



# **“PROGRAMAS PILOTO DE ADAPTACIÓN AL RIESGO DE INUNDACIÓN. LOTE 2 INSTALACIONES E INDUSTRIA”**

## **TAREA 5.5**

### **INFORME DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN DEL POLÍGONO INDUSTRIAL DEL CAÑUELO (SANTAELLA, CÓRDOBA)**

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del Polígono industrial del Cañuelo (Santaella, Córdoba)

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1	Antecedentes.....	1
1.2	Objetivo .....	1
1.3	Situación.....	1
1.4	Normativa aplicable .....	2
<b>2</b>	<b>ANÁLISIS DE PROLEMÁTICA .....</b>	<b>3</b>
2.1	Episodios de inundaciones .....	3
2.2	Situación actual a escala hidrográfica.....	6
2.3	Situación hidromorfológica del cauce.....	7
2.4	Situación de las instalaciones frente a la inundación fluvial .....	7
2.5	Peligrosidad de las instalaciones frente a la inundación fluvial .....	8
2.5.1	Crecida ordinaria .....	9
2.5.2	Periodo de retorno de 10 años .....	10
2.5.3	Periodo de retorno de 100 años.....	11
2.5.4	Estudio de inundabilidad y propuesta de soluciones.....	11
<b>3</b>	<b>DIAGNÓSTICO E INVENTARIO DE ELEMENTOS EN RIESGO .....</b>	<b>12</b>
3.1	Características y descripción de la instalación.....	12
3.1.1	Medidas de protección existentes.....	12
3.1.2	Características generales del polígono industrial.....	13
3.1.3	Red de saneamiento.....	13
3.1.4	Tipología constructiva.....	14
3.2	Puntos de entrada de agua a las instalaciones.....	15
3.2.1	Huecos en cerramientos y aperturas .....	15
3.2.2	Electricidad.....	16
3.2.3	Obra de drenaje transversal .....	16
3.2.4	Saneamiento .....	17
3.2.5	Juntas.....	17
<b>4</b>	<b>PROPUESTA DE ADAPTACIÓN.....</b>	<b>18</b>
4.1	Medidas genéricas aplicables.....	18
4.1.1	Proteger a las personas.....	18
4.1.2	Proteger la edificación y su equipamiento.....	19
4.2	Medidas de mitigación a aplicar en el caso de estudio .....	20
4.2.1	ALTERNATIVA 1 .....	20

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del Polígono industrial del Cañuelo (Santaella, Córdoba)

4.2.2	ALTERNATIVA 2 Complementarias.....	24
4.2.3	ALTERNATIVA 3 Complementarias.....	25
<b>5</b>	<b>ANÁLISIS DE COSTE BENEFICIO.....</b>	<b>26</b>
5.1	Daños por indemnizaciones históricas.....	26
5.2	Daños totales en situación actual .....	27
5.3	Alternativas de adaptación.....	30
5.4	Análisis coste/beneficio .....	30
<b>6</b>	<b>PLANOS.....</b>	<b>32</b>
	<b>ANEXO DE FICHA DE INSPECCIÓN .....</b>	<b>33</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1:	mapa de situación dl polígono Industrial del Cañuelo .....	2
Ilustración 2:	Imagen aérea del Polígono del Cañuelo .....	3
Ilustración 3:	Inundaciones en el polígono industrial .....	4
Ilustración 4:	Inundaciones en la carretera de acceso.....	4
Ilustración 5 y 6 :	Inundaciones en una de las naves “Fuente el Pino” .....	4
Ilustración 7 y 8 :	Inundaciones en una de las naves “Fuente el Pino” .....	5
Ilustración 9 y 10 :	Inundaciones en parte de cauce .....	5
Ilustración 11 :	Inundaciones dentro de las instalaciones.....	6
Ilustración 12 :	Inundaciones en el exterior de las instalaciones .....	6
Ilustración 13	Arroyo del Salado a su paso por el Polígono del Cañuelo .....	6
Ilustración 14	foto aérea vuelo 1981-1986 .....	7
Ilustración 15	foto aérea vuelo 1997-1998 .....	7
Ilustración 16	foto aérea vuelo 2004 .....	7
Ilustración 17	foto aérea vuelo 2016 .....	7
Ilustración 18	Zona inundable para T10.....	8
Ilustración 19	Zona inundable para T100.....	8
Ilustración 20	Zona inundable para T500.....	8
Ilustración 21	Zona inundable para T10 y T100 .....	9
Ilustración 22	Dominio público hidráulico .....	10
Ilustración 23	Mapa de peligrosidad T10.....	11

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del Polígono industrial del Cañuelo (Santaella, Córdoba)

Ilustración 24 Mapas de calados para T100.....	11
Ilustración 25 Parcelas catastrales del.....	12
Ilustración 26 Escollera de protección de 1metro de altura .....	13
Ilustración 27 Escollera de protección de 1metro de altura .....	13
Ilustración 28 Plano de sistema de saneamiento del polígono industrial.....	14
Ilustración 29 Muere exterior de bloques de hormigón hueco .....	14
Ilustración 30 Fachadas permeables .....	15
Ilustración 31 Cerramientos y aperturas en lugares bajos.....	15
Ilustración 32 Fachadas permeables .....	15
Ilustración 33 Cerramientos y aperturas en lugares bajos.....	16
Ilustración 34 Fachas permeables .....	16
Ilustración 35 Acometida eléctrica a la nave .....	16
Ilustración 36 Caseta eléctrica en interior de recinto de la nave.....	16
Ilustración 37 Obra de drenaje.....	17
Ilustración 38 Murete elevado .....	17
Ilustración 39 Pozo de bombeo.....	17
Ilustración 40 Sistema de alerta temprana.....	19
Ilustración 41 Guía de protección civil para elaboración de plan.....	19
Ilustración 42 Croquis de diagnóstico en una nave .....	19
Ilustración 43 Murete perimetral.....	21
Ilustración 44 Barrera temporal.....	21
Ilustración 45 Medidas de autoprotección en Teknia .....	22
Ilustración 46 Barreras inflables .....	23
Ilustración 47 Medidas de autoprotección en Teknia: bombas de achique.....	23
Ilustración 48 Croquis de medidas propuestas.....	24
Ilustración 49 Murete de integración paisajística.....	25
Ilustración 50 Pavimento permeable en aparcamiento.....	25
Ilustración 51 SUDS (Sistema de drenaje sostenible) .....	26
Ilustración 52 Curva de daño según calado .....	28

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del Polígono industrial del Cañuelo (Santaella, Córdoba)

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Valoración de la peligrosidad del ARPSIs .....	8
Tabla 2 Valoración del riesgo de inundación.....	9
Tabla 3 calados según periodos de retorno .....	9
Tabla 4 Indemnizaciones al polígono Industrial de (2005-2019) (fuente CSS) .....	27
Tabla 5 Daños según cada periodo de retorno .....	29
Tabla 6 Costes de medidas a llevar a cabo .....	30
Tabla 7 Beneficio/coste.....	31

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del PI del Cañuelo (Santaella, Córdoba)

## 1 INTRODUCCIÓN

### 1.1 ANTECEDENTES

El ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA), lanzó una iniciativa con el objetivo de poner en marcha, con carácter pionero y con vocación de continuidad en el tiempo, proyectos concretos dentro del “plan de Impulso de Medio Ambiente para la Adaptación al Cambio Climático en España” (PIMA Adapta), la cual, contempla actuaciones en los ámbitos de las costas, el dominio público hidráulico y los Parques Nacionales.

Dentro de las actuaciones en el PIMA Adapta, se encuentra la implantación de los PGRI en materias coordinadas con la adaptación al cambio climático, estableciendo las metodologías herramientas y análisis necesarios. En el contexto, la Dirección General del Agua (DGA) del Ministerio para la transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD) ha desarrollado, entre otras, la Guía para la reducción de la vulnerabilidad de los edificios frente a inundaciones”

Los PGRI incluyen el desarrollo de medidas de mejora de la conciencia pública y aumento de la percepción del riesgo y de la autoprotección. Dentro de estas medidas, se encuentran los “programas pilo de adaptación al riesgo de inundación y de fomento de la conciencia del riesgo de inundación en diversos sectores económico”, y en particular del sector de infraestructuras e industrias.

Actualmente nos encontramos en la actividad número 5” Realización de diagnósticos sobre el riesgo de inundación en diversos casos piloto”.

Por ello, tras consultas a diversas administraciones, la Confederación Hidrográfica de del Guadalquivir, se propuso el estudio de un polígono industrial en el término municipal de Santaella, el cual, estaba buscando dar solución a las problemáticas históricas de inundaciones en dicho polígono desde que se llevó a cabo su construcción anexa al arroyo del salado.

### 1.2 OBJETIVO

El objetivo de este documento es exponer un análisis de la situación actual frente al riesgo de inundación existente para el Polígono Industrial del Cañuelo y las posibles medidas de autoprotección que se pueden llegar a implantar en dicho polígono.

### 1.3 SITUACIÓN

El polígono Industrial se encuentra situado al norte del término municipal de Santaella en la provincia de Córdoba a orillas del arroyo del Salado. Tiene una extensión total de 12,11 hectáreas y está ubicado entre dos carreteras de acceso al municipio, como son la A-386 y la A379.

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del PI del Cañuelo (Santaella, Córdoba)

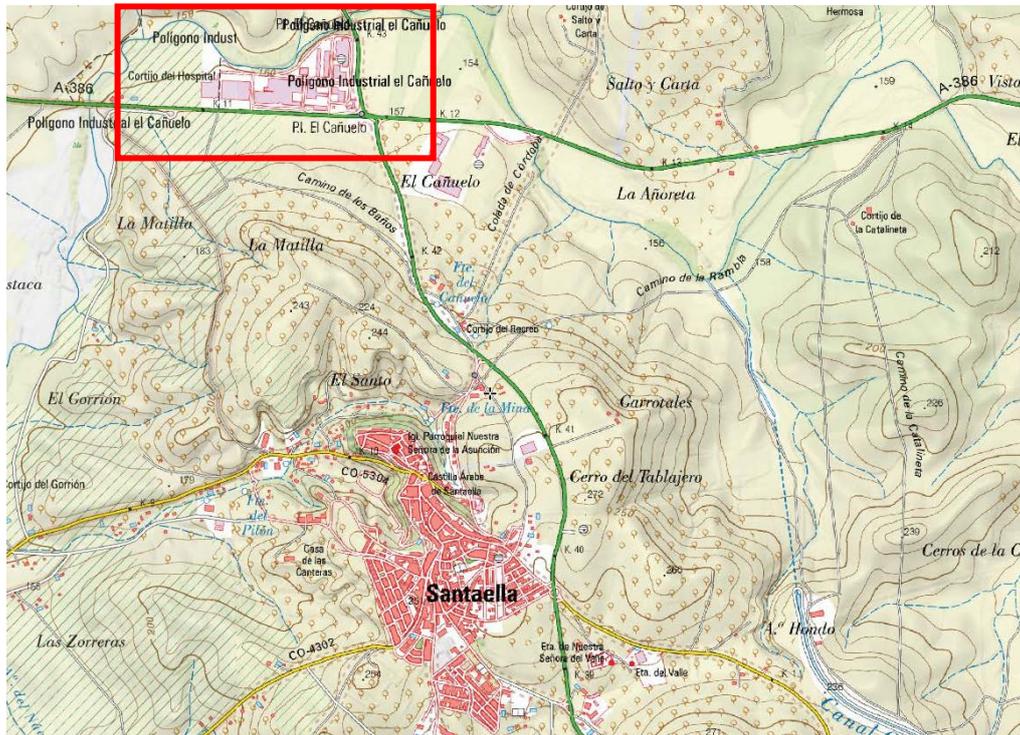


Ilustración 1: mapa de situación dl polígono Industrial del Cañuelo

#### 1.4 NORMATIVA APLICABLE

- La directiva 2007/60/CE del parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2007, relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación, destinado a reducir las consecuencias negativas de la salud humana.
- El Real Decreto 903/2010 de 9 de junio de evaluación y gestión de riesgos de inundación.es la transposición al ordenamiento jurídico español de la Directiva 2007/60/CE. Especifica las características generales que deberán tener los mapas de peligrosidad y riesgo de inundación.
- El real decreto 638/2016 de 9 de diciembre por el que se modifican entre otros el Reglamento Público Hidráulico y el Reglamento de Planificación Hidrológica.

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del PI del Cañuelo (Santaella, Córdoba)

## 2 ANÁLISIS DE PROBLEMÁTICA

En la actualidad el polígono Industrial del Cañuelo tiene mucha repercusión social y económica en el municipio de Santaella (Córdoba). Por ello, cualquier problemática asociada a dicho polígono tiene mucha repercusión a nivel global en el municipio.



Ilustración 2: Imagen aérea del Polígono del Cañuelo

Según la información recabada por el ayuntamiento, el polígono industrial ha tenido a lo largo de los últimos años números episodios de inundación que ha supuesto un impacto importante económico.

### 2.1 EPISODIOS DE INUNDACIONES

Según los datos recogidos por los técnicos del ayuntamiento y empresarios del propio polígono industrial, a lo largo de los últimos 15 años se han producido distintas inundaciones con diferentes impactos, siendo el más perjudicado el evento del pasado diciembre de 2010 en el que se llegó a desembolsar en indemnizaciones una cantidad de aproximadamente 377.000 euros en daños materiales.

Los diferentes episodios son los siguientes:

#### **NOVIEMBRE 2007**

Las fuertes inundaciones en noviembre de 2007 produjeron una crecida importante del arroyo del Salado, el cual dejó importantes daños en el polígono industrial y los viales de acceso al mismo.

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del PI del Cañuelo (Santaella, Córdoba)

## DICIEMBRE 2010

El 21 de diciembre de 2010 se volvió a repetir un episodio de inundación que según los datos técnicos registrados anteriormente, el peor episodio ocurrido (alrededor 80 litros acumulados y 40 litros/m<sup>2</sup> en tan solo 20 minutos) ,en el cual hasta el municipio tuvo que decretar el estado de alarma, calificando las incidencias como muy graves.

La inundación del arroyo Salado sobre las 3/4 partes del polígono industrial con altura de las aguas en 1,8 metros. Incluso una de las instalaciones más protegidas contra riadas de la zona industrial (SAT Fuente El Pino), se tuvo que evacuar de urgencia, sacando a los trabajadores al verse rodeada por el cauce del Salado toda la instalación.



Ilustración 3: Inundaciones en el polígono industrial



Ilustración 4: Inundaciones en la carretera de acceso



Ilustración 5 y 6 : Inundaciones en una de las naves “Fuente el Pino”

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del PI del Cañuelo (Santaella, Córdoba)



*Ilustración 7 y 8 : Inundaciones en una de las naves “Fuente el Pino”*



*Ilustración 9 y 10 : Inundaciones en parte de cauce*

## **NOVIEMBRE 2012**

Durante los períodos de lluvia intensa, como los acontecidos en noviembre de 2012, la cota de agua del arroyo sube hasta retornar por el alcantarillado del polígono. Asimismo, los pozos de registro de alcantarillado se colmataron de fango y barro por la crecida del arroyo han provocado la inundación de calles de fango y barro. Las actuaciones de urgencia fueron dirigidas a la limpieza de los colectores para que fuera efectiva evacuación de las aguas embalsadas a fin de facilitar de urgencia la entrada y salida al polígono y a las naves de los empresarios para poder acceder a sus puestos de trabajo, recoger sus enseres y salvar parte del equipamiento. Otras actuaciones de urgencia realizadas fueron para poner en funcionamiento los viales y zonas de uso público inundadas para proveer un paso de entrada y salida al polígono, evitar los accidentes, habilitar un acceso al centro de trabajo a los usuarios del polígono y devolver a la normalidad los servicios públicos y privados.

## **MARZO 2013**

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del PI del Cañuelo (Santaella, Córdoba)

Se repitió un nuevo episodio de inundación que volvía a incidir en el interior de las instalaciones del polígono industrial causando multitud de problemas en el exterior y en el interior de las naves industriales.



Ilustración 11 : Inundaciones dentro de las instalaciones



Ilustración 12 : Inundaciones en el exterior de las instalaciones

## 2.2 SITUACIÓN ACTUAL A ESCALA HIDROGRÁFICA

El arroyo del salado es uno de los principales afluentes del río Genil, y se caracteriza por recoger multitud de agua procedentes de las laderas que se sitúan a sus lados y destaca también el aporte en la zona de estudio de otro arroyo que desagua a mitad de camino del polígono industrial. Para ser un arroyo transporta en episodios de lluvias mucho caudal de agua y afecta a multitud de cultivos además de un electo de riesgo importante como es el Polígono que nos ocupa y la carretera A-386, la cual, tiene una gran importancia a nivel estratégico porque conecta con carreteras principales y con municipios con importancia a nivel económico.



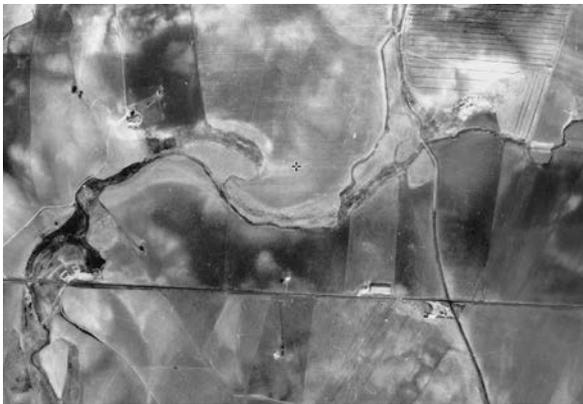
Ilustración 13 Arroyo del Salado a su paso por el Polígono del Cañuelo

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del PI del Cañuelo (Santaella, Córdoba)

Cabe destacar que la confederación hidrográfica del Guadalquivir en colaboración con el ayuntamiento de Santaella ha llevado a cabo diferentes labores de limpieza de cauce para minimizar los daños de las inundaciones en este punto estratégico.

### 2.3 SITUACIÓN HIDROMORFOLÓGICA DEL CAUCE

El cauce no ha sufrido muchas modificaciones a nivel hidromorfológico como se ha podido observar en las imágenes históricas a excepción del margen opuesto al polígono que ha ido cambiando para el cultivo y además de la zona del polígono que el cauce se vuelve más lineal que anteriormente y el talud va cambiando también por la construcción de la mota de protección



*Ilustración 14 foto aérea vuelo 1981-1986*



*Ilustración 15 foto aérea vuelo 1997-1998*



*Ilustración 16 foto aérea vuelo 2004*



*Ilustración 17 foto aérea vuelo 2016*

### 2.4 SITUACIÓN DE LAS INSTALACIONES FRENTE A LA INUNDACIÓN FLUVIAL

Tras la consulta realizada al Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI) el polígono industrial se encuentra en zonas con riesgo de inundación alto, inundándose parte del polígono para periodos de retorno a partir de 10 años. El cauce pertenece a un Área con Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSIs), ES050\_APSFR\_MG004.

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del PI del Cañuelo (Santaella, Córdoba)



Ilustración 18 Zona inundable para T10

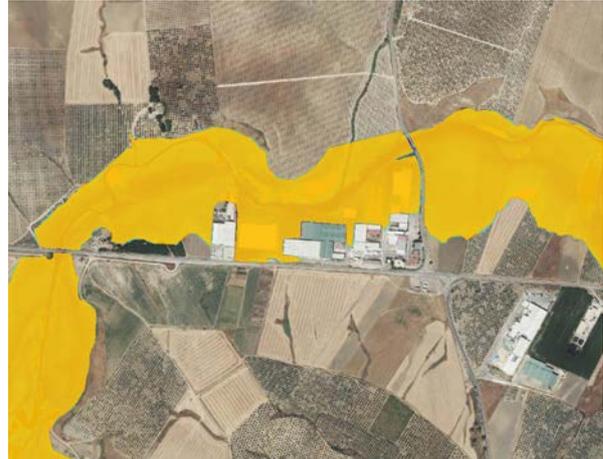


Ilustración 19 Zona inundable para T100

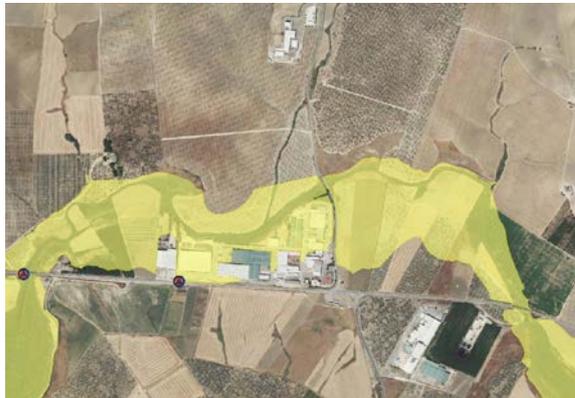


Ilustración 20 Zona inundable para T500

## 2.5 PELIGROSIDAD DE LAS INSTALACIONES FRENTE A LA INUNDACIÓN FLUVIAL

La zona de estudio se encuentra en el ámbito de la ARPSI Fluvial como se ha comentado anteriormente ES050\_APSFR\_MG004\_01, por ello, dispone de mapas de peligrosidad y riesgo de inundación, así como delimitación de dominio público hidráulico (DPH) y Zona de Flujo Preferente (ZFP).

Según la consulta realizada a los “PGRI” el valor general de peligrosidad para el ARPSI ES050\_APSFR\_MG004\_01 es de 2,6, mientras que el riesgo es de 2,2.

Nombre ARPSI	Código ARPSI	Valoración en función a la superficie afectada	Valoración en función del calado y velocidad	Valoración en función al tiempo de respuesta	Valoración en función al transporte de sedimentos	Valoración en función de los obstáculos en el cauce	Valoración general de la peligrosidad
Arroyo Salado	ES050_APSFR_MG004-01	3	2,6	3	1	1,6	2,6

Tabla 1 Valoración de la peligrosidad del ARPSIs

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del PI del Cañuelo (Santaella, Córdoba)

Característica a valorar	Peso	Caracterización del riesgo			
		T10	T100	T500	Promedio
Población afectada	0,3	2	2	2	2,0
Activ. económicas, superficie	0,15	3	3	3	3,0
Activ. económicas, daños	0,15	5	5	5	5,0
Puntos de importancia	0,2	2	2	2	2,0
Áreas de importancia MA	0,2	0	0	0	0,0
<b>Riesgo global</b>	<b>1</b>	<b>2,2</b>	<b>2,2</b>	<b>2,2</b>	<b>2,2</b>

Tabla 2 Valoración del riesgo de inundación

Se han consultado los mapas de peligrosidad para observar la cota de agua que se puede llegar a alcanzar según la simulación hidráulica en el arroyo a la altura del Polígono Industrial del Cañuelo.

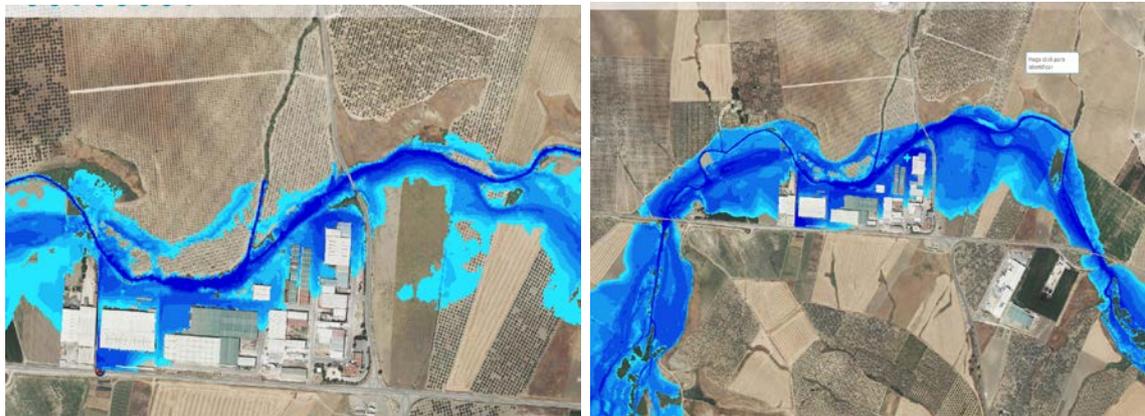


Ilustración 21 Zona inundable para T10 y T100

Los datos más desfavorables como se observan en las imágenes anteriores se encuentran en la esquina noreste del polígono y en la zona nortoste siendo los datos los siguientes:

Periodo de retorno	Cota de agua en zona de estudio (metros)
T10	1,73
T100	2,04
T500	2,40

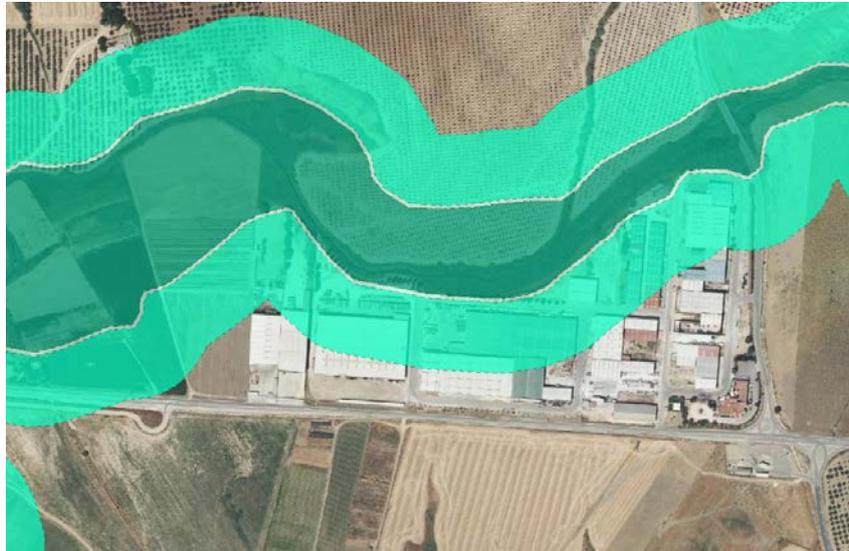
Tabla 3 calados según periodos de retorno

### 2.5.1 Crecida ordinaria

Como se observa en la imagen adjunta, el agua se eleva aproximadamente hasta el muro de escollera del margen del cauce sin rebasarlo.

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del PI del Cañuelo (Santaella, Córdoba)

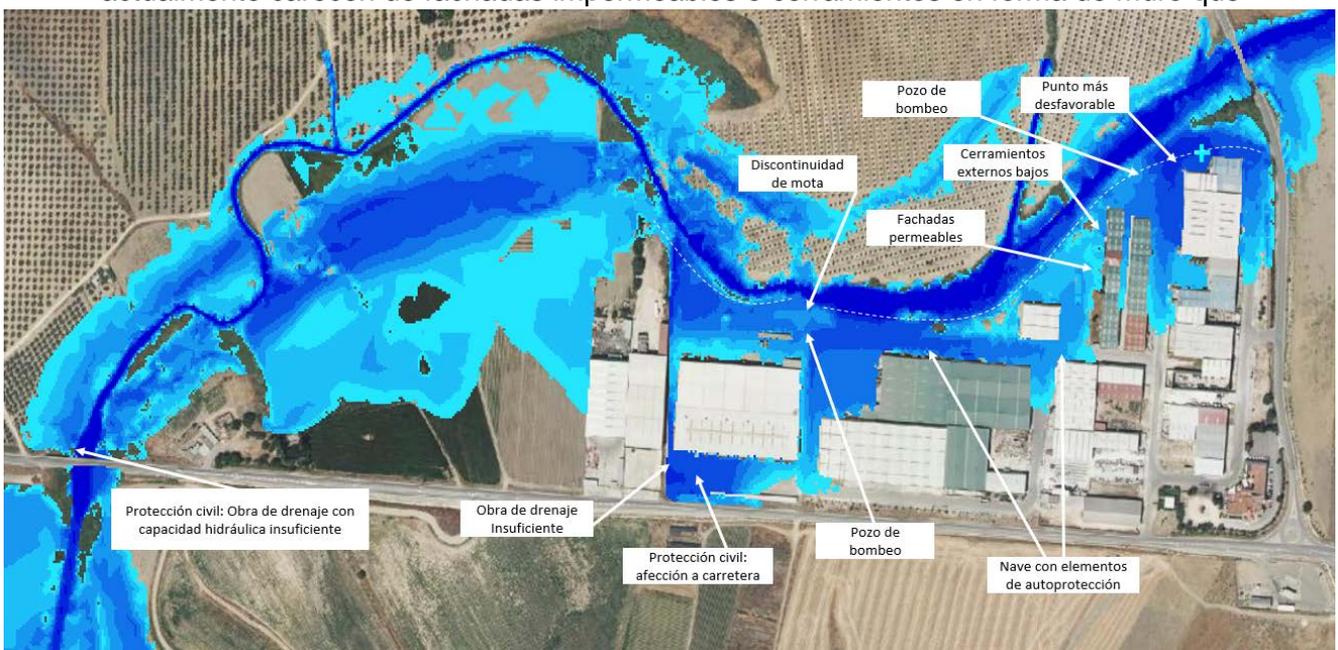
Por otro lado, esta imagen nos da una idea de cómo está la zona de dominio público hidráulico, observando que más de la mitad del polígono se encuentra zona de policía del arroyo del salado.



*Ilustración 22 Dominio público hidráulico*

### 2.5.2 Periodo de retorno de 10 años

Para un periodo de retorno de 10 años, el agua como se ha comentado en el punto anterior alcanza parte de las edificaciones llegando la lámina de agua a cotas de **hasta de 1,75 metros de altura** en el punto más desfavorable situadas colindantes al arroyo del Salado, lo que supone un impacto muy importante a las infraestructuras de la zona. El desbordamiento es lateral y alcanza las naves más cercanas al cauce que actualmente carecen de fachadas impermeables o cerramientos en forma de muro que



Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del PI del Cañuelo (Santaella, Córdoba)

contengan las fuertes crecidas del arroyo. También se observan afecciones en un drenaje transversal de la carretera a la altura de la nave de Fuente el Pino.

Ilustración 23 Mapa de peligrosidad T10

### 2.5.3 Periodo de retorno de 100 años

Para periodos de retorno de 100 años las cotas de inundaciones alcanzan **hasta los 2 metros de agua en las zonas más desfavorables** del polígono colindante al arroyo del Salado. Al igual que para 10 años el cauce presenta un desbordamiento lateral y las manchas son muy parecidas, pero se aprecia que la obra de drenaje aguas abajo que cruza la carretera hace de efecto presa propiciando también más afecciones al polígono. También la carretera se ve afectada en el punto del drenaje transversal a la altura de la nave de Fuente el Pino.

### 2.5.4 Estudio de inundabilidad y propuesta de soluciones

El ayuntamiento dado la problemática que había tenido desde la construcción del polígono industrial encargó un estudio de inundabilidad y una propuesta de soluciones a realizar para mitigar el impacto de las avenidas. Posterior a la obtención de dicho estudio se propusieron dos medidas estructurales de mucho calado, la construcción de un muro de protección en el noroeste del polígono a una cota de 152,50 metros en zona de dominio público hidráulico. Además, se planteó aguas arriba de dicho polígono una balsa de almacenamiento de una superficie similar a la ocupada el polígono de más de 5 metros de profundidad. Dichas medidas estructurales son muy complejas y el tiempo de puesta en marcha de dichas medidas puede llegar a ser muy elevado.

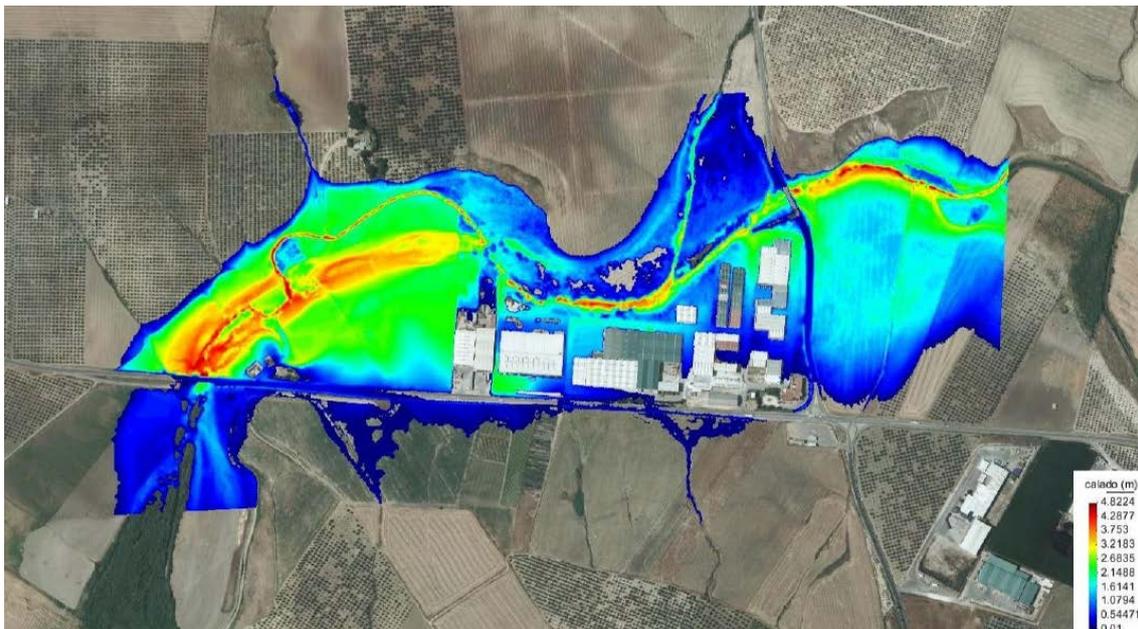


Ilustración 24 Mapas de calados para T100

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del PI del Cañuelo (Santaella, Córdoba)

### 3 DIAGNÓSTICO E INVENTARIO DE ELEMENTOS EN RIESGO

#### 3.1 CARACTERÍSTICAS Y DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

El polígono objeto del presente proyecto se construyó entre los años 1990-2000 según los datos proporcionados por el ayuntamiento de Santaella, realizándose primeramente la zona este de dicho polígono y posteriormente completando las parcelas hasta encontrarse como se implanta actualmente. No se tiene constancia de haber realizado ningún estudio de inundaciones de la zona y se desconoce el proyecto de urbanización de dicho polígono.

El polígono está situado sobre una parcela total de aproximadamente 14 hectáreas, divididas en 74 nave industriales de diferentes tipologías constructivas y tamaños.



Ilustración 25 Parcelas catastrales del

El polígono se encuentra ubicado a escasos 40 metros del cauce en las naves más cercanas al mismo. La pendiente es creciente del cauce a la carretera habiendo una diferencia superior a 3.50 metro de altura, por ello los edificios más dañados son los colindantes al arroyo concretamente los que se encuentran al norte de la parcela y muchos de los que se encuentran colindante a la carretera no sufren daños.

##### 3.1.1 Medidas de protección existentes

En la zona lateral del cauce se encuentra realizada una mota longitudinal de aproximadamente 700 metros de longitud y en torno a 1 metro de altura que protege el

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del PI del Cañuelo (Santaella, Córdoba)

polígono de lluvias de poca intensas como las que generan la máxima crecida ordinaria, aunque no es suficiente como para retener una lluvia equivalente 10 años de periodo.



Ilustración 26 Escollera de protección de 1 metro de altura



Ilustración 27 Escollera de protección de 1 metro de altura

### 3.1.2 Características generales del polígono industrial

Por otro lado, a modo resumen se deja a continuación las características del polígono:

- Superficie: 12,11 hectáreas
- Número de naves industriales: 74 naves
- Altura máxima de construcción: 7 metros
- Red viaria aproximada: 1650 metros
- Red de saneamiento aproximada:
- Centro de transformación: 1 unidad (X: 336 597 Y: 4 161 050)
- Pozo de bombeo: 2 pozos de bombeo parte noreste (X: 336.690 Y: 4.161.210 , y parte suroeste (X: 336 354 Y: 4 161 069)

### 3.1.3 Red de saneamiento

En relación a la red de saneamiento existen dos pozos de bombeo que recogen la parte noreste y noroeste que actualmente disponen de válvula de retención en las propias bombas para impedir que el agua fluya por encima de ellas que vierten directamente al cauce a través de chorro abierto a una altura superior a 2 metros por encima del terreno para evitar posibles problemas, aunque es un punto crítico ya que, se registran muchas problemáticas por cortes de tensión durante los periodos de lluvias.

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del PI del Cañuelo (Santaella, Córdoba)

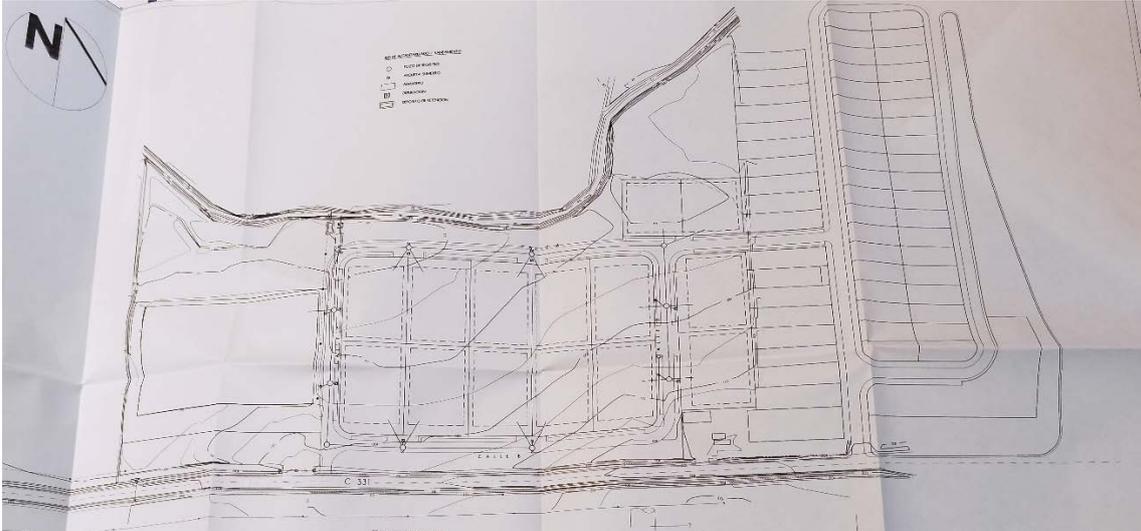


Ilustración 28 Plano de sistema de saneamiento del polígono industrial

### 3.1.4 Tipología constructiva

Dada la extensión del polígono industrial y que fue construido por partes en periodos completamente diferentes en el tiempo, la tipología constructiva varía dependiendo de la zona donde nos encontremos.

Generalmente las diferentes naves industriales están realizadas en estructuras metálicas apoyadas sobre zapatas arriostradas de hormigón armado.

En relación con los cerramientos varían considerablemente observándose que muchas de ellas disponen de paneles entre pilar y pilar prefabricados de hormigón, en otros casos de paneles metálicos y en muchos otros de bloques de hormigón hueco revestidos estos últimos de mortero.

Además, las naves más afectadas colocadas en una de las calles al noreste con más incidencia disponen de murete perimetral lateral, construido en mayor medida de bloques de hormigón hueco, y bajo en altura de aproximadamente 0,40 metros, siendo insuficiente como medida de protección contra inundaciones



Ilustración 29 Murete exterior de bloques de hormigón hueco

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del PI del Cañuelo (Santaella, Córdoba)

### 3.2 PUNTOS DE ENTRADA DE AGUA A LAS INSTALACIONES

Tras analizar minuciosamente las manchas y calados de inundación y tras recopilar la información que nos ha entregado los dueños de las instalaciones se perciben diferentes puntos de entrada de agua, que dependen de la altura alcanzada en el punto, las condiciones del terreno y la tipología de construcción.

Como se comenta anteriormente la mota no es suficiente como para retener la inundación y empieza a incidir a las diferentes fachadas de los edificios aledaños al cauce que, tras la visita realizada a las instalaciones, muchos de ellos carecen de una correcta impermeabilización tanto de las aperturas como del propio cerramiento.

#### 3.2.1 Huecos en cerramientos y aperturas

Los muretes de cerramiento perimetral de las instalaciones de las naves carecen de resistencia y de altura en la totalidad de los casos en las naves más afectadas colindantes al cauce. Se observa en las puertas de entrada a las parcelas tienen entramado de rejas que deja pasar el agua al interior del recinto. Las ventanas de las instalaciones cercanas al cauce que tienen una mayor incidencia no se encuentran impermeabilizadas y se sitúan a cotas bajas viéndose afectadas según los calados para periodos de retorno de 10 años en muchos casos.



Ilustración 30 Fachadas permeables



Ilustración 31 Cerramientos y aperturas en lugares bajos



Ilustración 32 Fachadas permeables

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del PI del Cañuelo (Santaella, Córdoba)



Ilustración 33 Cerramientos y aperturas en lugares bajos



Ilustración 34 Fachas permeables bajas

### 3.2.2 Electricidad

Otro de los puntos a tener en cuenta son los nichos de acometida eléctrica y contadores que se encuentran a la entrada de cada uno de los muretes de entrada a cada nave, muchos de ellos se encuentran en zonas bajas, produciendo cortes de suministro.



Ilustración 35 Acometida eléctrica a la nave



Ilustración 36 Caseta eléctrica en interior de recinto de la nave

### 3.2.3 Obra de drenaje transversal

La obra de drenaje transversal de la carretera que se conduce longitudinalmente por el murete de una de las empresas (Fuente de Pino) causas problemáticas a la carretera y a la propia compañía, que ya ha tomado medidas para disminuir la afección elevando el murete del propio cerramiento y colocando bombas de drenaje en el punto bajo de la explanada de aparcamiento.

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del PI del Cañuelo (Santaella, Córdoba)



Ilustración 37 Obra de drenaje



Ilustración 38 Murete elevado

### 3.2.4 Saneamiento

El sistema de saneamiento del polígono consta de dos pozos de bombeo que vierten directamente al cauce y que, según información recabada, solo disponen de válvulas de retención en las bombas, pero no aguas arriba lo que supone en muchos casos que el propio agua aparezca en los baños de las instalaciones. Por otro lado, estos problemas además se agravan porque las bombas dejan de funcionar en episodios intensos de lluvias, ya que, se producen cortes eléctricos que las dejan sin servicio.



Ilustración 39 Pozo de bombeo

### 3.2.5 Juntas

Dadas la gran cantidad de naves industriales dentro del polígono se antoja complicado analizar una por una las posibles grietas o juntas que disponen, aun así, en la visita realizada se pudo observar agrietamientos en zonas de los muretes perimetrales alguna nave industrial.

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del PI del Cañuelo (Santaella, Córdoba)

## 4 PROPUESTA DE ADAPTACIÓN

Existen diversos problemas de carácter irreversible, cuyo análisis requiere indicadores ambientales, económicos y sociales desde una perspectiva de gestión integrada. Como medidas generales, son recomendables:

- Intervenciones encaminadas a favorecer la transparencia hidráulica, es decir, el paso libre del agua sin obstruir su movimiento natural, de modo que la dirección longitudinal de los edificios coincida con la dirección principal de la corriente.
- Reordenación de usos en la zona con mayor riesgo, favoreciendo aquellos compatibles con la inundabilidad, promoviendo la mejora y conservación de los valores naturales y paisajísticos de la zona y sus usos.

Las estrategias basadas en la posible retirada o reubicación, tendrían, consecuencias económicas y sociales inasumibles para el municipio. Las estrategias basadas en la protección a través de costosas infraestructuras están sometidas a la incertidumbre derivada del cambio climático o el **tiempo de ejecución que en muchos casos es alargadísimo**. Frente a ellas, la resiliencia propone el uso de soluciones mixtas y flexibles que trabajen a favor del ecosistema, la **implantación de los sistemas de alerta temprana** y la **adaptación de las edificaciones e infraestructuras**. Se plantea un enfoque multiescalar basado en transformaciones lentas a nivel global, pero garantizando respuestas ante las alteraciones rápidas a nivel local, para las que en las condiciones actuales no existe capacidad de respuesta.

Dichas **medidas descritas a continuación son meramente propuestas teóricas y deben ser estudiadas y analizadas en un proyecto** con una base de diseño, simulación y cálculo que las sostengan.

### 4.1 MEDIDAS GENÉRICAS APLICABLES

#### 4.1.1 Proteger a las personas

La Norma Básica de Autoprotección define esta como sistema de acciones y medidas encaminadas a prevenir y controlar los riesgos sobre las personas y los bienes, a dar respuesta adecuada a las posibles situaciones de emergencia y a garantizar la integración de estas actuaciones con el sistema público de protección civil. Las siguientes actuaciones son medidas generales aplicables a todas las edificaciones situadas en zona inundable:

- I. Identificar los teléfonos de emergencia y darse de alta en servicios de alertas de inundación: Protección Civil, Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH) de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, medios de comunicación, redes sociales y apps.
- II. Contratar una póliza de seguros de la propiedad, actividades y vehículos.
- III. Contar con un Plan de Autoprotección y practicar la evacuación.

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del PI del Cañuelo (Santaella, Córdoba)

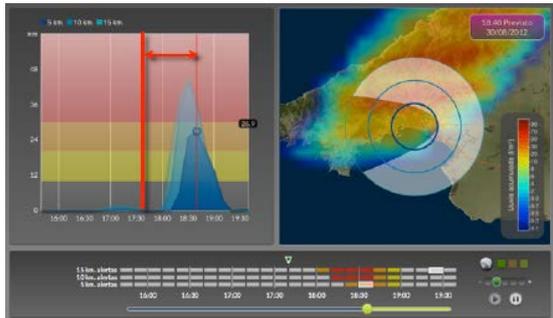


Ilustración 40 Sistema de alerta temprana



Ilustración 41 Guía de protección civil para elaboración de plan

#### 4.1.2 Proteger la edificación y su equipamiento

- i. Identificar los puntos débiles del edificio por los que puede entrar el agua.
- ii. Realizar el diagnóstico de daños potenciales.
- iii. Identificar posibles soluciones para reducir la vulnerabilidad del edificio y su contenido.
- iv. Averiguar dónde obtener barreras temporales, sistemas antirretornos, bombas de achique y sistemas de alimentación ininterrumpida, y practicar su instalación.



Ilustración 42 Croquis de diagnóstico en una nave

**¿Qué hacer si se espera una inundación en la zona y se dispone de tiempo de reacción?**

- a. Estar informado de la evolución de la inundación y atento a los avisos de evacuación.
- b. Revisar las vías de evacuación evitando obstáculos.
- c. Revisar la red de drenaje evitando taponamientos.
- d. Instalar barreras temporales en las zonas por las que puede entrar el agua.
- e. Instalar sistemas antirretornos para evitar el refluo de aguas residuales.
- f. Apagar los suministros de electricidad, agua y gas.
- g. Desconectar los equipos eléctricos y desplazarlos a zonas seguras.

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del PI del Cañuelo (Santaella, Córdoba)

- h. Colocar los productos contaminantes fuera del alcance del agua.
- i. Desplazar los coches fuera de la zona de riesgo de inundación con el primer aviso.
- j. Seguir las indicaciones de las autoridades.

#### 4.2 MEDIDAS DE MITIGACIÓN A APLICAR EN EL CASO DE ESTUDIO

Para la propuesta de posibles medidas de implantación se ha seguido especialmente las recomendaciones de la guía “Recomendaciones para la construcción y rehabilitación de edificaciones en zonas inundables”, que establece unas propuestas generales de adaptación, que se resumen en EVITAR que el agua entre en contacto con el edificio, RESISTIR el contacto con el agua en caso de que se produzca la inundación exterior, y TOLERAR la entrada de agua de manera controlada en ciertas zonas del edificio cuando no sea posible evitar y resistir, implementando medidas que minimicen los daños. En los casos extremos se estudiaría la posibilidad de RETIRAR el edificio.

Según el análisis realizado las medidas que se proponen principalmente desde van orientadas a EVITAR y RESISTIR, aunque también deberán ser aplicadas las de tolerar para alguna de las naves que más incidencia tienen.

Se plantean diferentes alternativas desde el punto de vista de protección:

##### 4.2.1 ALTERNATIVA 1

###### 4.2.1.1 EVITAR

Se proponen diversas medidas para minimizar los daños que pueden ocasionar las inundaciones intentando que el agua no entre en contacto con el edificio.

##### Sistemas de alerta temprana

Uno de los principales elementos que se propone contratar o instalar en la zona deberá ir orientado a un sistema de alerta de inundaciones eficaz que sea contratado por el grupo de empresas del polígono industrial y que además sirva para poner en aviso al propio ayuntamiento.

Los sistemas de alerta no reducen el riesgo de inundaciones, pero son ideales donde hay mucho grado de torrencialidad como es el caso que nos ocupa. Dispone de servicio de alerta, para dar a los usuarios más tiempo para prepararse para posibles inundaciones. Disponen de un tiempo de supervisión de 24 horas y es una medida que tiene que ir ligada con otras acciones de autoprotección.

##### Muros o cerramientos permanentes

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del PI del Cañuelo (Santaella, Córdoba)

Se propone realizar cerramientos perimetrales más altos (mínimo la altura de agua alcanzada para un periodo de retorno de 10 años) alcanzando aproximadamente los 1,20 metros de altura, y concretamente en las naves anexas al cauce intentar elevarlos por encima de dicha altura. Esta medida debe ir ligada a un cambio de las puertas de entrada o en su defecto un sistema de barreras temporales para dichos accesos que se instalen en el caso de un aviso de riesgo de inundación.



Ilustración 43 Murete perimetral

### Barreras Temporales

También se propone la colocación de barreras temporales que sean almacenadas en el interior de las naves y que cuenten con las fijaciones necesarias para colocarlas cuando se prevé una inundación de gran impacto.

Dichas barreras en este caso irán orientadas a impedir que el agua entre en la zona de la parcela, concretamente en las naves con mayor incidencia y que menos protección disponen, evitando que el agua incida en el interior de la parcela.



Ilustración 44 Barrera temporal

#### 4.2.1.2 RESISTIR

### Barreras temporales en zonas de acceso

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del PI del Cañuelo (Santaella, Córdoba)

Requieren disponer del tiempo suficiente para su montaje, y técnicos con conocimientos y capacidad física para su instalación. El material debe almacenarse en un lugar fácilmente accesible y conocido por los usuarios, siendo recomendable, además, la realización de pruebas de montaje con relativa frecuencia. La altura debe ser superior a la cota máxima de inundación prevista, y se deben tener en cuenta la presión hidrostática y la posibilidad de recibir impactos de los elementos arrastrados por el agua. No eliminan la necesidad de evacuar el edificio.

Se propone desde el punto de vista técnico colocar barreras temporales en las entradas de las naves ya sean en puertas ventanas o zonas de acceso.

### **Mejora del cerramiento y su sellado**

Tras la visita realizada, se ha observado que parte de las fachadas que suelen sufrir daños por inundaciones no disponen de un revestimiento totalmente impermeable y están hecho mayoritariamente de bloques de hormigón prefabricado que no asegura la estanqueidad de dicha fachada.

Se propone el analizado por cada uno de los propietarios de las grietas o aperturas de las fachadas y posterior a ello, la mejora de las fachadas aplicando morteros impermeabilizantes como resinas epoxi en los cerramientos que con poca inversión lograrían alcanzar la estanqueidad del murete y con ello salvaguardar el material del interior de la nave industrial.

### **Sistema de válvulas antirretorno**

Se propone la colocación de válvulas antirretorno en los aseos o la implementación de tajaderas en el pozo previo de registro donde viertan las naves. Es una de las medidas que más se debe tener en cuenta, ya que, es una entrada de agua igual que por las propias puertas de entrada.

Dicho sistema evita posibles fallos en los pozos de bombeo.



*Ilustración 45 Medidas de autoprotección en Teknia*

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del PI del Cañuelo (Santaella, Córdoba)

### Barreras inflables

Con el fin de aislar el perímetro de las naves industriales y evitar el contacto del agua con las edificaciones, el Polígono podría colocar en la longitudinal unas barreras inflables que protejan la inundación lateral del río de manera puntual. Este sistema utiliza el propio peso del agua para conseguir una alta estanqueidad y un eficaz anclaje a la superficie, y destaca por su alta versatilidad, ya que se monta sobre cualquier superficie. El diámetro máximo disponible es un metro. Existen también modelos inflables con agua mediante una bomba, que pueden apilarse y proteger frente a calados superiores, que en el presente caso sería a plantear ya que en zonas el agua alcanza más de los 1,70 metros de altura.



Ilustración 46 Barreras inflables

#### 4.2.1.3 TOLERAR

### Bombas de achique y sistemas de alimentación ininterrumpida

Es recomendable disponer de bombas de achique que permitan evacuar el agua acumulada y reducir el tiempo de permanencia de la inundación. En el caso de las bombas eléctricas, es preciso asegurar el suministro eléctrico en caso de cortes de energía mediante sistemas de alimentación ininterrumpida, que es una de las tareas que se debe llevar a cabo.



Ilustración 47 Medidas de autoprotección en Teknia: bombas de achique.

### Mitigación de daños en el equipamiento

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del PI del Cañuelo (Santaella, Córdoba)

En cada planta inundable se tendrá en cuenta:

- Garantía de estanqueidad en todas las estancias vulnerables (protección de puertas, ventanas, rejillas, patinillos, etc.) garantizando la correcta ventilación.
- Elevación de elementos de valor.
- Elevación de enchufes por encima del nivel de inundación para evitar daños en la instalación eléctrica, o protección mediante sistemas de cierre hermético que garanticen la estanqueidad.

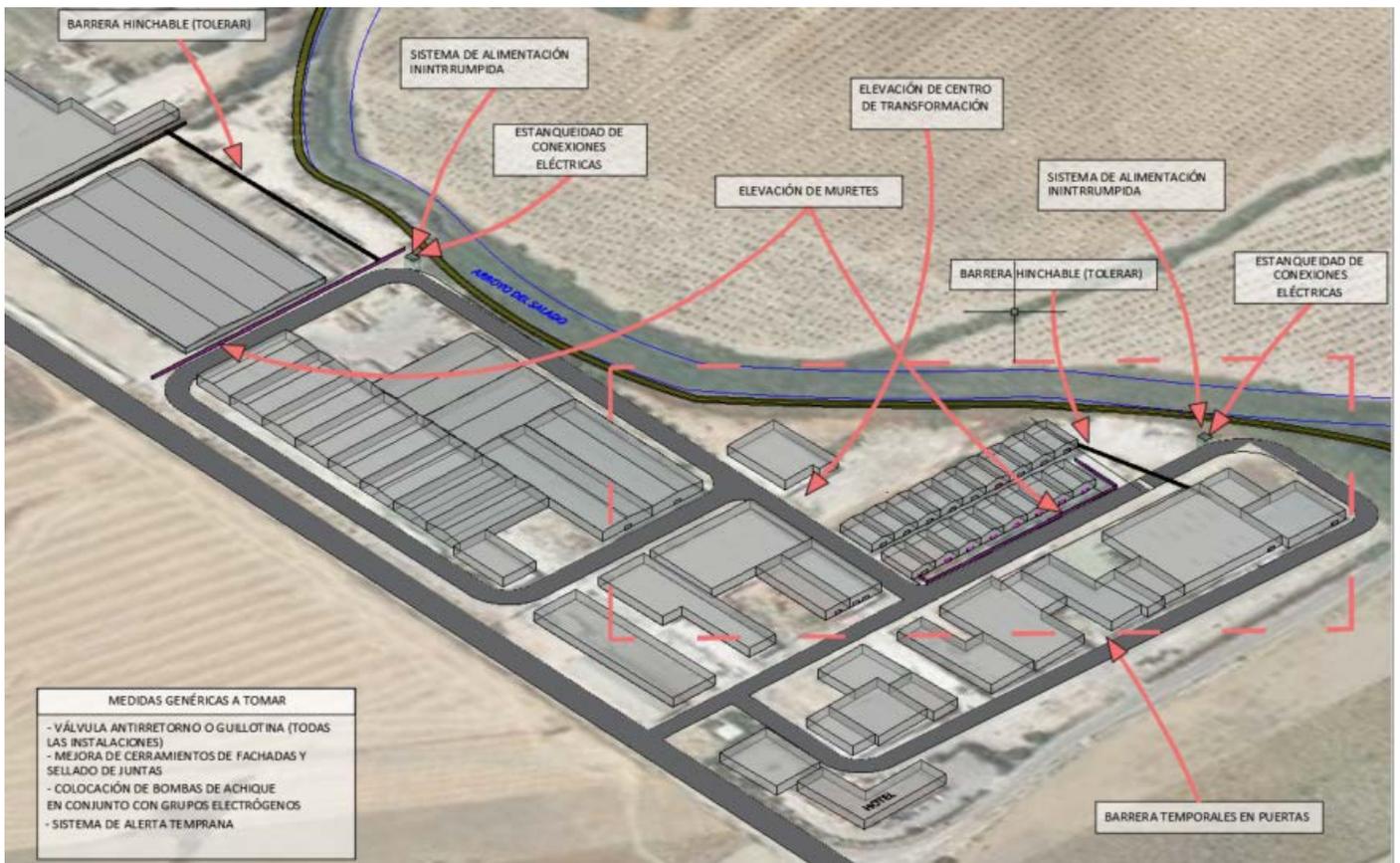


Ilustración 48 Croquis de medidas propuestas

#### 4.2.2 ALTERNATIVA 2 Complementarias

Además de las medidas anteriormente mencionadas se propone la implantación de las siguientes acciones generales del polígono como la implementación de una barrera inflable temporal a lo largo de la longitudinal del polígono.

##### Plantación de árboles y ganar permeabilidad del pavimento

Se propone la colocación de especies arboleas en la zona de ribera del río y a lo largo de la urbanización del polígono para reducir el coeficiente de escorrentía de la zona y minimizar el impacto.

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del PI del Cañuelo (Santaella, Córdoba)

#### 4.2.3 ALTERNATIVA 3 Complementarias

##### Murete de integración paisajística

En relación con el polígono en general se propone la colocación de un murete permanente, quitando la mota lateral actual del río e intentando ganar metros de llanura lateral de inundación, colocando el murete pegada al vial que haría las mismas funciones que el muro de escollera en la longitudinal con integración paisajística. Esta solución desde el punto de vista técnico sería una solución mixta que llevaría más tiempo de implantación por la necesidad de solicitar los permisos necesarios con los organismos de cuenca.



Ilustración 49 Murete de integración paisajística

##### Pavimento permeable

La pavimentación permeable es ideal para reducir la cantidad de escorrentía de grandes áreas de asfalto. Se propone su colocación en las zonas de acceso a las distintas naves. Hay una variedad de materiales disponibles, y el producto terminado puede ser duro y duradero con una vida útil muy larga si se construye correctamente.

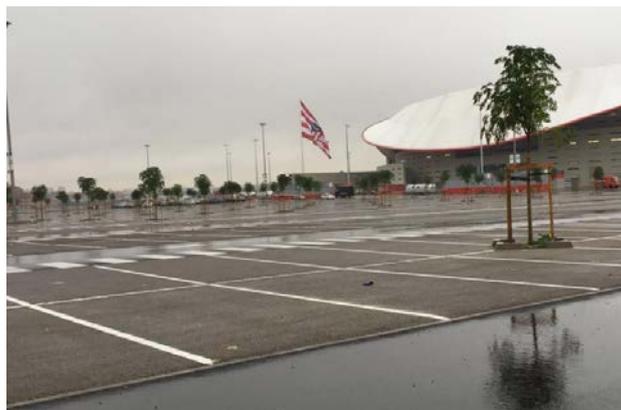


Ilustración 50 Pavimento permeable en aparcamiento

##### Drenaje sostenible

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del PI del Cañuelo (Santaella, Córdoba)

Se propone que en el caso de cambiar el pavimento se ejecute unos elementos de drenaje sostenible que evacúen el agua fuera de la superficie del polígono industrial de manera que funcionen como canales subterráneos.



Ilustración 51 SUDS (Sistema de drenaje sostenible)

## 5 ANÁLISIS DE COSTE BENEFICIO

Para la ejecución de la estimación de los costes a realizar para la implementación de medidas y el posible beneficio que eso supone se antoja dificultoso la estimación, ya que, el polígono cuenta con numerosas naves con diferente problemática, por ello, se ha realizado una estimación media para cada una de las naves que se ven afectadas según el periodo de retorno intentando realizar la mejor aproximación posible.

Con estos condicionantes, se plantean una estrategia preventiva y su coste estimado de ejecución, y se determinan la reducción del riesgo y la relación beneficio/coste. En todos los casos, las primeras medidas serán implementar los Planes de Autoprotección y asegurar los edificios, con el fin de salvaguardar al máximo la seguridad de las personas, los bienes más sensibles y la capacidad de recuperación.

### 5.1 DAÑOS POR INDEMNIZACIONES HISTÓRICAS

En el caso del polígono industrial se han recogido numerosos documentos de diferentes indemnizaciones, además de los datos proporcionados por el consorcio de compensación de seguros. Se antoja muy complicado analizar particularmente todas las infraestructuras con su valor de materiales, maquinaria y mercancías, por ello, se ha llevado un análisis de las indemnizaciones históricas además de una relación según la superficie afectada por inundación.

#### Indemnizaciones 2005-2019

<b>Código Postal</b>	<b>14546</b>
<b>Municipio</b>	<b>SANTAELLA</b>

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del PI del Cañuelo (Santaella, Córdoba)

Tipología	INDUSTRIALES
2007	62.551,98 €
2009	62.271,95 €
2010	377.773,19 €
2011	6.202,17 €
2013	51.622,21 €
2018	16.438,68 €
<b>Total general</b>	<b>576.860,18 €</b>

Tabla 4 Indemnizaciones al polígono Industrial de (2005-2019) (fuente CSS)

## 5.2 DAÑOS TOTALES EN SITUACIÓN ACTUAL

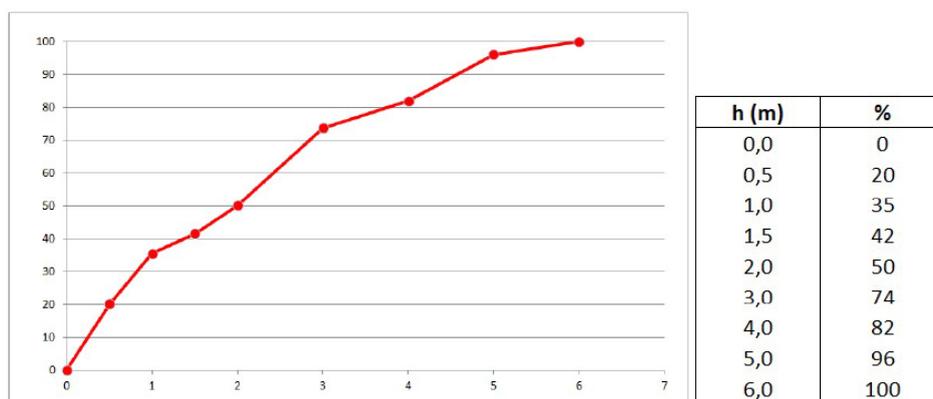
Para obtener las pérdidas totales estimadas que se producirían en situación actual en caso de inundación se utiliza la siguiente tabla.

Para obtener los daños producidos por la inundación se ha empleado una guía metodológica de análisis coste-beneficio de actuaciones estructurales de defensa frente a inundaciones del CEDEX, donde es necesario conocer el valor catastral de la parcela, el uso de la misma (almacenaje o fabricación) y la curva de % de daño sobre la altura de agua elaborada por (Tebodin 2000).

En este caso no se observan sótanos, luego se consideran todas las instalaciones afectadas plantas bajas.

Para el cálculo se ha realizado una consulta masiva de todas las parcelas que compone el polígono industrial del Cañuelo, y posterior a ello, se ha realizado un análisis con la herramienta informática arcgis, de todas las parcelas que se ven afectadas para cada uno de los periodos de retorno. Además del filtrado de dichas parcelas se ha cruzado con los datos de calado de los mapas de peligrosidad para obtener el calado en cada una de las instalaciones y poder obtener posteriormente el coeficiente de daño según las curvas de (Tebodin 2000).

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del PI del Cañuelo (Santaella, Córdoba)



*Ilustración 52 Curva de daño según calado*

Una vez realizado este filtrado, se ha llevado a cabo un análisis teórico del uso de cada una de las naves para posteriormente, poder obtener el daño máximo siendo:

- Fabricación: Daño máximo (€/m<sup>2</sup>) = Valor catastral de construcción (€/m<sup>2</sup>) x 1,74
- Almacenaje: Daño máximo (€/m<sup>2</sup>) = Valor catastral de construcción (€/m<sup>2</sup>) x 1,14

La obtención del daño máximo se ha calculado a través del daño total de cada una de las parcelas obtenido por el producto:

- Daño (€) = Coeficiente de daño (función del calado) x Daño máximo (€/m<sup>2</sup>) x Superficie (m<sup>2</sup>)

Los resultados obtenidos para cada uno de los periodos de retorno son:

RC	SUP	Daños T10	Daños T100	Daños T500
6812432UG3661S	1249,00	4891,08222	5706,26259	8151,8037
6812433UG3661S	83	7632,28746	13590,82767	19415,4681
6812404UG3661S	3546,00	385027,4025	458365,9554	678381,614
6812438UG3661S	450	47886,10117	57007,2633	84370,74968
6812401UG3661S	844	116492,9694	138682,1064	205249,5175
6812409UG3661S	358		20131,63296	35230,35768
6812408UG3661S	392	18073,91592	31629,35286	37955,22343
6812425UG3661S	515,00		3273,43704	5728,51482
6812426UG3661S	395		12161,98512	21283,47396
6812427UG3661S	498,00		2532,30252	4431,52941
6812430UG3661S	400	20394,20592	35689,86036	42827,83243

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del PI del Cañuelo (Santaella, Córdoba)

6812415UG3661S	389		12721,17564	12721,17564
6812411UG3661S	487,00		3714,5532	6500,4681
6812410UG3661S	372		19611,31032	34319,79306
6812424UG3661S	413		21041,73996	21041,73996
6711403UG3661S	733,00		4659,08652	4659,08652
6711402UG3661S	601		16925,65524	16925,65524
6711401UG3661S	644		32810,223	57417,89025
6713602UG3661S	408	49226,15452	58602,5649	58602,5649
6713601UG3661S	1249,00	15547,78854	17275,3206	25567,47449
6511404UG3661S	2268,00	209349,5282	249225,6288	249225,6288
6511406UG3661S	681			56875,82544
6511405UG3661S	2127,00	144596,5213	240994,2021	356671,4191
6311501UG3661S	9601,00	914077,9751	1088188,066	1610518,337
6511409UG3661S	318	17061,67962	19905,29289	28436,1327
6511401UG3661S	2551,00	24078,73743	26754,1527	39596,146
6511402UG3661S	1605,00	170857,7331	189841,9257	280966,05
6511408UG3661S	793		27271,76856	27271,76856
6511403UG3661S	2287,00	138285,1678	164625,1998	243645,2957
6713613UG3661S	740	52521,93248	62526,1101	92538,64295
6711410UG3661S	974		52929,82212	92627,18871
6711411UG3661S	2242,00	48528,5916	101910,0424	121321,479
6713611UG3661S	1744,00	5320,89072	11173,87051	13302,2268
6812412UG3661S	2056,00	64148,028	64148,028	112259,049
<b>Total</b>		<b>2.453.998,69 €</b>	<b>3.265.626,72 €</b>	<b>4.706.037,12 €</b>

Tabla 5 Daños según cada periodo de retorno

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del PI del Cañuelo (Santaella, Córdoba)

### 5.3 ALTERNATIVAS DE ADAPTACIÓN

Se obtiene el coste total de las posibles medidas a implantar, y el coste estimado de las medidas complementarias planteadas.

Se plantean tres alternativas, de las cuales la segunda y la tercera son complementarias a la primera.

Propuesta de medidas		Ud	Unidad	€ Unitario	€ totales
Sistema de detección	Sistema de alerta temprana	1	Ud	3500	3.500,00 €
Barreras permanentes	Elevación murete de las naves más afectadas	500	ml	90	45.000,00 €
Barreras temporales	Barreras metálicas en portones exteriores	48	Ud	6000	288.000,00 €
	Barrera temporal inflable longitudinal, para naves sin murete h=2.2m, l=100m	2	ml	20000	40.000,00 €
Instalaciones	Válvulas antirretorno /tajaderas	48	Ud	1000	48.000,00 €
	Conexiones estancas pozo de bombeo	4	Ud	500	2.000,00 €
	Sistemas de alimentación ininterrumpida para bombeo	2	Ud	1500	3.000,00 €
	Elevación de acometidas eléctricas	48	Ud	1000	48.000,00 €
	Elevación centro de transformación	1	Ud	2500	2.500,00 €
<b>Coste total</b>					<b>480.000,00 €</b>

Tabla 6 Costes de medidas a llevar a cabo

### 5.4 ANÁLISIS COSTE/BENEFICIO

Se calcula el daño residual o valor estimado de los daños en función de la altura del agua tras implementar cada paquete de medidas, y se obtienen las pérdidas potenciales durante un periodo de 30 años utilizando el procedimiento anterior. Por último, se estudia la reducción del riesgo y la relación beneficio/coste que ofrece cada alternativa:

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del PI del Cañuelo (Santaella, Córdoba)

Propuesta de medidas	Periodo de retorno		
	T10	T100	T500
Altura de agua (m)	1,7	2,08	2,35
Probabilidad anual	0,1	0,01	0,002
Daño	2804555,625	3273467,201	4706037,123
Daño incremental	140.227,8 €	273.511,0 €	31.918,0 €
Daño anual medio			445.656,8 €
Daño acumulado en 30 años			13.369.704,8 €
Reducción teórica del riesgo			80%
<b>Beneficio/Coste</b>			<b>22,28</b>

Tabla 7 Beneficio/coste

Las **medidas propuestas**, basadas en RESISTIR la entrada de agua, ofrecen una relación beneficio/coste muy favorable. Sin embargo, la reducción teórica del riesgo no es total: no evitan la inundación del recinto (existen pérdidas por limpieza y gestión de residuos, daños en fachadas, cese de actividad, etc.), dependen del correcto funcionamiento de todas las intervenciones (el fallo en alguna de ellas invalidaría la propuesta), y de los protocolos de actuación y sistemas de alerta temprana.

Las medidas complementarias – **alternativa 1**, basadas en la colocación de una barrera longitudinal de altura suficiente EVITA el contacto del agua, ofreciendo una reducción teórica total del riesgo, pero dependen del buen funcionamiento de los protocolos de actuación y sistemas de alerta temprana, y del propio sistema de protección en sí.

Las medidas complementarias – **alternativa 2**, basadas en el recrecimiento del muro longitudinal del cauce EVITAN el contacto del agua mediante BARRERAS PERMANENTES, ofrecen una reducción teórica total del riesgo, pero implican un mayor coste económico y tiempo de implantación por estar implicados otras entidades que transmitan el permiso.

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del PI del Cañuelo (Santaella, Córdoba)

## 6 PLANOS

N.º	PLANO	TÍTULO	HOJA
1	Plano fotográfico	Reportaje Fotográfico	1 de 2
2	Plano fotográfico	Reportaje Fotográfico	2 de 2
3	Plano de medidas	Medidas propuestas	1 de 2



		<b>TÍTULO DEL PROYECTO</b> PROGRAMAS PILOTO DE ADAPTACIÓN AL RIESGO DE INUNDACIÓN. LOTE 2 INSTALACIONES E INDUSTRIA	<b>TÍTULO DEL PROYECTO</b> Informe diagnóstico del Polígono Industrial del Cañuelo (Santaella)	SUSTITUYE A FECHA 2021	ESCALA 1/750	PLANO Fotográfico	NÚMERO DE PLANO
		SUSTITUIDO POR	CLAVE	FORMATO ORIGINAL UNE A-3	NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL:	HOJA	





BARRERA HINCHABLE (TOLERAR)

SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTRRUMPIDA

ESTANQUEIDAD DE CONEXIONES ELÉCTRICAS

ELEVACIÓN DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

ELEVACIÓN DE MURETES

SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTRRUMPIDA

BARRERA HINCHABLE (TOLERAR)

ESTANQUEIDAD DE CONEXIONES ELÉCTRICAS

ARROYO DEL SALADO

HOTEL

BARRERA TEMPORALES EN PUERTAS

- MEDIDAS GENÉRICAS A TOMAR**
- VÁLVULA ANTIRRETORNO O GUILLOTINA (TODAS LAS INSTALACIONES)
  - MEJORA DE CERRAMIENTOS DE FACHADAS Y SELLADO DE JUNTAS
  - COLOCACIÓN DE BOMBAS DE ACHIQUE EN CONJUNTO CON GRUPOS ELECTRÓGENOS
  - SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del Polígono industrial del Cañuelo (Santaella, Córdoba)

## **ANEXO DE FICHA DE INSPECCIÓN**

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del Polígono industrial del Cañuelo (Santaella, Córdoba)

Información general	
Nombre de la instalación	PI Cañuelo
Tipología de industria o infraestructura	Industria alimentaria
Titular	
Municipio	Santaella, Córdoba
Dirección	
CCAA	Andalucía
Datos del contacto de contrato	
Referencia catastral	
Demarcación hidrográfica	CH Guadalquivir
ARPSI (en el caso de estar en él)	ES050_APSFR_MG004

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del Polígono industrial del Cañuelo (Santaella, Córdoba)

Información del riesgo de inundación de la parcela		
Existe estudio de peligrosidad de la zona		SÍ
Calado T10	Calado T100	Calado T500
1,73	2,04	2,40
¿Dispone de sistema de aviso o alerta temprana? (AEMET, SAIH, otro privado)		SÍ (AEMET)
Inundaciones históricas	2007, 2010, 2012, 2013	
¿Existe protocolo de prevención contra inundaciones?		No
Cota aproximada de inundación		Zonas de 1 metros
¿Existe en la instalación algún lugar en que estén señalados los niveles de inundación alcanzados en cada uno de esos episodios? (SI/NO e indicar cuál)		No
Zona más dañada	Zona del polígono cercana al cauce.	
Naves, edificios dañados	Edificios aledaños al cauce y vía pública	
Otros datos relevantes como estudios previos o medidas de protección tomadas		

Elementos que puedan sufrir daños	
Horario de trabajo	12 H
Nº de personas que trabajan en la instalación	Sin datos

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del Polígono industrial del Cañuelo (Santaella, Córdoba)

Nº de instalaciones dañadas por las inundaciones	6
Nº de plantas o sótanos por debajo de la rasante natural de la explanada (donde se encuentran cada uno)	-No hay datos
Zonas de acceso a las instalaciones con riesgo	Puertas de acceso
Zona de acceso a las instalaciones en zona inundable (anotar si hay acceso o salidas alternativo)	Puerta oficinas y portones

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del Polígono industrial del Cañuelo (Santaella, Córdoba)

Suministro eléctrico	
Situación de acometida eléctrica ¿se encuentra afectada por inundación?	Zona norte Si
¿Hay fallos de suministro en episodios de lluvias?	Si
Descripción de instalaciones interiores	Centro de transformación cerca de cauce
¿dispone de suministro de emergencia	No hay datos
Suministro gas	
Situación de acometida gas ¿se encuentra afectada por inundación?	No aplica
Descripción de instalación	No aplica
Suministro agua potable	
Situación de acometida de agua potable ¿se encuentra afectada por inundación?	Municipal
Descripción de tipo de instalación (acometida municipal o pozo propio)	
Agua residual	

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del Polígono industrial del Cañuelo (Santaella, Córdoba)

Vierte a DPH o a colector municipal	Colector
Se ve afectadas las conducciones de aguas residuales ¿Entran en carga?	No hay registros
Descripción de las conducciones ¿posibilidad de plano?	-
Dispone de EDAR propia	No
Se ve afectada la EDAR en épocas de lluvias	No
Descripción de tipo de EDAR y cotas hidráulicas	No
<b>Comunicaciones</b>	
Situación de acometida de comunicación ¿se encuentra afectada por inundación?	Sin datos
Descripción de tipo de instalación	Sin datos

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del Polígono industrial del Cañuelo (Santaella, Córdoba)

Análisis de estanqueidad y seguridad de los edificios	
Existe murete perimetral exterior a la parcela	Cerramiento en algunas naves (0,1-0,50 metros) inferior al vallado
Altura de lámina de agua en la nave según mapas de inundación	0,4 -0,90 metros de calado
Nave tipo del polígono	
Puertas	
Puntos de entrada en nave (número de puertas y tipología de ellas)	Accesos peatonales principales mediante puertas y portones.
Cota de puertas de acceso y medidas del mismo	Ras de suelo
Son estancas	No
Ventanas	
Puntos de entrada (número de ventanas y tipología y situación de ellas sobre croquis)	Con ventanas sin afección
Cota de las ventanas de acceso y medidas del mismo	0,90 metros las más bajas
Son estancas	No
Cerramiento	
Tipología de cerramiento	Hormigón prefabricado y exterior de material metálico
Cerramiento impermeable (vulnerabilidad de materiales)	Sin constancia
¿Constancia de inundación en el interior?	Sí

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del Polígono industrial del Cañuelo (Santaella, Córdoba)

Tipología de suelo en interior	Losa
Presencia de grietas o desperfectos en el exterior	No apreciable
Aperturas de tipo de ventilación en forma de rejillas o similar	Sin constancia
<b>Saneamiento interior</b>	
Entrada de agua en saneamiento a través de aseos u otros puntos.	Sin datos

<b>Inventario de materiales en el interior de las instalaciones que se pueden ver dañados</b>		
Nave o zona donde se encuentran	Interior de las naves	Existe una colocación alternativa
Listado de material que se ve afectado	Productos de agricultura y maquinaria	
Materiales críticos para la parada de actividad	No	
Algún depósito de combustible o con riesgo	No	

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del Polígono industrial del Cañuelo (Santaella, Córdoba)

Organización de la instalación	
¿Dispone de documentos importantes fuera del área de inundación?	No hay datos
¿Dispone de un protocolo de actuación y plan de emergencia?	No hay datos
¿Dispone usted de un seguro con la póliza de protección contra inundaciones?	No hay datos
¿El personal está formado en caso de emergencia?	No
Hay plazos asumibles de paradas anualmente	No hay datos
Estimación de recolocación de materiales trasladados por episodios de lluvias	Existe un plan de acción
Estimación de reemplazo de equipos si se han visto dañados	Sí hay un histórico
Estimación de duración total de la parada de la actividad	4 días dependiendo de la magnitud de la crecida
Estimación total en coste de la parada	No hay datos

Informe diagnóstico de la situación de riesgo de inundación del Polígono industrial del Cañuelo (Santaella, Córdoba)

Medidas de autoprotección ya tomadas (si es el caso ubicar)	
Protocolo de actuación en caso de observar posible temporal	No hay datos
Medidas de autoprotección	
Terraplenes y movimientos de tierras	No
Barreras temporales	No
Diques permanentes o muros estancos	No
Impermeabilización y sellado de fachadas	No
Sellado umbrales de entrada	No
Sistemas de drenaje (válvulas antirretorno, instalación de bombes)	No
Elevación de elementos sobre el nivel de inundación	No
Disponer de bombas o elementos de achique	No
Elevación / traslado / abandono	No