 0,07 \text{ N/mm}^3$, el cual se corresponde con una subbase que no se deforma al paso de un vehículo pesado.

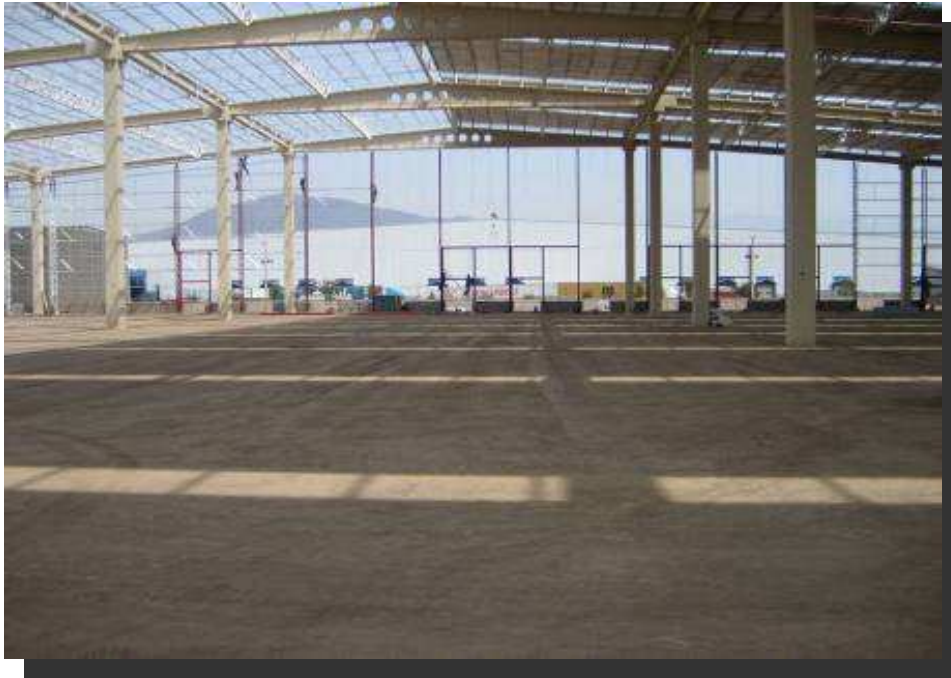
CONTROL PREVIO DE NIVELACIÓN.



Para mantener un espesor medio adecuado del pavimento de hormigón y favorecer el libre movimiento de la losa sobre la subbase.

Deben de presentar una nivelación en torno a ± 1 cm. (¡...!)

2) DEBEN SER HOMOGÉNEAS, SIN PRESENCIA DE MATERIALES DE DISTINTA NATURALEZA NI ZONA DE DISTINTO GRADO DE HUMEDAD

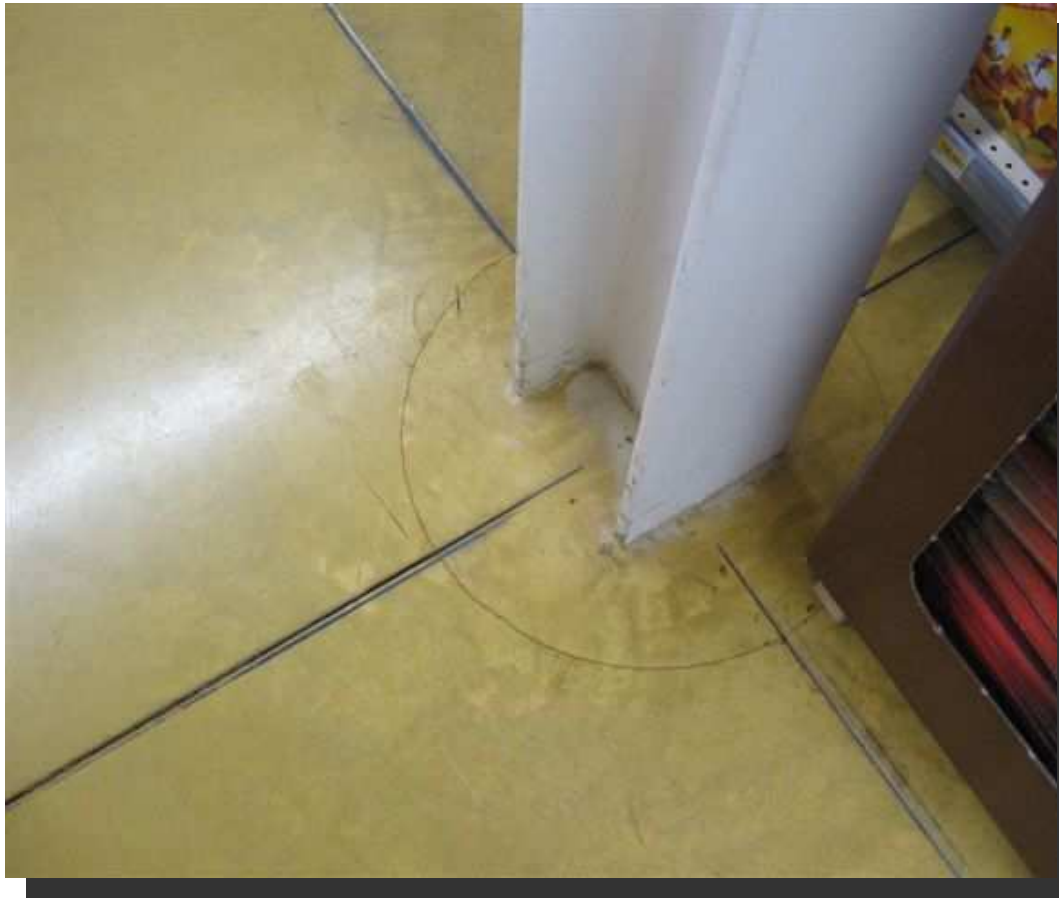


Para garantizar el mismo comportamiento (deformación a primera carga) en toda la superficie de la subbase.



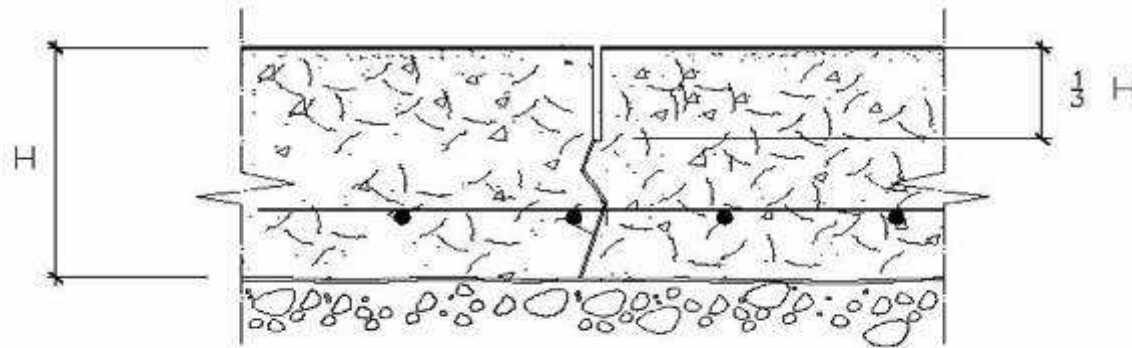
CONTROL DE JUNTAS Y ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

JUNTAS DE PERÍMETRO Y PILARES



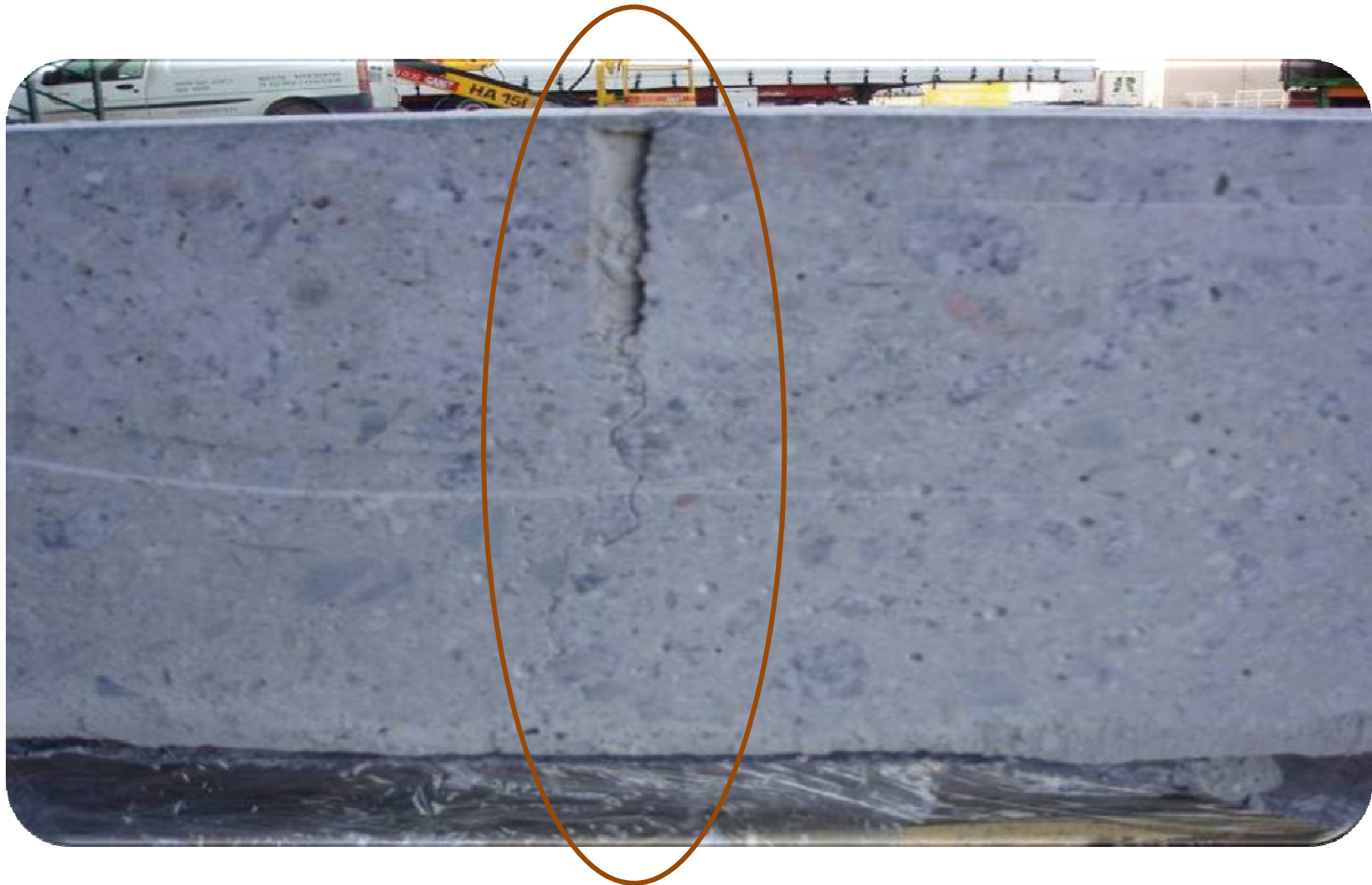
HAY QUE CHEQUEAR SU
CORRECTA UBICACIÓN
E INSTALACIÓN,
REGISTRANDO EN UN
ESTADILLO (CHECK
LIST)

JUNTAS DE CONTRACCIÓN O RETRACCIÓN

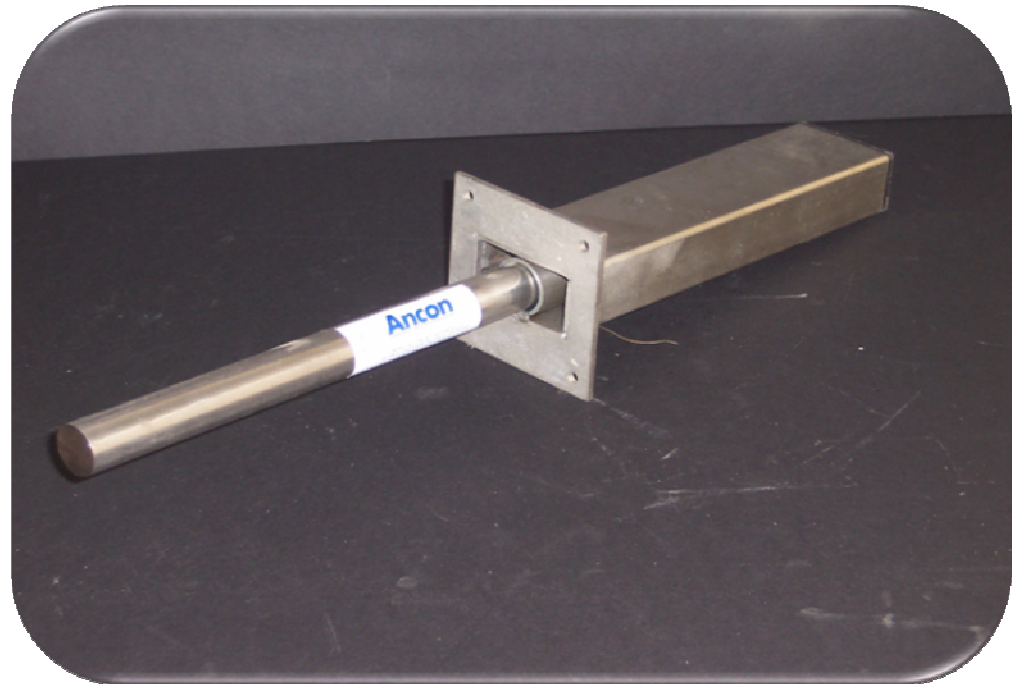
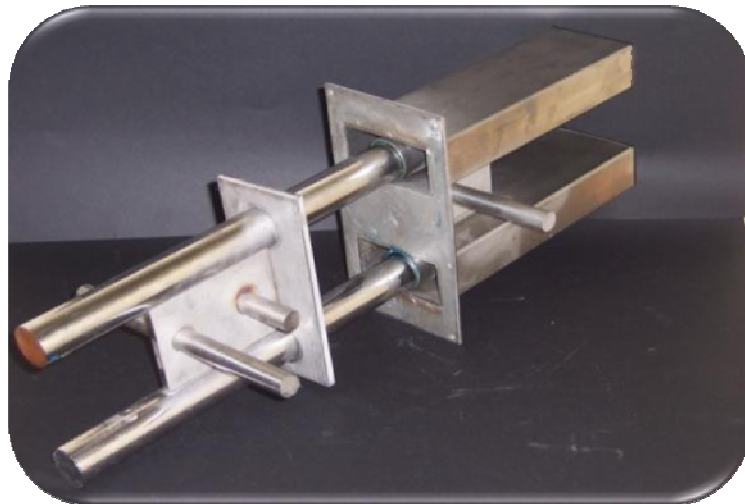
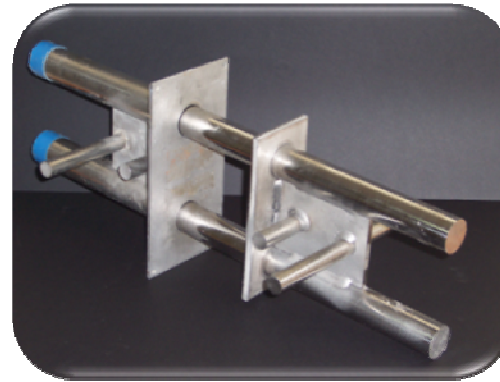


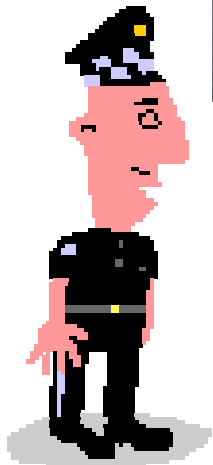
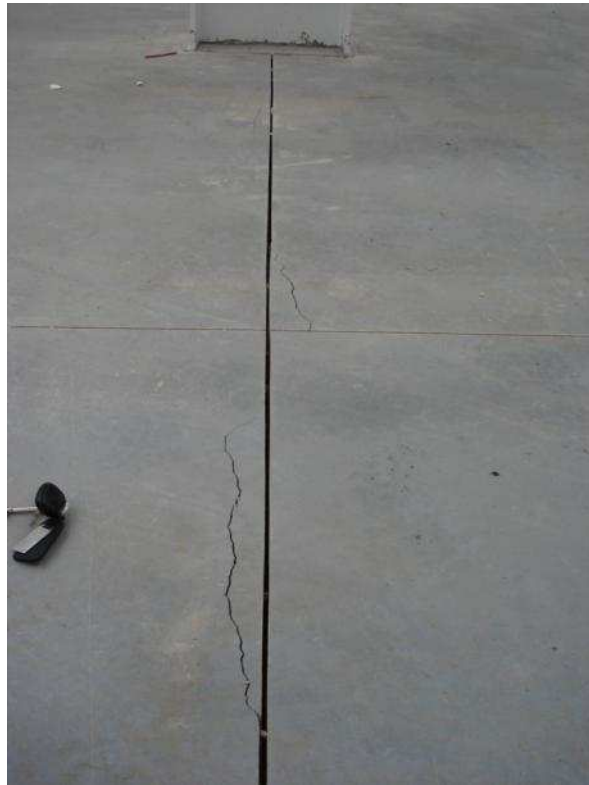
Se controlará su distribución respecto al proyecto y su profundidad

JUNTAS DE CONTRACCIÓN O RETRACCIÓN



CONECTORES

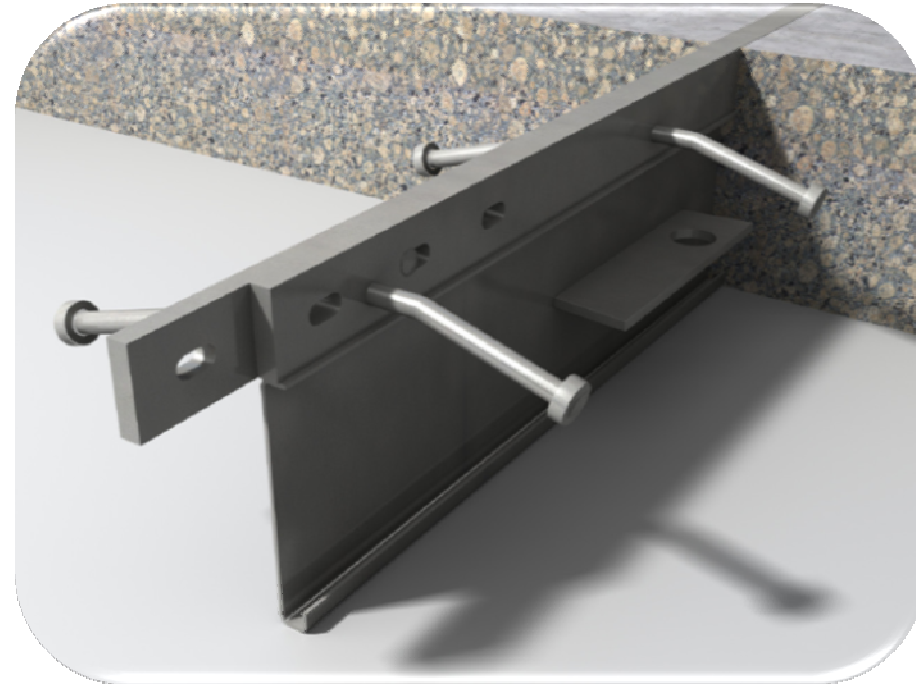
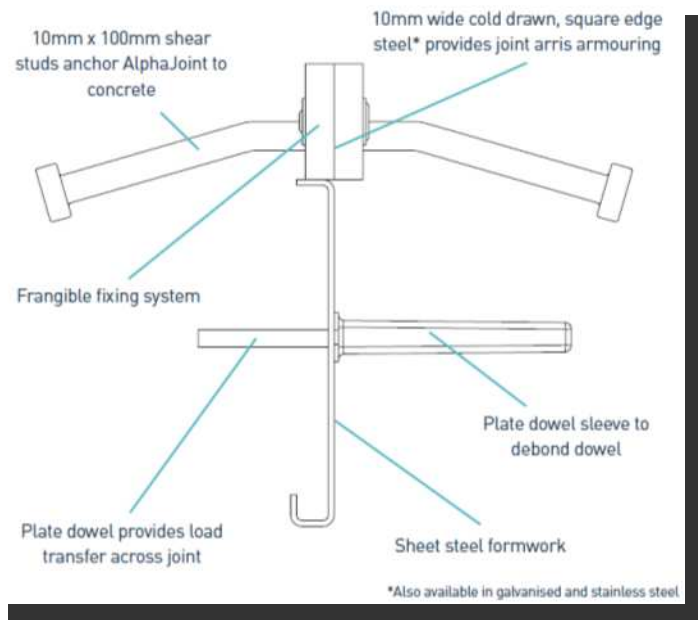






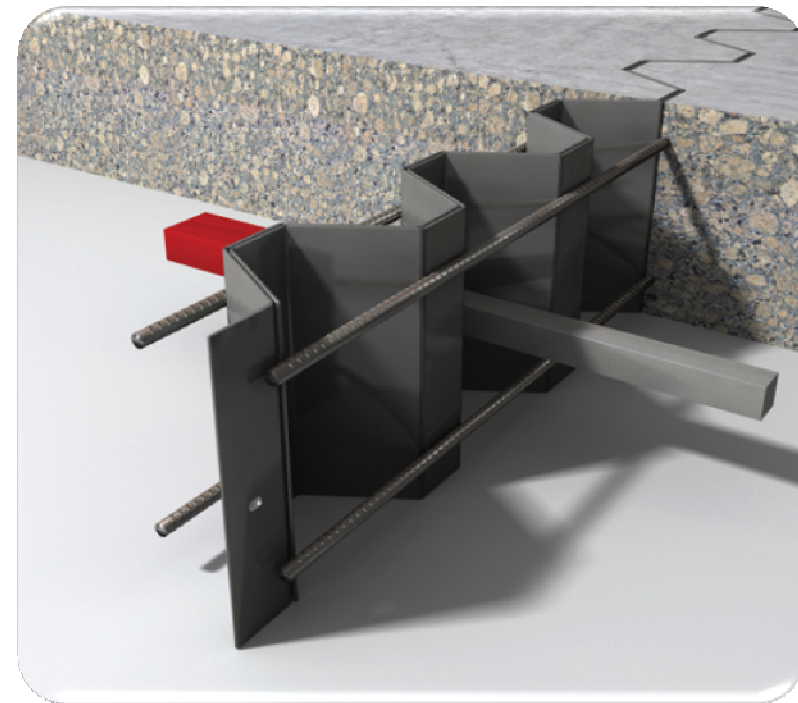
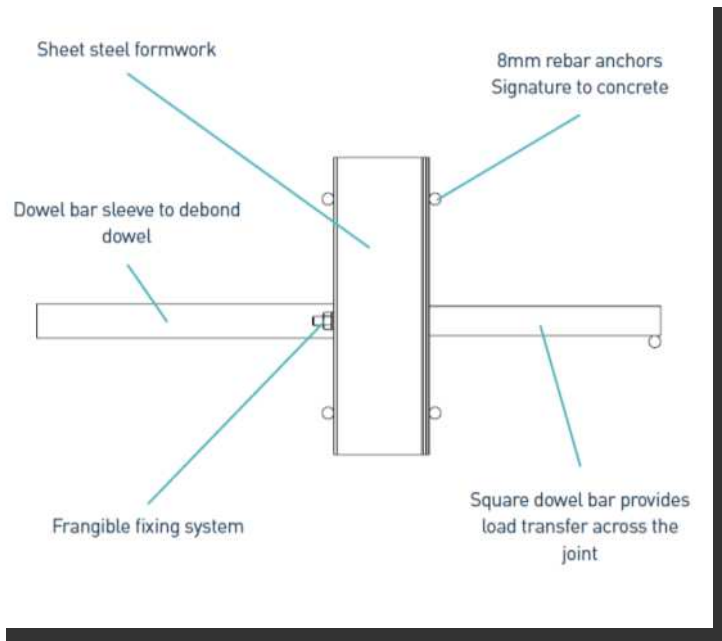
JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN. JUNTAS ALPHA

Hay que elegir las mas adecuadas en función del uso

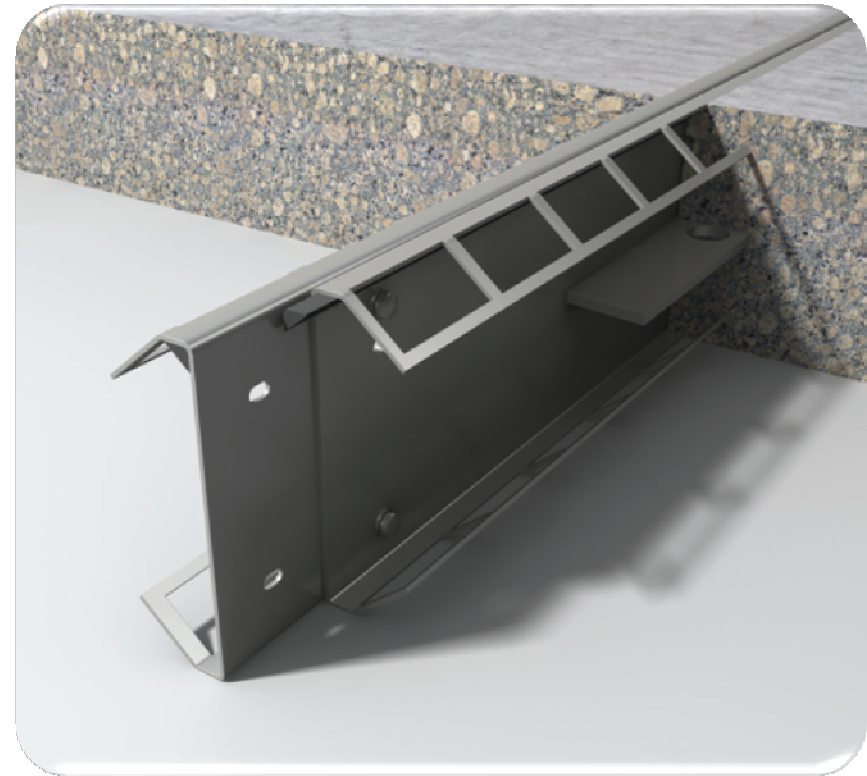
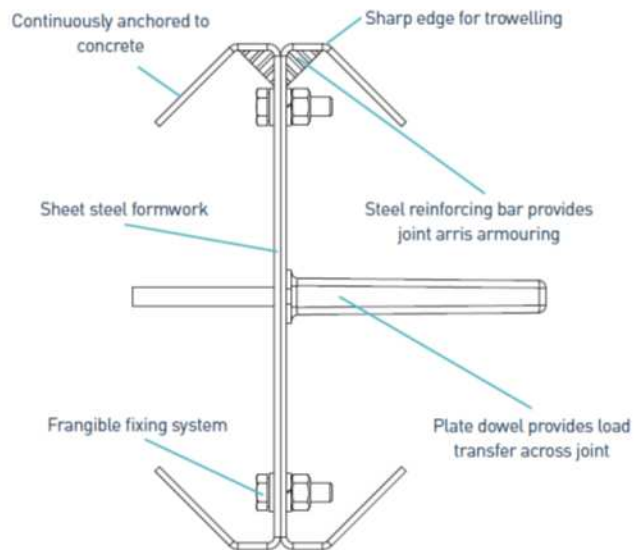


Se controlará su ubicación exacta (según proyecto) y su instalación

JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN. JUNTAS SIGNATURE



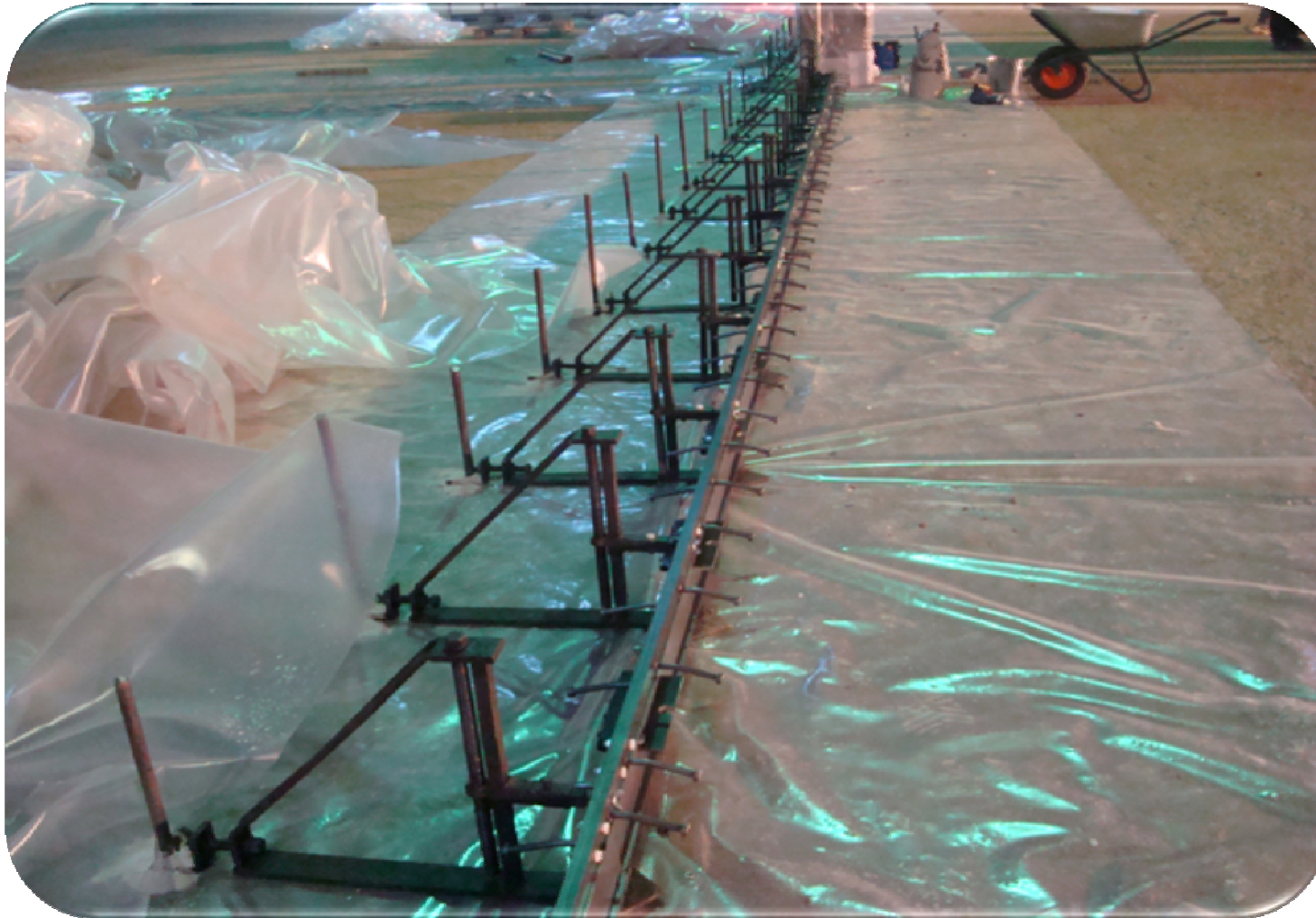
JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN. JUNTAS ECLIPSE



JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN.



Control de la alineación y nivelación.



Correcta fijación



Se prestará especial atención a las zonas de cruces.



MONOFLOOR

PRESCRIPCIÓN DE SOLUCIONES Y CONTROL EN OBRAS DE PAVIMENTACIÓN



MONOFLOOR

PRESCRIPCIÓN DE SOLUCIONES Y CONTROL EN OBRAS DE PAVIMENTACIÓN





PASO 2:

**CONTROLES DURANTE
EL HORMIGONADO**

Control sobre el hormigón

EL HORIZÓN HA DE CUMPLIR UNA
SERIE DE CONDICIONANTES, NO
SOLO A NIVEL DE
RESISTENCIA SINO
TAMBIEN A NIVEL DE

HOMOGENEIDAD,
TRABAJABILIDAD,
VELOCIDAD DE FRAGUADO
Y SUMINISTRO OPTIMO



DEBEMOS CONTROLAR:



RESISTENCIAS: MEDIANTE ENSAYOS NORMALIZADOS (COMPRESIÓN, FLEXIÓN)



HOMOGENEIDAD: ENSAYO DE CONO DE ABRAMS EN CAMIONES ALTERNOS



CHEQUEO CONSTANTE DE LOS ALBARANES DE ENTREGA



TIEMPOS DE RECORRIDO. TIEMPOS DE SUMINISTRO.



CALIDAD DE LA PLANTA



INSPECCIONES VISUALES



AUTORIDAD PARA RECHAZO DE CAMIONES CON HORMIGÓN NO APTO

¿CÓMO CONTROLAMOS LA CALIDAD DEL HORMIGÓN?



RESISTENCIA

- MEDIANTE ENSAYOS NORMALIZADOS (COMPRESIÓN/FLEXOTRACCIÓN).

CONO CONSTANTE

- MEDIANTE CONTROLA SU LEGADA A OBRA, REALIZANDO ENSAYO, Y REGISTRANDO HORA DE LLEGADA, VOLUMEN TRANSPORTADO

SERVICIO, TIEMPOS DE VERTIDO, VOLUMEN TRANSPORTADO, DISTANCIAS DESDE PLANTA, TIEMPOS DE FRAGUADO...

- HAY QUE LLEVAR UN ESTADILLO DE CONTROL DONDE SE REGISTREN TODOS LOS ASPECTOS DE LA OBRA RELATIVOS AL SUMINISTRO.

RECUERDEN...

...CONTROLAR Y SELECCIONAR
BIEN EL HORMIGÓN..

¡ES FUNDAMENTAL PARA HACER
PAVIMENTOS INDUSTRIALES!



CONTROL SOBRE LAS FIBRAS DE ACERO

INCORPORACIÓN DE FIBRAS AL HORMIGÓN



DURANTE LA FABRICACIÓN (EN LA PLANTA) MEZCLADA CON LOS ARIDOS

INCORPORACIÓN DE FIBRAS AL HORMIGÓN



INCORPORADAS EN OBRA (EN EL CAMIÓN) MEDIANTE CINTA TRANSPORTADORA

Aspecto del hormigón con fibras (ARMADO MULTIDIRECCIONAL)



ACOPIO DE FIBRAS EN OBRA



EL ARMADO CON FIBRAS FACILITA EL USO DE MAQUINARIA DE EXTENDIDO

CONTROL SOBRE LA MEZCLA DE FIBRAS



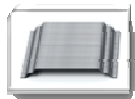
CONTROL DEL CONSUMO MEDIANTE REGISTRO EN ESTADILLO DE CONTROL



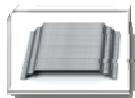
TIEMPOS DE BATIDO DEL HORMIGÓN EN LA CUBA



INSPECCION VISUAL DEL HORMIGÓN TRAS LA MEZCLA DE FIBRAS



ENSAYOS NORMALIZADOS PARA COMPROBAR LA CORRECTA DISTRIBUCIÓN



TRAS EL ACABADO DEL PAVIMENTO: INSPECCIÓN SUPERFICIAL



CONSECUENCIA DE UN MAL CONTROL SOBRE LA MEZCLA

**CONTROL SOBRE
ENDURECEDORES
SUPERFICIALES. TIEMPOS
DE PULIDO**

¿Cómo lo controlamos?

consumo

- Como los demás casos con un registro diario de los consumos y controlando la metodología de aplicación.

Tiempos de pulido y de aplicación

- Para determinar los tipos de acabado y los intervalos de obra, evitando aplicaciones tardías y delaminaciones (despegues). **Tiempos de fraguado.**

Espolvoreo mecánico





MORTERO HIDRATADOS



Fratasado mecánico







PASO 3:



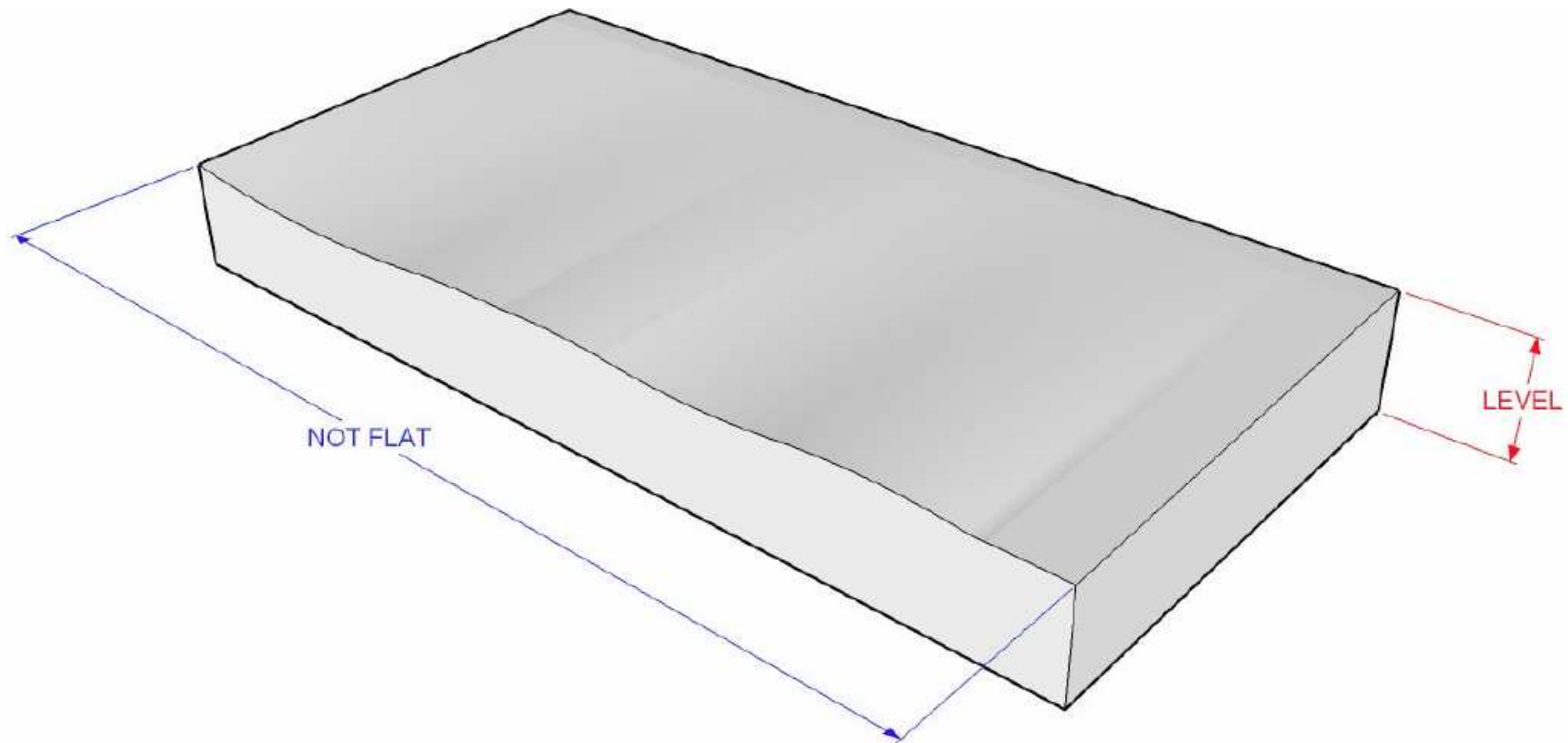
**CONTROLES DE
COMPROBACIÓN TRAS
LA EJECUCIÓN
(PLANIMETRÍAS)**

TAN IMPORTANTE COMO EL DISEÑO, ES EL CONTROL DE LA PLANIMETRÍA Y EL MÉTODO DE MEDICIÓN DE LA MISMA.

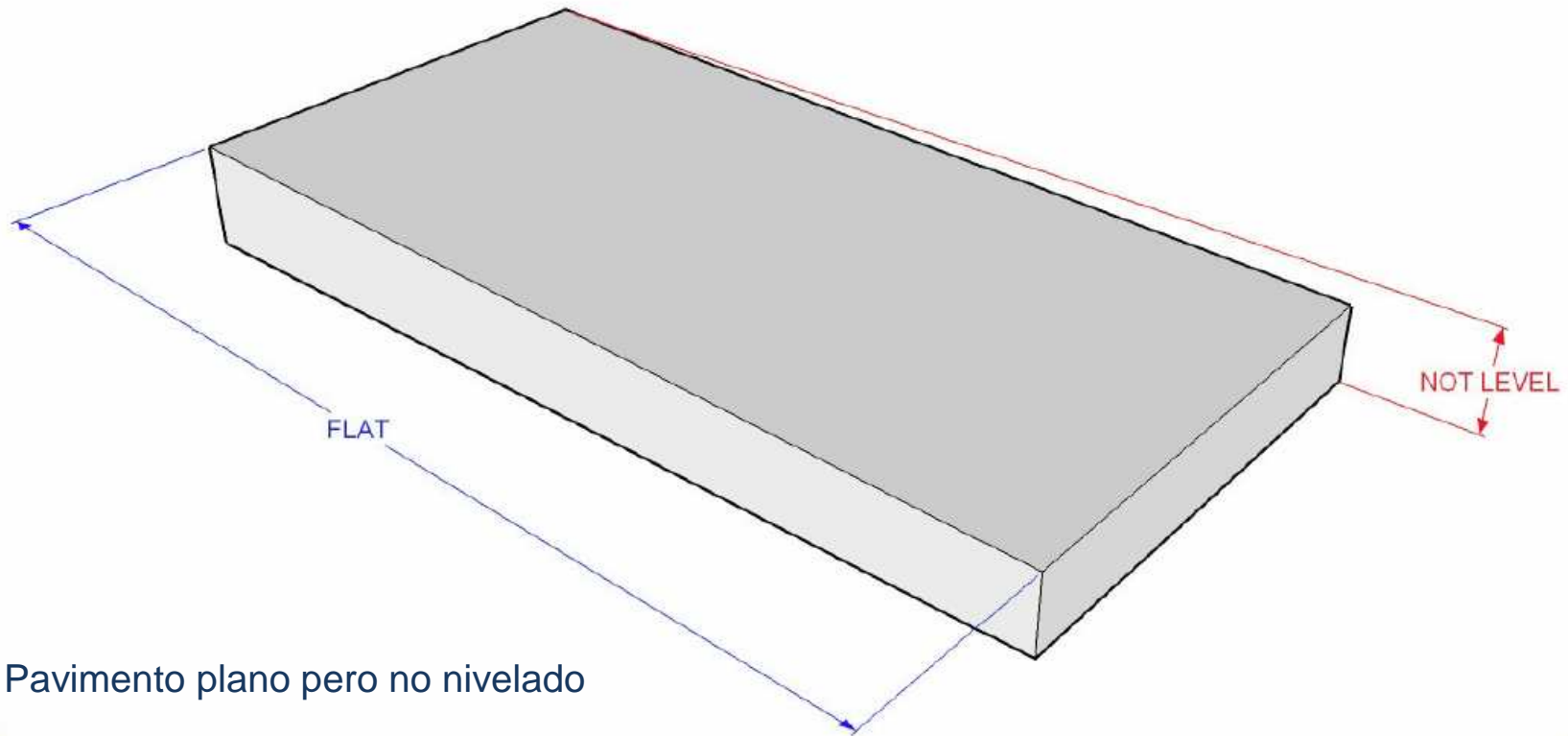
El proyectista debe conocer las tolerancias que son necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación que diseña e incluirlas claramente en sus especificaciones técnicas.

Unas tolerancias equivocadamente indulgentes **producirán pavimentos inadecuados para el uso deseado** y acarrearán costosos arreglos una vez acabada la obra.

Por otra parte, tolerancias excesivamente estrictas normalmente **encarecen innecesariamente las obras de pavimentación.**



Pavimento nivelado pero no plano.

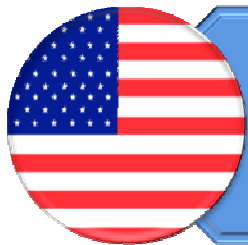


Pavimento plano pero no nivelado

Existen distintas normativas que regulan la regularidad superficial:



Normativas que se fundamentan en el uso de reglas de longitud definida (reglas de 3 metros)
(NORMAS DIN)



Normativa ASTM E1155 (F NUMBERS)

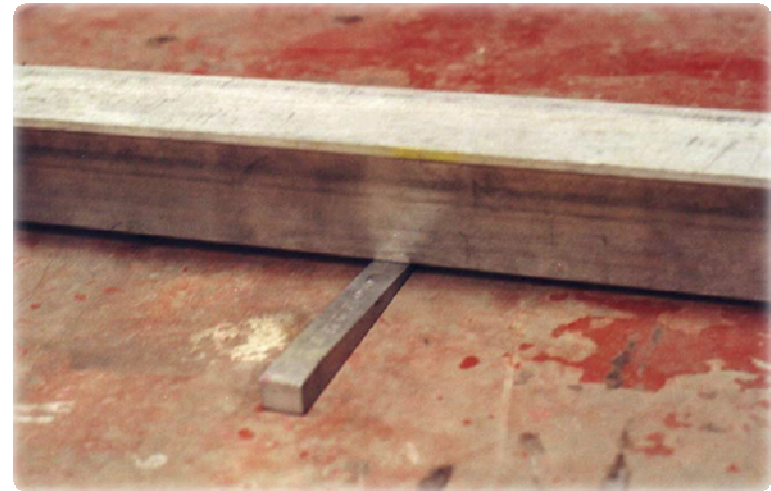


Recomendaciones British Concrete Society
(Technical Report nº34 ó TR34)



MÉTODOS TRADICIONALES CON REGLAS DE LONGITUD DEFINIDA. REGLA DE TRES METROS

Metodo de comprobación:



¿Comprobamos ahora una obra de 30.000 m²?

MONOFLOOR

PRESCRIPCIÓN DE SOLUCIONES Y CONTROL EN OBRAS DE PAVIMENTACIÓN



¿Cómo?



EL SISTEMA DE NÚMEROS F (FACE NUMBERS). Norma ASTM E1155

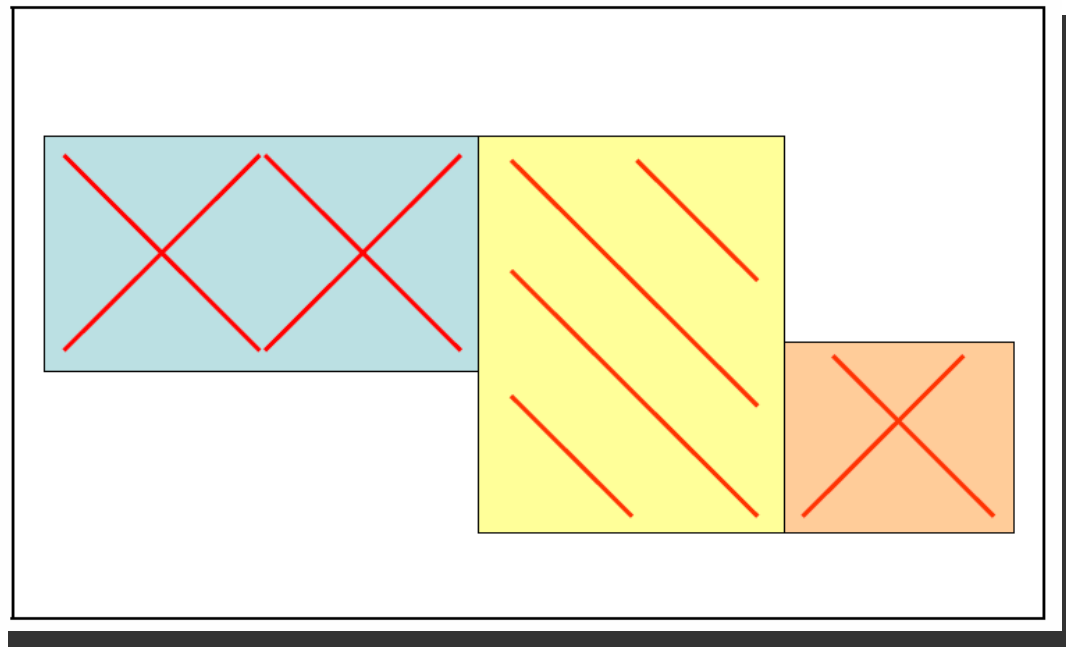
El sistema de números F utiliza dos parámetros para caracterizar la regularidad superficial de un pavimento: el número FF que define la rugosidad del pavimento y el número FL que define la nivelación u horizontalidad (desviación sobre un plano horizontal teórico)

FF define la rugosidad (planimetría). Valores de 0 a 100.

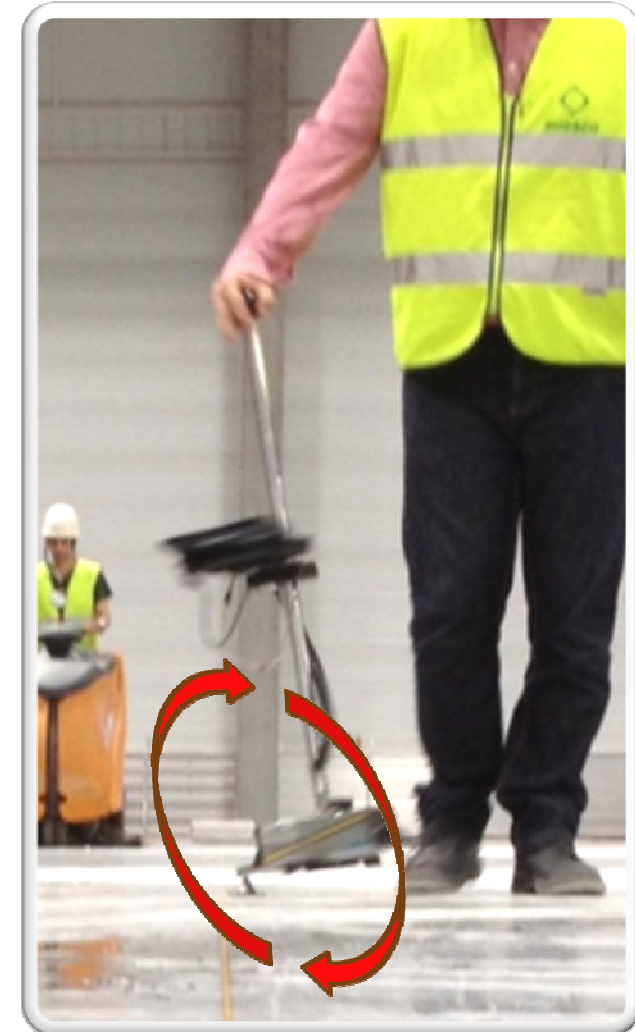
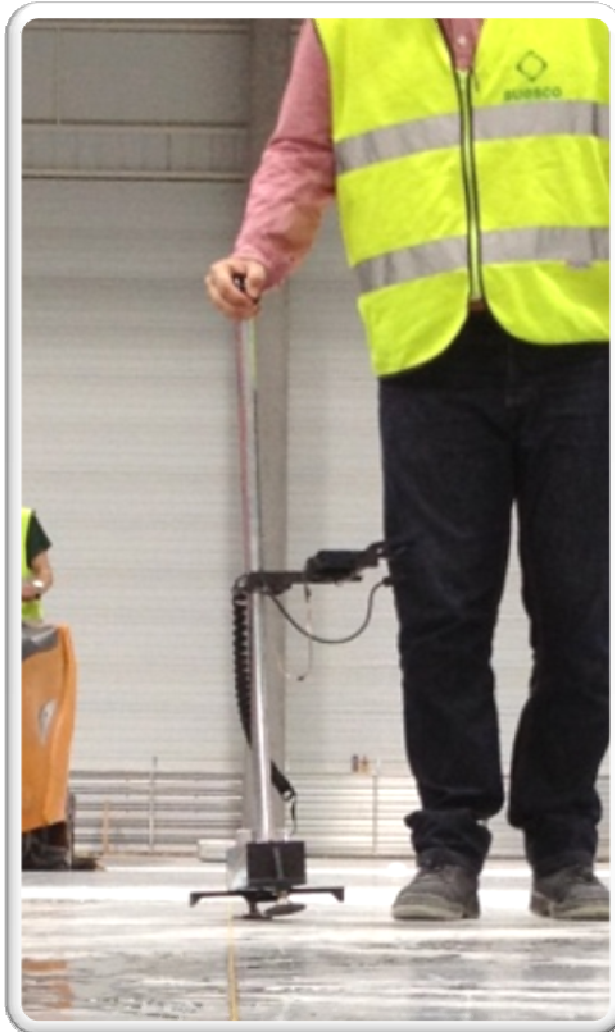
FL define la nivelación (altimetría). Valores de 0 a 100.



La medida básica de los números FF y FL se realiza sobre líneas rectas de la superficie del pavimento. Sobre cada una de estas líneas es necesario realizar medidas de precisión del perfil longitudinal a intervalos de longitud constante que suele ser de 300 mm, en el sistema de unidades métrico, y de un pie en el sistema americano. También se pueden utilizar otros intervalos de medida como 250 mm o 333 mm pero siempre en torno a los 300 mm. El método de evaluación de una instalación es estadístico.



**PLANIMETRIAS NUMEROS F. Equipos de medición. DIPSTICK**

**PLANIMETRIAS NUMEROS F. Equipos de medición. DIPSTICK**



**PLANIMETRIAS NUMEROS F. Equipos de medición.
FLOORPRO**





EL SISTEMA DE NÚMEROS F (FACE NUMBERS)

Según las recomendaciones de la norma, existe una clasificación de los pavimentos en función del valor de los números F.

REGULARIDAD	FF	FL
CORRIENTE	20	15
NORMAL	25	20
PLANA	35	25
MUY PLANA	45	35
SUPER PLANA	>50	>50



No existe una equivalencia directa entre la regla de tres metros y los números F.

Existe una tabla de equivalencias aproximadas que puede servir de referencia.

FF	DESNIVEL CON REGLA DE 3M
12	12mm
20	8mm
25	6mm
32	5mm
50	3mm



MÉTODO TR34 (CONCRETE SOCIETY)

Para el tráfico aleatorio FM (Free movement) se establece una clasificación para los pavimentos. Vemos un ejemplo comparativo entre los FM (free movements) y los números F de tráfico aleatorio:

CLASS	Flatness			Levelness		
	TR34 property II		FF	TR34 property IV		FL
	95% (mm)	100% (mm)		95% (mm)	100% (mm)	
FM1	2.5	4.0	30	4.5	7.0	46
FM2 special	3.0	4.5	26	6.5	10.0	35
FM2	3.5	5.5	22	8.0	12.0	26
FM3	5.0	7.5	16	10.0	15.0	21



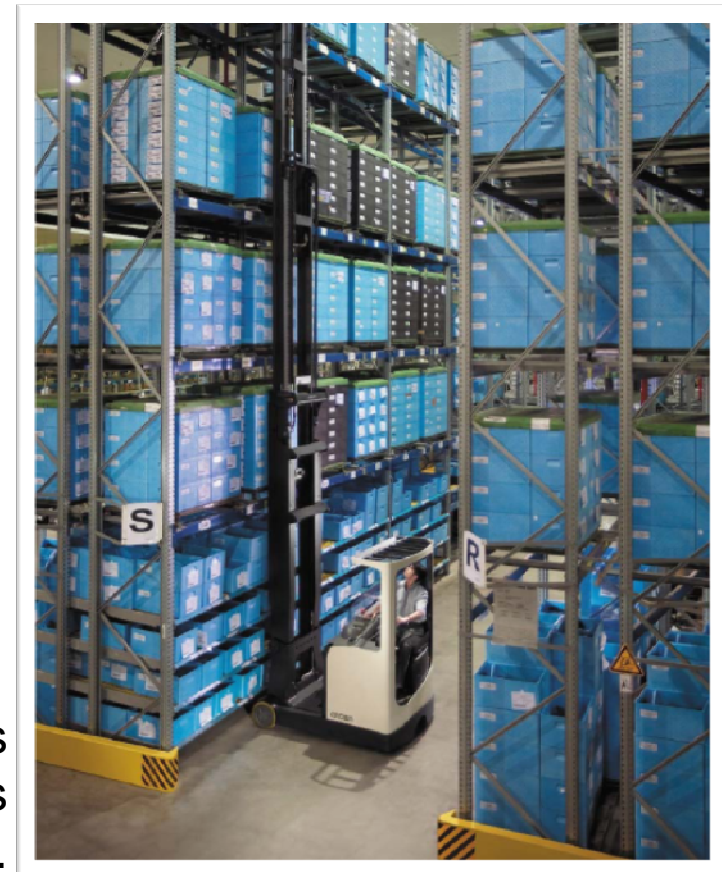
MÉTODO TR34 (CONCRETE SOCIETY)

FM3: Recomendado para pavimentos con poco tráfico rodado (zonas de tienda y almacenaje manufacturado)



FM2: Para almacenes con altura de estanterías inferior a 8 metros.

FM2 especial: Para almacenes con altura de estanterías superior a 8 metros.





MÉTODO TR34 (CONCRETE SOCIETY)

FM1: Se recomienda en altura de racks superior a 13 m.



**PLANIMETRIAS NORMATIVA TR34 . Equipos de medición.**

PASO 4:

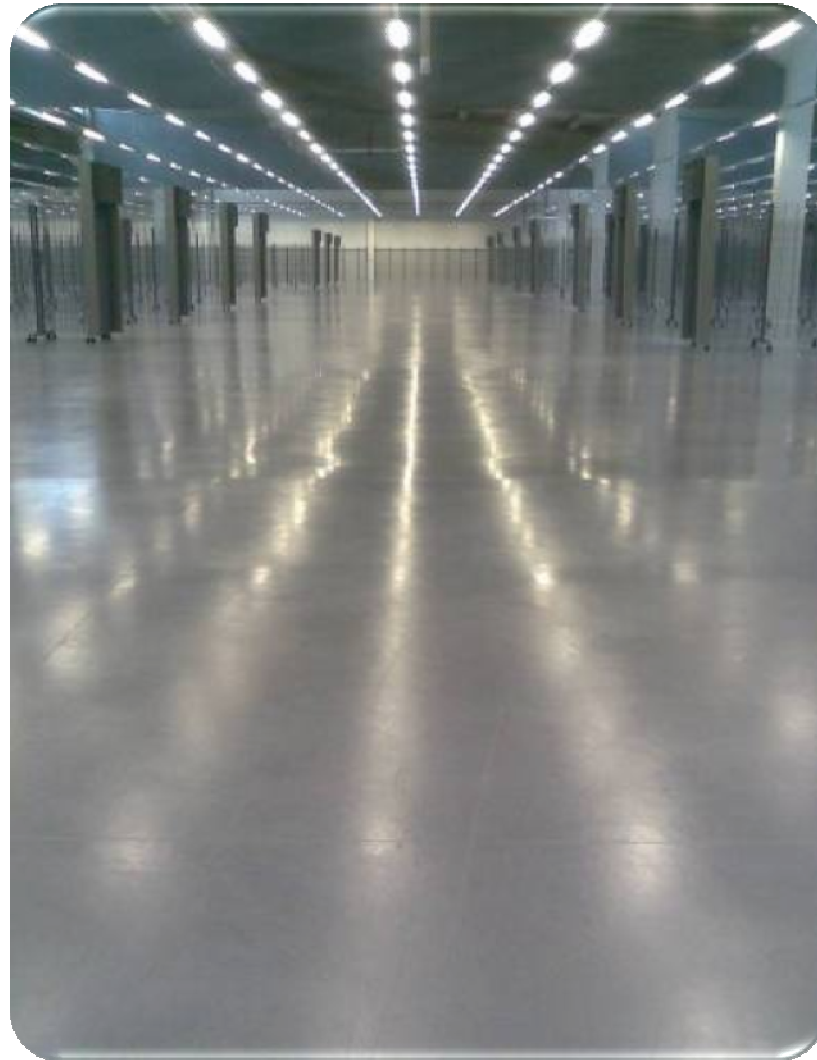


RESULTADOS

Resultados



Resultados



Resultados



**MUCHAS
GRACIAS**





Industrial Flooring Consultancy & Project Management

