



**BIANCHINI  
INGENIERO**

## **FIBRAS**

**REFUERZO ESTRUCTURAL  
DEL HORMIGÓN**



## **FIBRAS METÁLICAS:**

### **REFUERZO ESTRUCTURAL DEL HORMIGÓN**

El uso de fibras de acero para el refuerzo del hormigón está en continuo aumento en términos cuantitativos y aplicativos. En su inicio, la fibra metálica se empleó en dos campos fundamentales: Hormigón proyectado para el revestimiento temporal de túneles y hormigón vaciado en obras de pavimentación industrial, aeropuertos, puertos, etc.

Esta tecnología de refuerzo estructural se está difundiendo con resultados excelentes en nuevas aplicaciones, como dovelas o anillos para el revestimiento final de túneles, prefabricados y otras estructuras de hormigón.

Nuestra fibra FF3 está presente en importantes obras de ingeniería, como las líneas de alta velocidad AVE y la Línea 9 del Metro de Barcelona, con 42 km de túnel.

Actualmente existen Normas y Proyectos de Norma de carácter nacional e internacional, tanto para las fibras de acero como para las fibras de polipropileno.

Las fibras con una resistencia mecánica a la tracción adecuada y distribuidas de forma homogénea en la matriz de hormigón constituyen una armadura tridimensional muy resistente, capaz de soportar apreciables deformaciones manteniendo una buena resistencia –DUCTILIDAD– y de evitar la propagación del fenómeno de fisuración, disipando energía de deformación –TENACIDAD–.



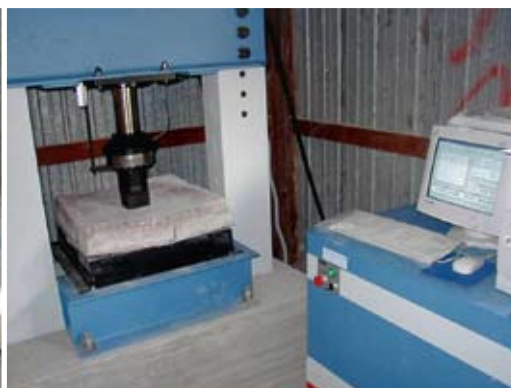
## FIBRAS METÁLICAS PARA EL REFUERZO ESTRUCTURAL DEL HORMIGÓN

# FIBRAS WIRAND®

Las fibras Wirand® para refuerzo de hormigón, son producidas con alambres de acero con bajo contenido de carbono. Actúan como una armadura tridimensional, absorbiendo las tensiones aplicadas en el elemento estructural, aumentando así su resistencia.

El uso de fibras de acero Wirand® en el hormigón proporciona un mejor comportamiento de la estructura, ya que reduce la formación de fisuras, proporcionando una mejor calidad y durabilidad a la obra. Otras ventajas del uso de Fibras Wirand® son la eli-

minación, en algunas aplicaciones, de la armadura convencional, con la consecuente reducción de tiempos y costes de mano de obra. También evita el desperdicio de materiales y simplifica las tareas de transporte, acopio, manipulación y colocación.



### Ventajas

Elevada capacidad de absorción de energía en la post-fisuración

Menor penetración de los agentes oxidantes

Aumento de la resistencia a la flexo tracción

Más eficiente, económica y rápida que las soluciones tradicionales

Mayor resistencia a la fatiga

Reemplaza la armadura tradicional en pavimentos, túneles y anillos

Aumento de la capacidad de carga

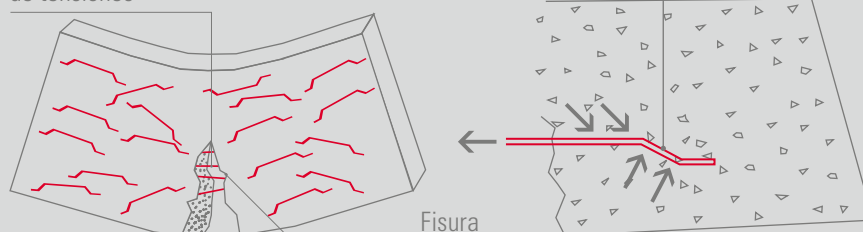
Reduce la formación de fisuras

Mejor comportamiento ante las variaciones de temperatura

Dota al hormigón de un comportamiento dúctil

Fibra Wirand® actuando como puente de transferencia de tensiones

Reacción a las tensiones de la Fibra Wirand®







Fiba Wirand® para pavimentos industriales y prefabricados de hormigón					
Tipo	Diámetro (µm)	Longitud (mm)	Resistencia a la tracción (MPa)	Relación de aspecto L/D	Nº de fibras por kg (aproximado)
FF1	1,00	50	1100	50	3200
FF3	0,75	50	1100	67	5700
Fiba Wirand® para hormigón proyectado					
Tipo	Diámetro (µm)	Longitud (mm)	Resistencia a la tracción (MPa)	Relación de aspecto L/D	Nº de fibras por kg (aproximado)
FS3N	0,75	33	1100	44	8700
FS4N	0,60	33	1200	55	13600
FS7	0,55	33	1200	60	16200
FS1	0,55	37	1200	67	14400



## APLICACIONES TÚNELES

La utilización de hormigón reforzado con fibras metálicas representa economía, rapidez y seguridad en revestimientos temporales y definitivos.



### Ventajas

Aumenta la tenacidad

Reduce la fisuración

Aumenta los índices de seguridad en el túnel

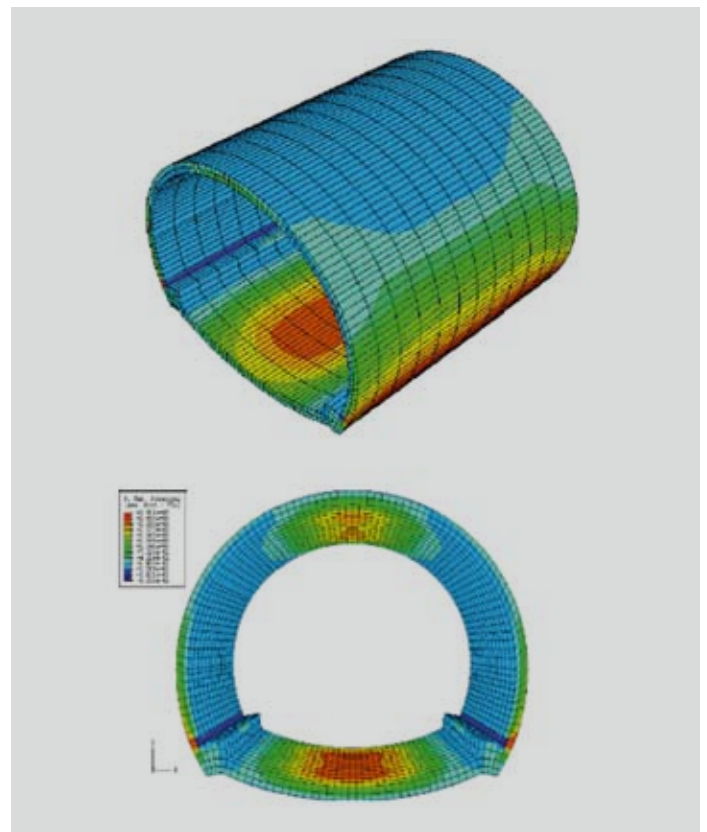
Reduce el espesor del gunitado

Menor rebote

Reduce los tiempos de construcción

Reduce la permeabilidad

Mejor comportamiento ante las variaciones de temperatura



## APLICACIONES PAVIMENTOS

De frágil a dúctil. La armadura de los pavimentos industriales.

El elevado número de fibras por kg permite la creación de una armadura tridimensional uniformemente distribuida en la matriz del hormigón, incrementando sus prestaciones. Gracias al alto módulo elástico del acero (210.000 MPa) se desarrolla una elevada resistencia a la tracción con una deformación mínima.

Los dobles ganchos de la fibra permiten un anclaje sólido que aumenta la adherencia de la fibra a la matriz del hormigón.

Las fibras metálicas Wirand® se fabrican trefilando acero de bajo contenido en carbono. Esto les otorga una alta resistencia a la tracción (>1100 MPa) y aumenta su capacidad de absorción de energía.



### Ventajas del hormigón reforzado con fibras metálicas Wirand®

Reduce la fisuración

Aumenta la resistencia a los choques

Mayor resistencia al punzonamiento

Menor fragilidad por variación de cargas

Aumento de la resistencia a las variaciones térmicas

Mayor ductilidad

Menor permeabilidad

### Ventajas respecto a la malla electrosoldada

Permite el aumento de la distancia entre juntas, gracias al mayor control de la retracción durante el fraguado.

Contribución resistente de todo el espesor de la sección gracias a la distribución tridimensional y homogénea de la fibra en la matriz de hormigón

Economía de tiempo, evitando el corte y colocación de la malla de acero así como los eventuales separadores

Reducción del espesor de hormigón

### Aplicaciones

Pavimentos industriales

Pavimentos de aeropuertos y puertos

Canteras de hormigón

Soleras de cualquier espesor

Cimentaciones

Soleras de soporte para máquinas vibrantes

Reparación de superficies

Depósitos y silos



## APLICACIONES PREFABRICADOS

Gracias a sus numerosas ventajas, la utilización de las fibras metálicas Wirand® está cada vez más extendida en la industria del prefabricado.

La industria del prefabricado de hormigón está sometida a exhaustivos controles de calidad requeridos por normativas nacionales e internacionales. Por ello confía en el sistema de refuerzo del hormigón mediante fibras metálicas Wirand® tanto en el diseño como en la fabricación de elementos estructurales.

El mejor control de los procesos que ofrece este sistema de refuerzo permite que los diseñadores confíen en las propiedades mecánicas del material.

Una de las aplicaciones más recientes de las fibras metálicas Wirand® es la de los prefabricados para obras subterráneas, caracterizada por el alto nivel de exigencia técnica y de seguridad.

El diseño y la fabricación de dovelas prefabricadas con hormigón fibro-reforzado para el revestimiento de túneles excavados con el empleo de las modernas máquinas excavadoras integralmente automatizadas (TBM-Tunneling Boring Machine) es una de las aplicaciones con más crecimiento en la actualidad.



### Aplicaciones

Anillos/Dovelas para túneles

Paredes prefabricadas

Sumideros y tubos prefabricados

Fundaciones

Hornos y tanques de agua

Vigas especiales

Comparativo de la Fibra Wirand® FF3 respecto a la competencia. Dovelas para la línea 9 del Metro de Barcelona. Realizado por la UPC-Universidad Politécnica de Cataluña - Barcelona.

Fibra	Características	Dosificación Kg/m³ (lb/yd³)	Resistencia Compresión MPa (psi)	Resistencia Flexión MPa (psi)
A	60 x 0,75 mm (2,4 x 0,030 in) hook-ended	15 (25)	53,5 (7760)	2,01 (290)
		20 (34)	59,4 (8620)	2,56 (370)
		30 (51)	58,1 (8430)	3,54 (510)
B	60 x 0,92 mm (2,4 x 0,036 in) hook-ended	15 (25)	57,6 (8350)	1,95 (280)
		20 (34)	56,2 (8150)	2,48 (360)
		30 (51)	60,3 (8750)	3,59 (520)
C	60 x 1,05 mm (2,4 x 0,041 in) hook-ended	15 (25)	53,2 (7720)	1,91 (280)
		20 (34)	51,9 (7530)	1,82 (260)
		30 (51)	57,3 (8310)	3,80 (550)
D	60 x 1,0 mm (2,4 x 0,039 in) hook-ended	15 (25)	54,8 (7950)	1,11 (160)
		20 (34)	49,6 (7190)	1,58 (230)
		30 (51)	52,3 (7590)	1,94 (280)
E	60 x 0,80 mm (2,4 x 0,031 in) hook-ended	15 (25)	53,6 (7770)	1,76 (260)
		20 (34)	53,0 (7690)	2,28 (330)
		30 (51)	57,3 (8310)	3,06 (440)
Fibra Wirand® FF3	50 x 0,75 mm (2,0 x 0,030 in) hook-ended	22 (37)	65,8 (9540)	3,54 (510)
		25 (42)	61,6 (8930)	3,53 (510)
		30 (51)	59,7 (8660)	3,99 (580)

### Ventajas

Calidad estética

Mayor resistencia mecánica a los diversos esfuerzos en el proceso de fabricación

Aumento de la capacidad de producción gracias a la eliminación parcial o total de la armadura de acero

Mayor resistencia a los daños durante el transporte y manipulación

Menor fragilidad ante la variación de cargas

Mayor durabilidad en ambientes agresivos



## FIBRAS DE POLIPROPILENO:

### PROTECCIÓN PASIVA DEL HORMIGÓN CONTRA INCENDIOS

El principal objetivo que debe cumplir cualquier sistema de protección pasiva del hormigón contra el fuego es conseguir que, si se produce un incendio, las características mecánicas de los elementos estructurales de hormigón se conserven estables durante el proceso de evacuación y la actuación de los bomberos (por ejemplo en un túnel), evitando la pérdida de vidas humanas. Por tanto, el sistema de protección debe actuar durante los primeros momentos del incendio.

#### El efecto SPALLING

Cuando el hormigón se ve expuesto al fuego, la temperatura superficial empieza a aumentar y el vapor de agua que se genera en su interior se dirige hacia el núcleo de la matriz donde las temperaturas son menores. Este fenómeno tiene como consecuencia un incremento de la presión interna que llega a superar la propia resistencia del hormigón, produciendo una serie de explosiones violentas durante los primeros 20 minutos del incendio (dependiendo de la naturaleza del material que se está quemando). El resultado es el desconchado de la cara superficial del hormigón, más conocido como efecto SPALLING.

Investigaciones y ensayos recientes concluyen que la adición de micro-fibras de polipropileno de diámetros inferiores a 32  $\mu\text{m}$  reduce significativamente el fenómeno SPALLING en el hormigón durante un incendio y que existe una relación entre el número de fibras incorporadas a la matriz y la mejora del comportamiento del hormigón ante el fuego.



Las fibras de polipropileno FibroMac® se fabrican con filamentos extremadamente finos, producidos a través de un proceso de extrusión.

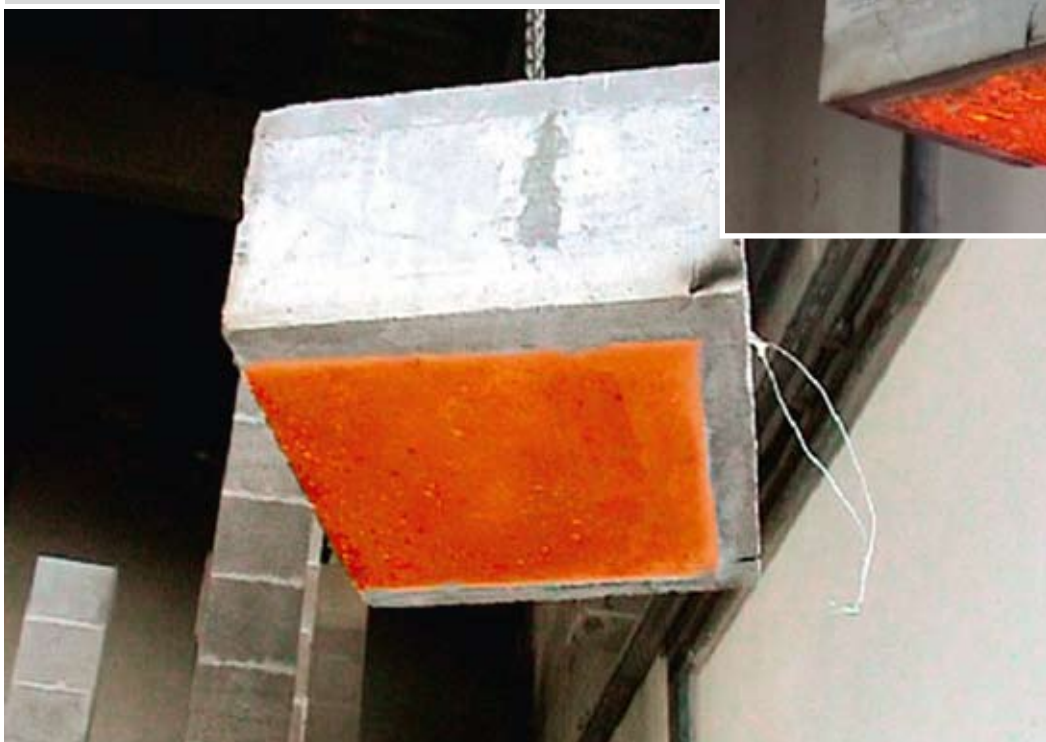
Las fibras FibroMac® están diseñadas para proteger la integridad del hormigón cuando es sometido a altas temperaturas y fuego directo. También reducen el fenómeno de fisuración motivado por la retracción o el asentamiento plástico y aumentan el control sobre los fenómenos de exudación y segregación.

Las fibras FibroMac® Mejoran las prestaciones del hormigón endurecido aumentando su resistencia ante múltiples fenómenos:

- Desgaste: a través del control de exudación, se evita el aumento de la relación de agua/cemento responsable de la disminución de la resistencia en la superficie del hormigón.
- Impacto: al controlar el índice y profundidad de las fisuras, ayuda a preservar la integridad de la estructura.
- Fuego: con la fusión de las fibras a altas temperaturas, se crean microcanales que alivian la presión generada por los vapores de agua causantes del fenómeno "spalling", aumentando el tiempo de degradación de las estructuras en caso de incendio.



Abajo, muestra de hormigón con 2 kg/m<sup>3</sup> de FibroMac® después de someterla a altas temperaturas

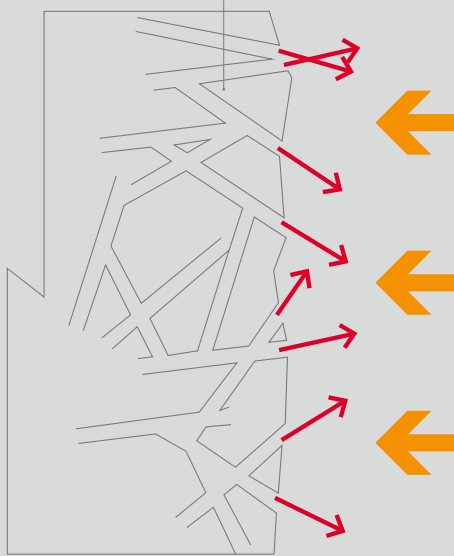


Arriba, muestra de hormigón sin fibras, después de someterla a altas temperaturas.



## FIBRA DE POLIPROPILENO FIBROMAC® REDUCCIÓN DEL EFECTO "SPALLING"

Elemento de hormigón



Cuando la temperatura alcanza los 360° la fibra desaparece y crea huecos en el hormigón

La presión del vapor se libera a través de los huecos generados por la fibra

Gracias a estos huecos la reacción explosiva del spalling se reduce sustancialmente

Fuente de calor 1100 °C



### Ventajas

Aumentan la resistencia al fuego

Reducen las fisuras causadas por la retracción y asentamiento plástico

Propician una mayor resistencia al impacto

Mejoran la resistencia al desgaste

Permiten controlar la exudación y segregación

### Aplicaciones

Hormigones y morteros







FibroMac®			
Tipo	Diámetro (µm)	Longitud (mm)	Millones de fibras/kg
6	18	6	720
12	18	12	360
24	18	24	180



# FIBRAS

## SERVICIOS

La actividad experimental para la optimización del hormigón fibroreforzado:

Maccaferri está llevando a cabo una extensa campaña experimental, en colaboración con algunos institutos universitarios Italianos e internacionales, para caracterizar toda la gama de fibras.

Además de la obtención de los datos característicos del hormigón reforzado con fibras metálicas, los trabajos de investigación van dirigidos a conseguir la ley constitutiva  $\sigma$ - $w$  necesaria para los análisis estructurales en campo No Lineal, con códigos de calculo F.E.M. tipo ABAQUS o DIANA.

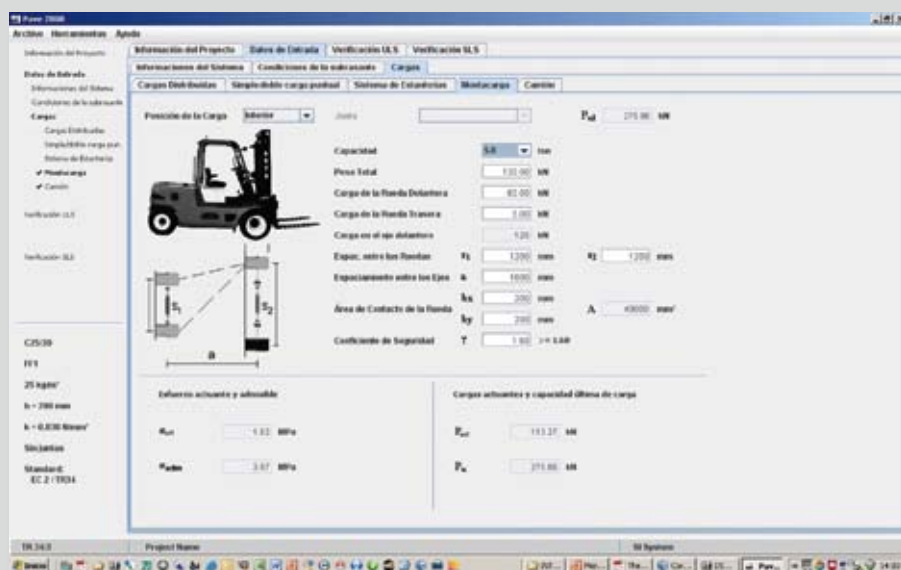
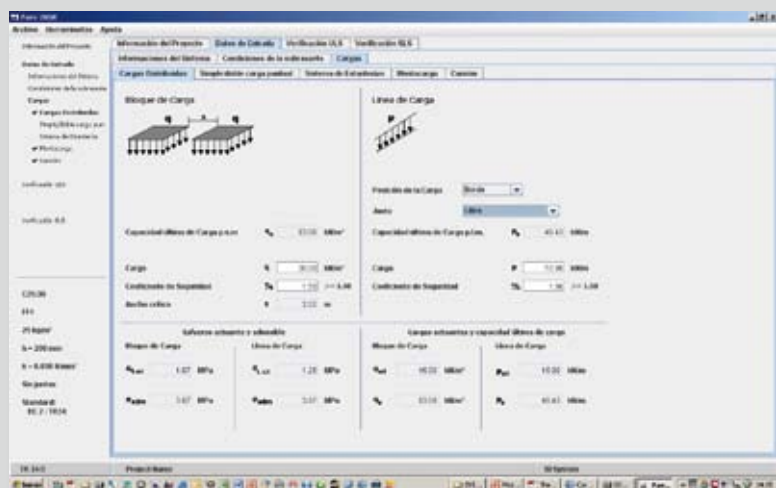
Con filiales y asociados en todo el mundo, Maccaferri cuenta con una amplia experiencia en el sector. Desde la consultoría hasta el diseño, tanto para empresas de construcción como de instalación. Para que su empresa pueda hacer un uso optimizado del hormigón fibroreforzado.



## SERVICIOS

# ASESORAMIENTO TÉCNICO: PAVE®

Bianchini le brinda asesoramiento en todo tipo de proyectos y pone a su servicio potentes herramientas de análisis y cálculo, como PAVE®, un software para el cálculo y diseño de pavimentos de hormigón fibroreforzado.





## SERVICIOS

# DOSIFICADORES

Bianchini proporciona equipos de dosificación diseñados para trabajar con los diferentes formatos de presentación del material y ajustados a cada obra y a su nivel de producción.

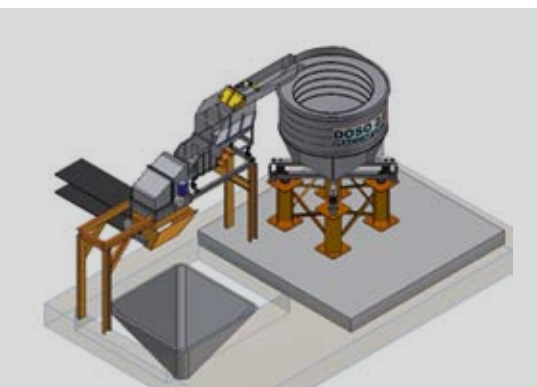
### DOSOBOX®

Equipo portátil diseñado para trabajar con cajas/sacos de Fibras de 20kg. Funciona con un sistema de aire a presión que transporta las fibras, mediante un conducto, hasta el embudo del camión de hormigón. Su rendimiento puede alcanzar entre 40-80 kg/min.

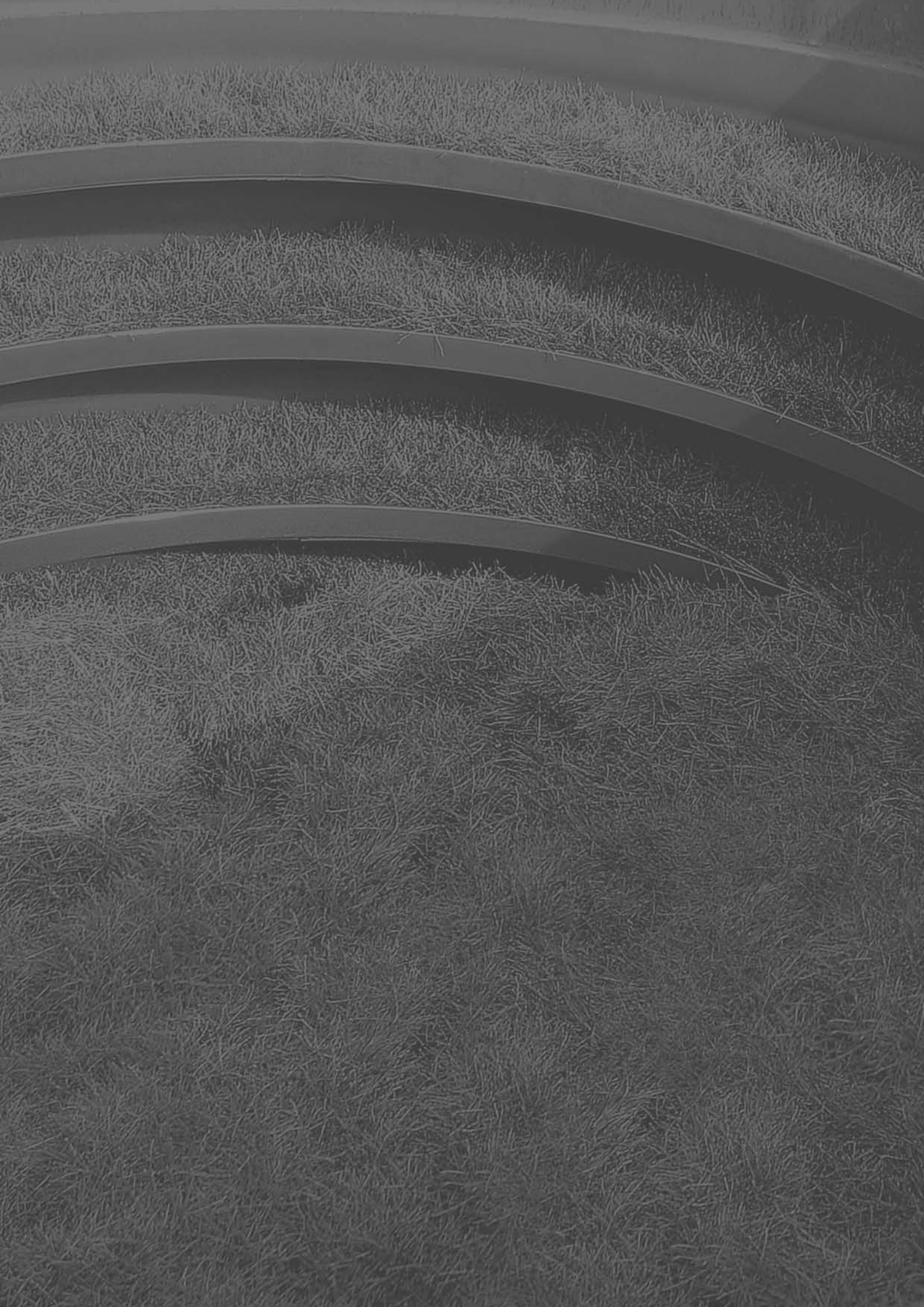


### INCITE SF500S - DOSO 1.6/2.0

Equipos fijos para utilización en plantas de hormigón. Son de uso exclusivo para big bags y tienen una capacidad de carga de hasta 1600 kg. Ofrecen un rendimiento de hasta 200 kg/min. Pueden dosificar de diversas maneras: directamente al camión de hormigón, descarga en la bandeja de áridos de la planta y descarga en la tolva para la alimentación de mezcladora para prefabricados.











**BIANCHINI  
INGENIERO**

---

**[www.abianchini.es](http://www.abianchini.es)**

---

**A.BIANCHINI, Ingeniero, S.A.**

Gran Vial, 8

08170 Montornés del Vallés

T. +34 93 568 65 10

F. +34 93 568 65 11

[bianchini@abianchini.es](mailto:bianchini@abianchini.es)

---

**Delegación Madrid**

Cristóbal Bordiu, 35

28003 Madrid

T. +34 91 598 60 90

F. +34 91 568 60 91

[madrid@abianchini.es](mailto:madrid@abianchini.es)

---

**Delegación Portugal**

M. +351 918 158 685 (Oporto)

M. +351 919 235 543 (Lisboa)

[portugal@abianchini.pt](mailto:portugal@abianchini.pt)



Certificado de registro de  
empresa **UNE-EN ISO 9001**

---