

ESTUDIO DE INUNDABILIDAD ESPECÍFICO PARA PLAN ESPECIAL EN PARCELA DOTACIONAL UE-1 PLAN PARCIAL CR-5 (TA-379) MURCIA

PROMOTOR: ASSIDO
NºREG. ASOCIACIÓN: MU 990/1ª

SITUACIÓN: AV. PRINCIPE DE ASTURIAS, 30.007, MURCIA.
FECHA: FEBRERO 2018
REFERENCIA: 17-150-SG / PI
DIRIGIDO A: CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SEGURA

Conforme con sus antecedentes
El Jefe del Servicio Admvo.

M^a Dolores Martínez Gimeno

AYUNTAMIENTO DE MURCIA
DILIGENCIA: Documento de Avance
expuesto al público mediante
acuerdo de Junta de Gobierno
de fecha: 5 ABR. 2019
Concejal Secretaria



AYUNTAMIENTO DE MURCIA REGISTRO GENERAL ENTRADA
Fecha 23 FEB. 2018
Nº 21940



SGGTM

INGENIEROS

C/ ISABEL LA CATÓLICA N° 15 BAJO, C.P. 30140, Santomera. (MURCIA)
TLF: 968 86 18 84 - FAX: 968 92 01 19 - MOV: 693 775 110
CORREO:ingenieros@sgingenieros.com / WEB: www.sgingenieros.com

ESTUDIO INUNDABILIDAD
FEBRERO DE 2018

ESTUDIO DE INUNDABILIDAD ESPECÍFICO PARA PLAN ESPECIAL EN
PARCELA DOTACIONAL UE-1 PLAN PARCIAL CR-5 (TA-379) MURCIA

CÓDIGO: PI
Nº EXTE: 17-150-SG

**ESTUDIO DE INUNDABILIDAD ESPECÍFICO PARA PLAN ESPECIAL EN
PARCELA DOTACIONAL UE-1 PLAN PARCIAL CR-5 (TA-379) MURCIA**

Elaborado por: **Estudio de Inundabilidad**

Elaborado por: **Estudio de Inundabilidad**

Documento firmado digitalmente por Vicente Amalio Sarrías Gea, en Santomera a 16 de Febrero de 2018
Póliza de Seguro de Responsabilidad Civil Nº: 81361047 con AXA SEGUROS GENERALES, S.A. de Seguros y Reaseguros.



INDICE

1. MEMORIA

1.1 OBJETO

1.2 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

1.3 TITULARES DE LA INSTALACIÓN

1.4 REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES

1.5 CARACTERÍSTICAS INTRÍNECAS A LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA

1.5.1 Demarcación Hidrográfica

1.5.2 Zonificación de la Cuenca

1.6 ARPSIs DE AFECCIÓN

1.7 PELIGROSIDAD Y RIESGO DE INUNDACIÓN

1.8 REDUCCIÓN DE LAS VIAS DE INTENSO DESAGÜE

1.9 RESUMEN DE DATOS HIDROGRÁFICOS

1.10 GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN

1.10.1 Identificación de riesgos

1.10.2 Estimación de la estrategia de gestión de riesgos

1.10.3 Medidas a Adoptar

1.10.3.1 Riesgo N°1 Inundación en zona de excavación

1.10.3.2 Riesgo N°2 Patologías estructurales

1.10.3.3 Riesgo N°3 Anegación de la planta sótano

1.10.3.4 Riesgo N°4 Riesgo para la vida de residentes

1.11 CONCLUSIONES



1.- MEMORIA

1.1.- OBJETO

El presente documento tiene por objeto la concreción de las condiciones de la parcela y nueva edificación para hacer frente a posible riesgo de inundación, a petición de la asociación **ASSIDO** con número de registro **MU 990/1ª**, ya que pretende la ejecución de un edificio asistencial que aglutine los servicios comunes de autonomía personal para garantizar la asistencia a personas con síndrome de Down.

El presente estudio hace referencia al PLAN ESPECIAL EN PARCELA DOTACIONAL UE-1 PLAN PARCIAL CR-5 (TA-379) y cubrirá el alcance especificado en RD 1/2016 de 8 de Enero, Anexo X (Disposiciones Normativas del Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Segura) Art. 55.7:

Aquellos planes e instrumentos de planeamiento, así como las clasificaciones y usos previstos en los mismos que prevean la posibilidad de urbanizar y estén afectados por la zona inundable, y no cuenten con un plan de encauzamiento aprobado definitivamente, deberán ser objeto de un estudio de inundabilidad específico con carácter previo a su aprobación o programación.

Dicho estudio concluirá sobre la procedencia de:

- a) *Desclasificar todo o parte del citado suelo.*
- b) *Establecer condiciones a la ordenación pormenorizada para evitar la localización de los usos más vulnerables en las zonas de mayor peligrosidad del sector.*
- c) *Realizar obras de defensa y las complementarias que vengan exigidas para garantizar la seguridad de las personas, las cuales en todo caso deberán incluirse en las obras de urbanización de la actuación.*
- d) *Imponer condiciones a la forma y disposición de las edificaciones a materializar dentro del sector.*

1.2.- SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

Las instalaciones estarán situadas en la Avenida Príncipe de Asturias, según plano de situación adjunto.

Coordenadas ETRS89

UTM – Huso 30

X: 663.702

Y: 4.207.623

1.3.- TITULARES DE LA INSTALACIÓN

Titular: **ASSIDO**

CIF: **MU 990/1ª**

Dirección Social: Plaza Bohemia 4, 30009, Murcia



1.4.- REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES.

En la redacción del presente estudio se ha tenido en cuenta todas las especificaciones relativas a inundabilidad contenidas en la siguiente legislación, normativa y/o recomendaciones:

- Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, el Reglamento de Planificación Hidrológica, aprobado por el Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, y otros reglamentos en materia de gestión de riesgos de inundación, caudales ecológicos, reservas hidrológicas y vertidos de aguas residuales.
- Real Decreto 849/1986, de 11 de Abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI Y VII de la Ley 29/1985, de 2 de Agosto, de aguas.
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de Julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Real Decreto 1/2016, de 8 de Enero, por el que se aprueba la revisión de los Planes Hidrológicos de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Occidental, Guadalquivir, Ceuta, Melilla, Segura y Júcar, y de la parte Española de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Oriental, Miño-Sil, Duero, Tajo, Guadiana y Ebro.
- Real Decreto 903/2010, de 9 de Julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación.
- Real Decreto 18/2016, de 15 de enero, por el que se aprueban los Planes de gestión del riesgo de inundación de las demarcaciones hidrográficas del Guadalquivir, Segura, Júcar y de la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Miño-Sil, Duero, Tajo, Guadiana, Ebro, Ceuta y Melilla.
- Ley 13/2015, de 30 de Marzo, de Ordenación Territorial y Urbanística de la Región de Murcia.
- © Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA)
- Código Técnico de la Edificación © Copyright 2015
- Plan de Gestión del Riesgo de Inundación de la Demarcación Hidrográfica del Segura



1.5.- CARACTERÍSTICAS INTRÍNSECAS A LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA

1.5.1.- Demarcación Hidrográfica

- Marco Administrativo de la Demarcación del Segura:

MARCO ADMINISTRATIVO DEMARCACIÓN DEL SEGURA	
Cuenca:	Comprende el territorio de las cuencas hidrográficas que vierten al mar Mediterráneo entre la desembocadura del río Almanzora y la margen izquierda de la Gola del Segura en su desembocadura, incluidas sus aguas de transición; además la subcuenca hidrográfica de la Rambla de Canales y las cuencas endorreicas de Yecla y Corral Rubio. Las aguas costeras tienen como límite sur la línea con orientación 122º que pasa por el Puntazo de los Ratones, al norte de la desembocadura del río Almanzora, y como límite norte la línea con orientación 100º que pasa por el límite costero entre los términos municipales de Elche y Guardamar del Segura
Área demarcación (km²):	20.234
Población año 2012 (hab):	2.014.522
Densidad año 2012 (hab/km²):	99,6
Principales ciudades:	Murcia, Cartagena y Lorca.
Comunidades Autónomas:	Región de Murcia (58,8 %), Castilla-La Mancha (25 %), Andalucía (9,4 %) y Comunidad Valenciana (6,8 %)
Nº municipios:	132 (81 íntegramente dentro de la demarcación)
Países:	España

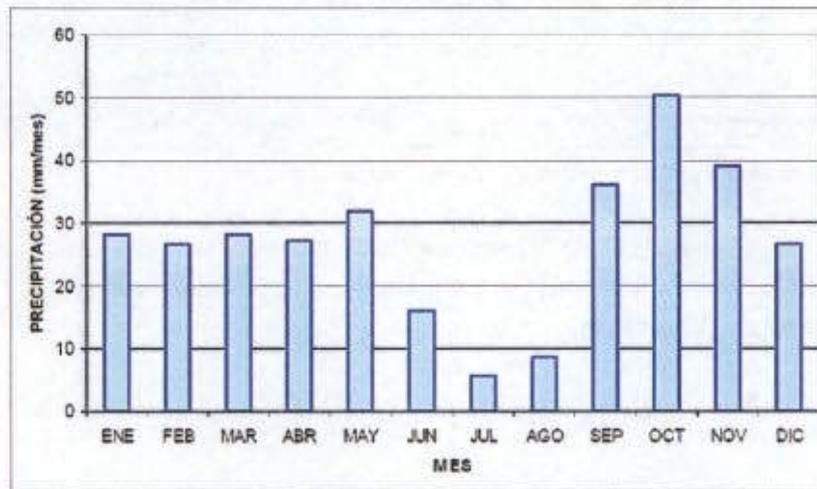
- Ámbito territorial de la Demarcación Hidrográfica del Segura:



- Topográficamente la cuenca del Segura es un territorio de gran variedad orográfica en el cual alternan las montañas con valles, depresiones y llanuras, con cotas máximas por encima de los 2.000 metros; Las zonas internas de la Demarcación Hidrográfica del Segura, situadas al sur, están formadas en su mayor parte por rocas metamórficas o que han sufrido algún principio de metamorfización, corresponde, en su mayor parte a dominios paleogeográficos diferentes a los de las zonas externas y están relacionados con la placa africana. Por ello, Hidrogeológicamente, esta complejidad da lugar a la existencia de numerosos acuíferos de mediana y pequeña extensión, con estructuras geológicas frecuentemente complejas y atormentadas, y que contribuyen apreciablemente al sostenimiento de los caudales naturales de los ríos.

En referencia a la caracterización pluviométrica, existe una serie de puntos en común:

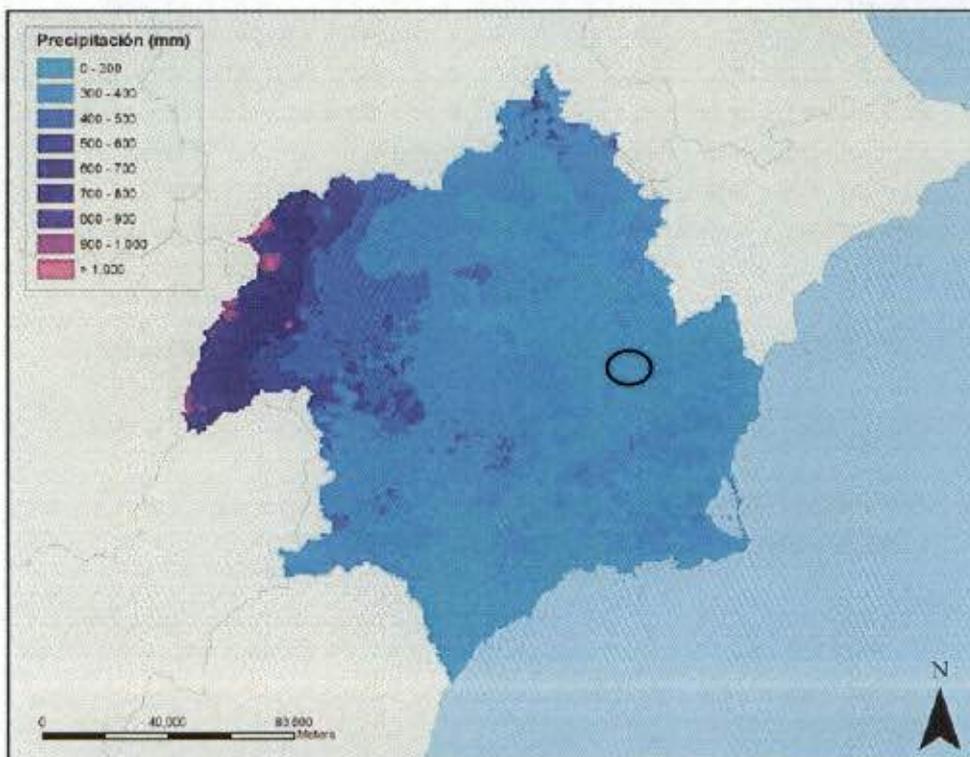
- Intenso déficit hídrico estival, que afecta prácticamente por igual a todo el territorio.
- Episodios de fuertes lluvias, caracterizado por lluvias cortas e intensas con marcado carácter torrencial acontecidas sobretudo en los meses de otoño.



El gráfico anterior muestra la precipitación intra-anual y como un 40 % de las lluvias se concentra en los meses de Septiembre, Octubre y Noviembre, información que más tarde podremos utilizar para estimar los periodos de mayor riesgo de inundaciones.



- Elevada irregularidad de las precipitaciones con grandes desequilibrios espacio-temporales.



La imagen anterior muestra la precipitación total anual (mm/año 1980-2006)

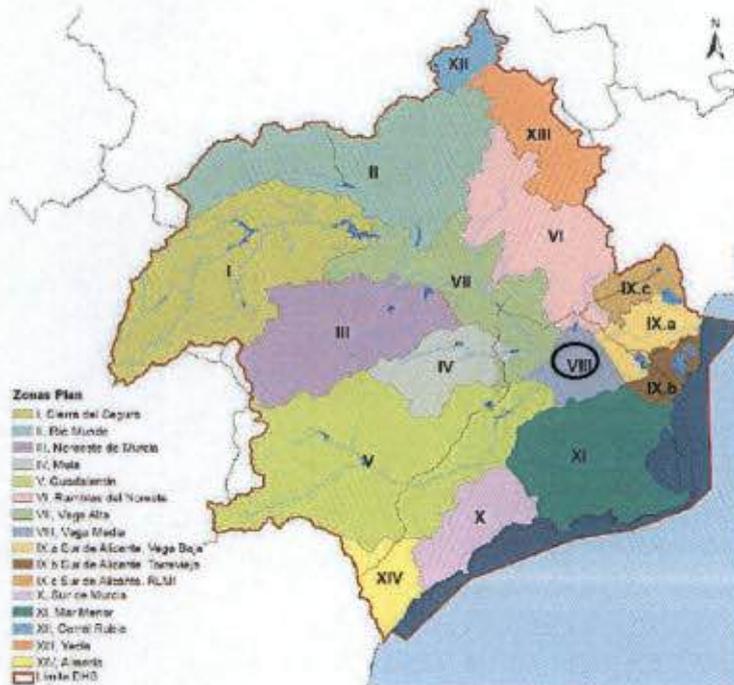
La ubicación de la parcela objeto del presente estudio recibe por tanto una precipitación máxima directa estimada de 300 mm/año alcanzando su punto álgido el mes de Octubre con 50 mm/mes, siendo ésta la más baja de toda la Demarcación.



1.5.2.- Zonificación de la Cuenca

La Demarcación Hidrográfica del Segura está dividida en 14 zonas hidráulicas, basada en delimitación física y subcuencas, así como en límites administrativos.

La zona hidráulica y superficie del presente estudio es: VIII - Vega Media (412 km).



1.6.- ARPSIs DE AFECCIÓN

Tras una Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI) llevada a cabo por la Confederación Hidrográfica del Segura en dicha Demarcación, se ha identificado aquellas zonas del territorio para las cuales se ha determinado que existe un riesgo potencial elevado de inundación o en las cuales la materialización de ese riesgo puede considerarse probable en los términos indicados en la Directiva 2007/60/CE.

Después del establecimiento de los umbrales de riesgo significativo, se procede a la identificación y preselección de las Áreas de Riesgo Potencial Significativo por Inundación (ARPSIs).

A cada área se le asigna un código, compuesto en primer lugar por la matrícula de la Demarcación (Segura, ES070), a continuación, en nuestro caso para ARPSIs fluviales "APSFR", y un número ordinal de cuatro dígitos.

En nuestro caso, la ARPSIs de afección es la número 9 con código: **ES070_APSFR_0009**

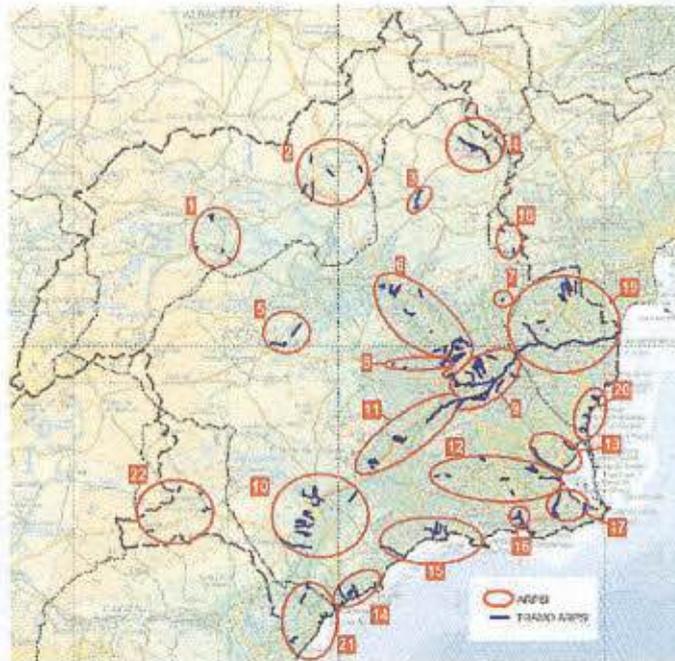


ESTUDIO DE INUNDABILIDAD ESPECÍFICO PARA PLAN ESPECIAL EN
PARCELA DOTACIONAL UE-1 PLAN PARCIAL CR-5 (TA-379) MURCIA

ESTUDIO INUNDABILIDAD
FEBRERO DE 2018

CÓDIGO: PI
Nº EXTE: 17-150-SG

Dicha zona afecta a las comunidades de la Región de Murcia y Comunidad Valenciana en una longitud de 94,73 km en 19 tramos dentro de los municipios de Alcantarilla, Beniel, Murcia, Orihuela y Santomera.



La imagen anterior muestra las áreas de riesgo potencial significativo de inundación (ARPSI) de origen fluvial en la Demarcación Hidrográfica del Segura.

La parcela objeto del estudio tiene su localización dentro de la ARPSI inmediatamente al Norte del Subtramo "Río Segura" entre los subtramos "Rambla de Espinardo o Rambla Casa del Aire" y "Rambla Churra y Torre" según la siguiente imagen y plano adjunto.



Área de Riesgo Potencial de Inundación Significativa (ARPSI)



1.7.- PELIGROSIDAD Y RIESGO DE INUNDACIÓN

Los mapas de peligrosidad y de riesgo de inundación de origen fluvial fueron elaborados por Confederación Hidrográfica del Segura y se pueden consultar en la herramienta SNCI-IPE, además constituirán la información fundamental en que se basará el Estudio Específico de Inundabilidad, la delimitación de zona inundable es imprescindible para la gestión del riesgo de inundación.

Dichos mapas comprende la delimitación gráfica de la superficie anegada por las aguas para la ocurrencia de avenidas de alta, media ($Tr \geq 100$ años) y baja probabilidad ($Tr = 500$ años).

Esta documentación acompañada del calado y velocidad de la corriente permite establecer el grado de exposición al fenómeno de las distintas partes del territorio, además de la zona de flujo preferente y Dominio Público Hidráulico.

Los mapas de riesgo servirán, además, para poder estimar los daños asociados a inundaciones, tanto salud humana como medio ambiente, son base también para las autoridades de Protección Civil para decidir las medidas de autoprotección y evacuación.

- Mapa de peligrosidad con probabilidad media ($Tr = 100$ años):



Mapa de peligrosidad de la parcela objeto de estudio ($Tr = 100$ años, calado en parcela de 0,6 metros a 1,2 metros sin urbanizar, Calado máximo a rasante de vial de 0,1 en Norte y Oeste y 0,4 metros en Sur y Este)



- Mapa de peligrosidad con probabilidad baja ($T_r = 500$ años):



Mapa de peligrosidad de la parcela objeto de estudio ($T_r = 500$ años, calado en parcela de 1 metros a 3 metros sin urbanizar, Calado máximo a rasante de vial de 1 metro en lindero Norte y Oeste a 2 metros en Este y Sur)

Con los mapas de peligrosidad se puede estimar además si conformamos una zona de flujo preferente y/o dominio público hidráulico (DPH).

Zona de Flujo Preferente:

Es aquella zona constituida por la unión de la zona o zonas donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas, o vía de intenso desagüe, y de la zona donde, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, se puedan producir graves daños sobre las personas y los bienes, quedando delimitado su límite exterior mediante la envolvente de ambas zonas.

A los efectos de la aplicación de la definición anterior, se considerará que pueden producirse graves daños sobre las personas y los bienes cuando las condiciones hidráulicas durante la avenida satisfagan uno o más de los siguientes criterios:

- a) Que el calado sea superior a 1 m
- b) Que la velocidad sea superior a 1 m/s
- c) Que el producto de ambas variables sea superior a 0,5 m² /s

En nuestro caso, el calado en la rasante del vial para un tiempo de retorno de 100 años es de 0,4 metros, mientras que en la parcela no supera 1 metro a excepción de un lugar puntual más acusado debido a la no urbanización de la parcela respecto a sus zonas linderas, por lo tanto podemos decir que:

⇒ **No es Zona de Flujo Preferente**

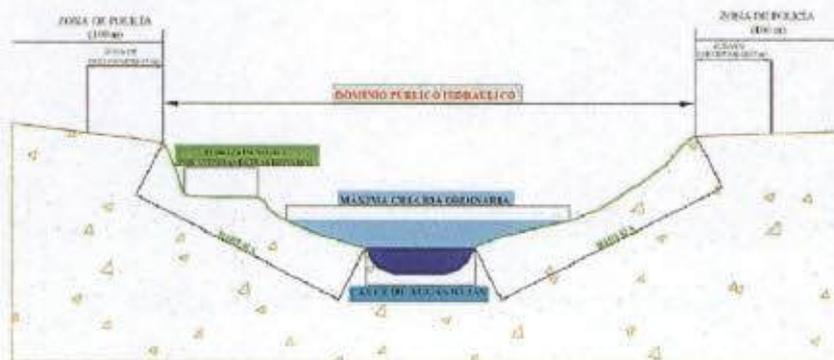
Zona de Dominio Público Hidráulico:

Constituyen el dominio público hidráulico del Estado, con las salvedades expresamente establecidas en la Ley:

- Las aguas continentales, tanto las superficiales como las subterráneas renovables, con independencia del tiempo de renovación.
- Los cauces de corrientes naturales, continuas o discontinuas.
- Los lechos de los lagos y lagunas y los de los embalses superficiales en cauces públicos.
- Los acuíferos subterráneos, a los efectos de los actos de disposición o de afección de los recursos hidráulicos.

Podemos concluir que:

⇒ **No es Zona de Dominio Público Hidráulica**

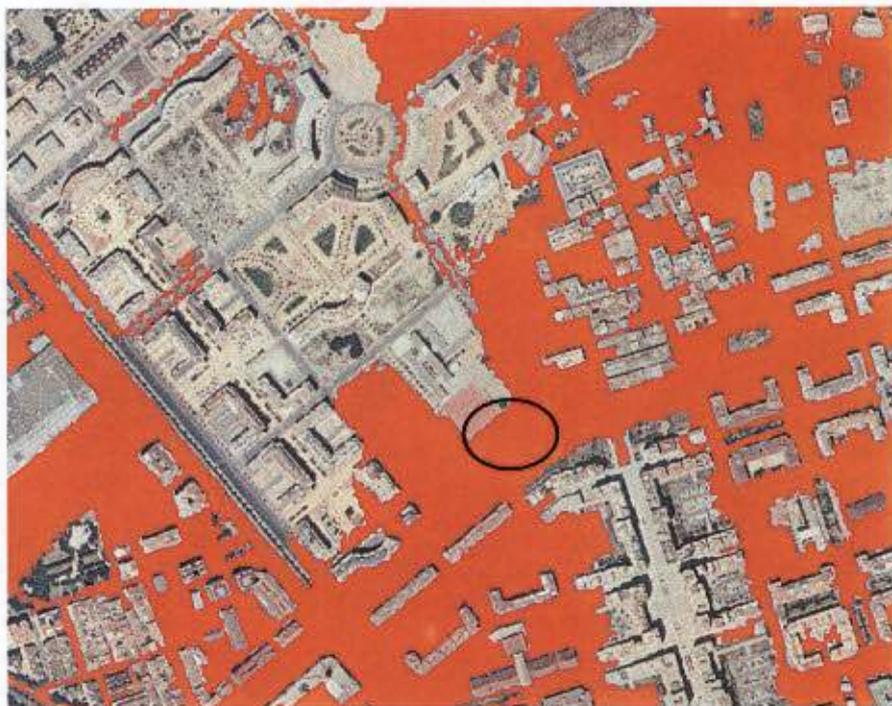


Además, tampoco constituye zona de policía al no encontrarse la parcela objeto de estudio a menos de 100 metros de Dominio Público Hidráulico correspondiente a cauces de corrientes naturales.



A continuación se refleja los mapas de riesgo para la población en los Tiempos de retorno de 100 y 500 años respectivamente

- Mapa de riesgo para la población con probabilidad baja ($Tr = 100$ años):



- Mapa de riesgo para la población con probabilidad baja ($Tr = 500$ años):



**ESTUDIO DE INUNDABILIDAD ESPECÍFICO PARA PLAN ESPECIAL EN
PARCELA DOTACIONAL UE-1 PLAN PARCIAL CR-5 (TA-379) MURCIA**

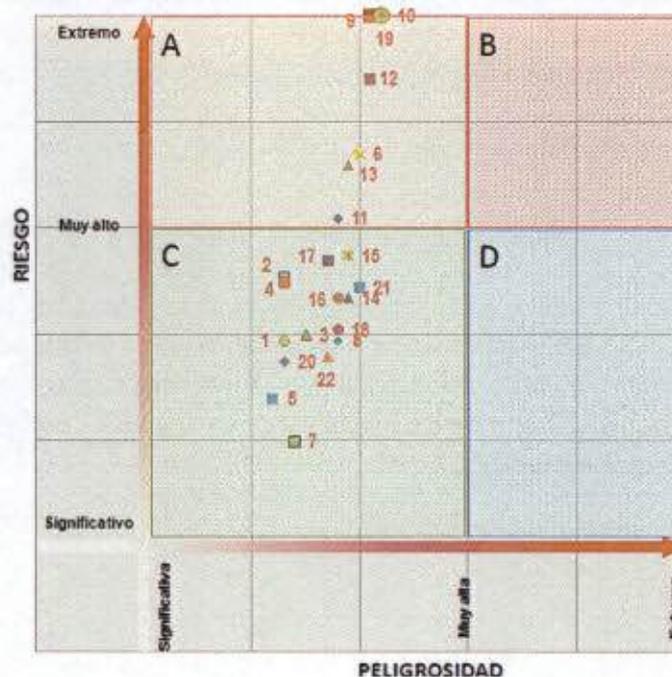
ESTUDIO INUNDABILIDAD
FEBRERO DE 2018

CÓDIGO: PI
Nº EXTE: 17-150-SG

Con los datos anteriormente expuestos en este capítulo, podemos caracterizar la ARPSI fluvial objeto del presente estudio de acuerdo a la metodología ya usada por Confederación Hidrográfica del Segura, conociendo, que la ARPSI con la que trabajamos es **ES070_APSFR_0009**, comprobamos que en una escala de 1 a 5, obtenemos un Riesgo Global de 5 (referente a la probabilidad de inundación) con una Peligrosidad Global de 2,1 puntos.

ARPSI	Peligrosidad Global	Riesgo Global
ES070_APSFR_0001	1,3	2,0
ES070_APSFR_0002	1,3	2,6
ES070_APSFR_0003	1,5	2,0
ES070_APSFR_0004	1,3	2,5
ES070_APSFR_0005	1,2	1,4
ES070_APSFR_0006	2,0	3,7
ES070_APSFR_0007	1,4	1,0
ES070_APSFR_0008	1,8	2,0
ES070_APSFR_0009	2,1	5,0
ES070_APSFR_0010	2,2	5,0
ES070_APSFR_0011	1,8	3,1
ES070_APSFR_0012	2,1	4,4
ES070_APSFR_0013	1,9	3,6
ES070_APSFR_0014	1,9	2,4
ES070_APSFR_0015	1,9	2,8
ES070_APSFR_0016	1,8	2,4
ES070_APSFR_0017	1,7	2,7
ES070_APSFR_0018	1,8	2,1
ES070_APSFR_0019	2,2	5,0
ES070_APSFR_0020	1,3	1,8
ES070_APSFR_0021	2,0	2,5
ES070_APSFR_0022	1,7	1,8

La distribución de la caracterización de cada ARPSI según peligrosidad y riesgo sería la siguiente:



Documento firmado digitalmente por Vicente Amalio Sarrías Gea, en Santomera a 16 de Febrero de 2018
Póliza de Seguro de Responsabilidad Civil N°: 81361047 con AXA SEGUROS GENERALES, S.A. de Seguros y Reaseguros.



De acuerdo al cuadro anterior, para nuestra ARPSI (9) nos encontramos en el cuadrante:

- A) Peligrosidad significativa-muy alta y riesgo muy alto-extremo, donde las ARPSIs localizadas en este cuadrante son aquellas que, a pesar de localizarse en zonas cuyas características actuales no son de especial peligrosidad (habitualmente las inundaciones puede ser de superficie importante, pero con tiempos de respuesta medios, velocidades y/o calados bajos y poco transporte de sedimentos), si que existe una importante población y/o actividades económicas, situadas en la zona inundable.

Además, el ARPSI 9 (Vega Media del Segura) aglutina una importante población (49% del total de la Demarcación).

1.8.- REDUCCIÓN DE LAS VÍAS DE INTENSO DESAGÜE

Se entiende por vía de intenso desagüe la zona por la que pasaría la avenida de 100 años de periodo de retorno sin producir una sobreelevación mayor que 0,3 m, respecto a la cota de la lámina de agua que se produciría con esa misma avenida considerando toda la llanura de inundación existente. La sobreelevación anterior podrá, a criterio del organismo de cuenca, reducirse hasta 0,1 m cuando el incremento de la inundación pueda producir graves perjuicios o aumentarse hasta 0,5 m en zonas rurales o cuando el incremento de la inundación produzca daños reducidos.

- Por tanto, de acuerdo a nuestro máximo calado de 0,4 metros para $T_r = 100$ años, en la Avenida Sur (Príncipe de Asturias), y la horquilla de 0,1 metros – 0,5 metros a criterio del organismo de Cuenca, tenemos un margen máximo de aumento de lámina de agua de 0,10cm, en zonas puntuales de dicha Avenida, pudiendo ser superior en la mayor parte de la superficie circundante.

Estimación de Caudal de Afección:

- La estimación de caudal adicional que se incorporará a la avenida de inundación tras la urbanización de la parcela objeto del estudio tiene en cuenta los calados disponibles de inundación ofrecidos por el Ministerio de Agricultura y Pesca con la herramienta SNCI-IPE, referentes a datos empíricos, mediante la cual, se estima un área de 190 m² a 1,2 metros de calado (zona central de parcela), 795 m² a 0,6 metros de calado (Zona perímetro y puntual de parcela) y 2.239 m² a 1 metros de calado (resto de parcela), sumando un total de 2.944 m³ adicional, descontando infiltración.

Para conocer las superficies susceptibles de inundación adicionalmente con un período de retorno de 100 años debido a la urbanización de nuestra parcela, podemos hacer uso de la cartografía para período de retorno de 500 años, comparando en qué lugares aumenta con respecto a 100 años, y así comprobar a qué zonas afectará la evacuación de agua de nuestra parcela de forma más inmediata

Para ello, se analiza los puntos de calado para ambos periodos distribuidos en un área de 400.000m², 100 veces la superficie de nuestra parcela objeto de estudio. (Ver plano adjunto de superficies adicionales de desagüe).

En plano adjunto, se puede comprobar de forma rápida e intuitiva mediante colores, las superficies que aumentarán su calado primeramente, mediante la comparación de los calados de Tiempo de retorno 100 y 500 años, de esta forma, asignamos el color rojo a variaciones de calado de entre 1.60 a 1.20 metros, el color magenta a variaciones de entre 1.20 a 0.80 metros, el color naranja a variaciones de entre 0.80 a 0.40 metros y el color verde a variaciones inferiores a 0.40 metros.

Se comprueba como los puntos verdes y anaranjados delimitan una frontera de inundación, dejando a la vista el recorrido de puntos rojos y magenta que delimita la superficie que primeramente aumentará su calado.

Extraemos de la superficie estudiada, el área delimitada por los puntos rojos, la cual restringe el área de mayor crecimiento diferencial de calados entre los tiempos de 100 y 500 años, y por tanto serán las primeras zonas afectadas de la evacuación de caudal de la nueva urbanización con un tiempo de retorno de 100 años, entre las que repartiremos exclusivamente el caudal calculado de evacuación calculado para una mayor seguridad, aunque el área sobre el que se distribuye la evacuación de caudal una vez anegada la zona, podría ser mayor estimando la crecida a zonas no inundadas en este período, rebajando por tanto el incremento de lámina de agua

- La superficie estimada más susceptible de recibir la evacuación de agua de la urbanización objeto de estudio es de 56.600 m², de forma directa, donde se distribuirá 2.944 m³ de agua, significando un incremento de la lámina de agua de 0,052 cm
- Sumando este incremento de 0,05 cm al máximo calado de la zona de estudio para periodos de Tr = 100 años, comprobamos que no supera los 0,50 cm, siendo éste en total de 0,452 cm a excepción de un solar puntual sin urbanizar.



Como podemos ver en los planos, los puntos magentas y rojos continúan su avance dominante por la Calle María Zambrano al Sur y la Carretera de Churra al Noreste.

COMPROBACIÓN DE CAUDAL INFILTRADO

Como hemos visto en el apartado anterior, la lámina de agua total se encuentra a 0,452 metros de altura sobre rasante, de esta forma, restarían **0.048 m.** ($0.5 \text{ m} - 0.452 \text{ m} = 0.048 \text{ m}$) para alcanzar el límite legal; Dicho caudal podemos asignarlo al que no va a infiltrarse por la parcela existente al ser urbanizada, comprobando si es posible alcanzar esta cifra y conocer si el caudal infiltrado puede influir para que el calado final ascienda por encima de 0,5 metros en la superficie de estudio como inundación más instantánea, circundante a nuestra parcela:

- 0,048 m. de calado x 56.600 m² de superficie de absorción de caudal evacuado = **2.716 m³** adicionales dedicados a infiltración que puede absorber la zona inundable existente sin sobrepasar el límite conocido de 0,5 m.
- Con la ayuda de la ley de Darcy, podemos obtener los parámetros buscados, dicha ley se estima válida para suelos desde limos hasta arenas medias y arcillas en régimen permanente.

$$Q = K * I * A$$

Q = Caudal drenado a través de muestra por unidad de tiempo (cm³/h)

K = Conductividad hidráulica o coeficiente de permeabilidad (cm/h)

I = Gradiente piezométrico disponible (m/m)

A = Sección de filtración

Para suelos ya saturados con velocidades estables de filtrado, haremos uso del concepto de Velocidad final de infiltración (Vf) que aglutina el producto de K x I dependiendo de la textura del suelo.

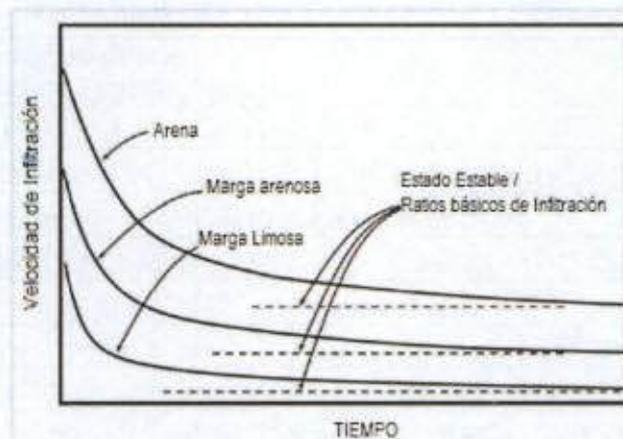
El caudal a filtrar diariamente en condiciones actuales debe ser inferior a los 2.716 m³ estimados que provocan una subida por encima del límite aceptable.

- Sabemos además a través de diversos estudios elaborados por Brower et al. 1988, *USDA Soil Textural Classification*, Soil Conservation Service de Los Estados Unidos que una velocidad aceptada como máxima absoluta para terrenos formados por suelos limo-arcillosos o Marga arenosa puede tener como máximo valor de Infiltración a corto plazo de : 2 pul./h = 5 cm/h y una Vf = 0,5 pulg./hora = 1,25 cm/hora como se muestra en la siguiente imagen.



Recommended Infiltration Rates based on USDA Soil Textural Classification			
	Short -Term InfiltrationRate (in/hr)	Correction Factor, CF	Estimated Long- term (Design) Infiltration Rate (in/hr)
Type 1. Clean sandy gravels	20	2	10
Type 2. Sand	8	4	2
Type 3. Loamy Sand	2	4	0.5
Type 4. Sandy Loam	1	4	0.25
Type 5. Loam	0.5	4	0.13

Valores de Infiltración recomendada según tipo de suelo



Velocidad de Infiltración en función del tiempo

- Con una velocidad de filtración inicial de 5 cm/h antes de que se establezca la misma, y un período de 6 horas como máximo para estabilización de dicha velocidad, nuestra parcela absorbería un caudal máximo de: $3.224 \text{ m}^2 \times 0.05 \text{ m/h} \times 6 \text{ horas} = 967,2 \text{ m}^3$.
- Con una velocidad de filtración final de 1,25 cm/hora, nuestra parcela absorbería en las restantes 18 horas para completar el día un caudal equivalente a $3.224 \text{ m}^2 \times 0.0125 \text{ m/h} \times 18 \text{ horas} = 725,4 \text{ m}^3$

Obtenemos un caudal total de infiltración en parcela actual de: $967,2 \text{ m}^3 + 725,4 \text{ m}^3 = 1.692,6 \text{ m}^3$

$1.692,6 \text{ m}^3 < 2.716 \text{ m}^3$ El caudal infiltrado en parcela existente es inferior al caudal que provocaría un incremento de calado por encima del límite de 0,5 metros. CUMPLE.

La estimación puede variar dependiendo de las diferentes afecciones a nuestra parcela, tales como el sellamiento superficial debido a lluvias corrosivas o flujo de agua, compactación del suelo, grietas en el suelo, materia orgánica, sedimentos en flujo de agua o el perfil del suelo.

1.9.- RESUMEN DE DATOS HIDROGRÁFICOS

A continuación se desglosa en tabla resumen los datos extraídos con anterioridad para la realización de la gestión del riesgo:

PARCELA DOTACIONAL UE-1 PLAN PARCIAL CR-5 (TA-379) MURCIA	
COORDENADAS ETRS89 UTM 30	X: 663702 Y: 4207623
DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA	Segura
AGRUPACIÓN DE CUENCA	VIII (Vega Media)
MESES MAYOR PRECIPITACIÓN	Sept. Oct. y Nov.
ARPSIs	ES070_APSFR_0009
Subtramo	Rambla de Espinardo / Rambla Casa del Aire
Subtramo	Río Segura
PELIGROSIDAD (Tr = 500 años)	Probabilidad Baja
Calado sobre rasante de vial	1-2 metros
PELIGROSIDAD (Tr = 100 años)	Probabilidad Media-Alta
Calado sobre rasante de vial	0,1 - 0,4 metros
RIESGO P/ POBLACIÓN (Tr = 500 años)	5 puntos (Sobre 5)
ZONA DE FLUJO PREFERENTE	NO
ZONA DE DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO	NO
ZONA DE POLICIA	NO
INFLUENCIA EN VIA DE INTENSO DESAGÜE	NO

1.10.- GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN.

1.10.1.- Identificación de riesgos

A continuación se identifican los riesgos específicos para la edificación y población objeto del presente estudio debido al fenómeno de inundación:

Nº RIESGO	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS
1	Inundación de zona de excavación durante ejecución de obras de edificación con posibles desprendimientos	Ejecuciones en presencia de agua con drenaje o agotamiento / no ejecutar obras de excavación de sótano en los meses otoñales
2	Patologías estructurales debidas a inundaciones y/o niveles freáticos (RD 638/2016)	Colocación de elementos drenantes e impermeabilizantes en inmediaciones
3	Anegación de la planta sótano de la edificación y/o destrucción material de elementos contenidos en la edificación (RD 638/2016)	Inclusión de defensas frente inundaciones / Inclusión de pozo para recogida de caudal infiltrado / Seguro frente a inundación
4	Riesgo inherente a inundaciones para la vida de los habitantes de la edificación (RD 638/2016)	Plan de Evacuación, simulacro de inundación, zona accesible para evacuación, zona residencial superior a máximo calado

1.10.2.- Estimación de la estrategia de gestión de riesgos

Los objetivos de la presente gestión de riesgos de inundación son los de exponer los riesgos específicos a los que está sometida la edificación y población de la parcela objeto de estudio y plantear las medidas a implantar para la reducción o eliminación de los mismos.

Para tomar una decisión sobre las medidas a aplicar debido al riesgo inherente a inundación en nuestra parcela, haremos uso de una estrategia de gestión globalmente aceptada, así pues, debemos determinar nuestro nivel de Riesgo y Probabilidad de ocurrencia del mismo, para tomar unas medidas u otras.

- Confederación hidrográfica del Segura ya ha realizado una estimación del Riesgo para nuestra ARPSI como se expone en apartados anteriores, por lo que haremos uso de ella.
- Del mismo modo, CHS ha elaborado también una probabilidad global de ocurrencia para Tiempos de retorno de 10, 100 y 500 años al que ha llamado peligrosidad, por lo que utilizaremos este índice en nuestra escala como valor de probabilidad global.

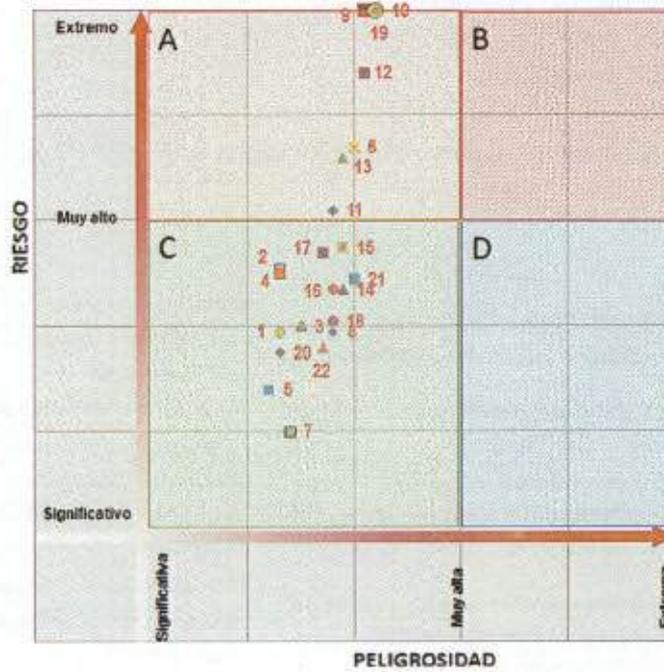
De esta forma, se presenta de nuevo la gráfica utilizada en la caracterización de riesgo y peligrosidad para nuestra ARPSI (número 9):



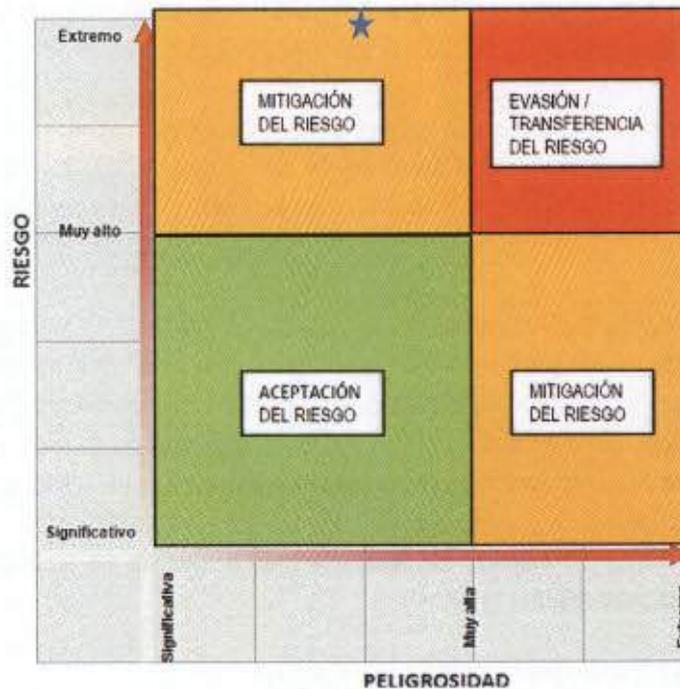
ESTUDIO DE INUNDABILIDAD ESPECÍFICO PARA PLAN ESPECIAL EN
PARCELA DOTACIONAL UE-1 PLAN PARCIAL CR-5 (TA-379) MURCIA

ESTUDIO INUNDABILIDAD
FEBRERO DE 2018

CÓDIGO: PI
Nº EXTE: 17-150-SG



La estrategia a seguir a continuación para la gestión de nuestro riesgo queda restringida como mínimo por el cuadrante en el que se encuentra el mismo:



De acuerdo a la imagen anterior, representativa de la estrategia comúnmente aceptada en gestión de riesgos, llevaremos a cabo las medidas a tomar para obtener una MITIGACIÓN de los riesgos.

De la misma forma, no podemos ACEPTAR tal riesgo sin tomar medidas, quedando además unos puntos por debajo de la estrategia de EVASIÓN.

1.10.3.- Medidas a Adoptar

1.10.3.1 Riesgo Nº1 Inundación de zona de excavación durante ejecución de obras de edificación con posibles desprendimientos

Como hemos expuesto con anterioridad, los meses durante los cuales se incrementa el riesgo de inundación son los correspondientes a Septiembre, Octubre y Noviembre del período Otoñal de acuerdo a las mediciones de mayor precipitación;

La edificación actual se encuadra en una parcela sin edificaciones adyacentes, lo que es positivo a priori para las actuaciones de excavación profunda, de forma que no afecten a estructuras colindantes pero negativo en el sentido de subsuelo libre de obstáculos para el agua subterránea; Agua que por el gradiente de presión, buscará la superficie libre más profunda para evacuar.

Medidas:

- a) Evitar los períodos de máxima precipitación y mayor riesgo de inundación para la ejecución de las actividades de excavación.
- b) Si persiste el nivel freático de forma habitual, y existe peligro de desprendimiento de los elementos adyacentes a la hora de construir el muro perimetral y su cimentación, o edificación planteada, se ejecutará:
 - En el caso de suelos permeables que requieran agotamiento del agua para realizar las excavaciones de las zapatas, el agotamiento se mantendrá durante toda la ejecución de los trabajos de cimentación.
 - Pantalla de hormigón como elemento de contención de tierras empleadas previa ejecución de excavaciones verticales en aquellos casos en los que el terreno, los edificios u otras estructuras cimentadas en las inmediaciones de la excavación, no serían estables sin sujeción, o bien, para eliminación de posibles filtraciones de agua a través de los taludes de la excavación, o para asegurar la estabilidad de éste frente a fenómenos de sifonamiento.

Si la excavación se produce por debajo del nivel freático, habrá que prever una impermeabilización suplementaria al propio hormigón conforme a lo indicado en el CTE DB-HS Sección 1 , para lo que será necesario incorporar un acabado impermeable final de su superficie, ya que se hormigona contra el propio terreno. En general, la fase crítica en la vida de la pantalla es la de la ejecución.

El empotramiento de la pantalla en el terreno por debajo del fondo de la excavación es, en general, indispensable para su estabilidad, constituyendo en ocasiones el único elemento que



la proporciona y siendo el peso propio de la pantalla un factor de influencia muy escasa o nula y además puede requerir en muchos casos sujeción en uno o varios puntos de su altura libre, además del empotramiento en el terreno por debajo del nivel de excavación, bien sea por estabilidad, resistencia o para impedir excesivas deformaciones horizontales o verticales del terreno en el trasdós.

Así pues, la profundidad de la pantalla por debajo del fondo de la excavación se determinará de manera que se cumplan las condiciones de estabilidad, condicionada por el caudal de filtración, si se excava bajo el agua, o por alcanzar un estrato impermeable para reducir al máximo las filtraciones por el fondo, o por alcanzar un estrato resistente que permita el uso de la pantalla como elemento portante de cargas verticales.

De utilizar el elemento de muro pantalla como contención final para la construcción de sótano y siendo ésta de hormigón in situ, se ejecutará con hormigón hidrófugo y consistencia fluida.

c) Si existe presencia de agua permanente se cumplirá las prescripciones del Código Técnico de la Edificación:

- En el caso de suelos permeables que requieran agotamiento del agua para realizar las excavaciones de las zapatas, el agotamiento se mantendrá durante toda la ejecución de los trabajos de cimentación.
- El agotamiento debe realizarse de tal forma que no comprometa la estabilidad de los taludes o de las obras vecinas.
- En el caso de excavaciones ejecutadas sin agotamiento en suelos arcillosos y con un contenido de humedad próximo al límite líquido, se procederá a un saneamiento del fondo de la excavación previo a la ejecución de las zapatas.
- Cuando haya que efectuar un saneamiento temporal del fondo de las excavaciones por absorción capilar del agua del suelo, para permitir la ejecución en seco, en los suelos arcillosos, se emplearán materiales secos permeables.
- En el caso de excavaciones ejecutadas con agotamiento en los suelos cuyo fondo sea suficientemente impermeable como para que el contenido de humedad no disminuya sensiblemente con los agotamientos, debe comprobarse, según las características del suelo, si es necesario proceder a un saneamiento previo de la capa inferior permeable, **por agotamiento o por un sistema de drenaje.**
- El drenaje se podrá realizar con drenes colocados en el fondo de zanjas, en unas perforaciones inclinadas con suficiente pendiente (por lo menos 5 cm por metro), mediante empedrados, o con otros materiales idóneos, estos empedrados se rellenarán de cantos o grava gruesa, dispuestos en una zanja, cuyo fondo penetrará en la medida necesaria y tendrá una pendiente longitudinal de al menos 3 a 4 cm por metro, además previa colocación de la grava, en su caso se dispondrá un geotextil de polipropileno no tejido en la zanja que cumpla las condiciones de filtro necesarias para evitar la migración de materiales finos.



- De acuerdo a las condiciones del CTE Documento Básico SE-C Cimientos SE-C-38 4, se podrá también emplear un procedimiento mixto, de dren y empedrado, colocando un dren en el fondo del empedrado.
- Se tomará precauciones contra el hielo, si el fondo de la excavación se inunda y hiela, o presenta capas de agua transformadas en hielo, no se procederá a la construcción de la zapata antes de que se haya producido el deshielo completo, o bien se haya excavado en mayor profundidad hasta retirar la capa de suelo helado, atendiendo a la temperatura mínima de hormigonado indicada en la EHE.
- En el caso de inundación de las excavaciones durante los trabajos de cimentación, deben adoptarse las disposiciones necesarias de evacuación de las aguas tales que en ningún momento, durante o después de la terminación de las obras, la acción del agua dé lugar a aterramientos, erosión, o puesta en carga imprevista de las obras, que puedan comprometer su estabilidad.

1.10.3.2 Riesgo N°2 Patologías estructurales debidas y/o nivel freático (RD 6382016):

La presencia de agua puede afectar a nivel estructural cualquier edificación, produciendo una serie de patologías que puede afectar a la habitabilidad, confort y resistencia estructural, para ello, se adoptarán las siguientes medidas.

Medidas:

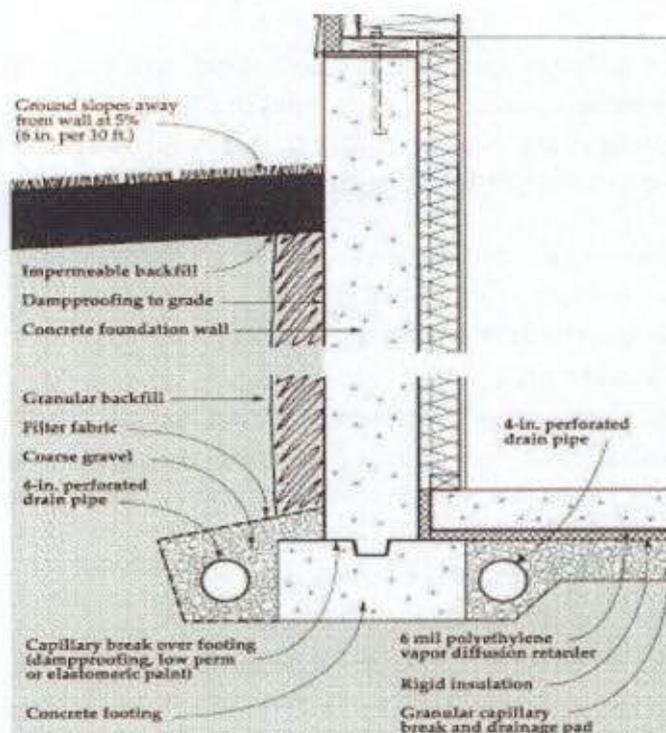
- a) Ejecución de drenaje permanente en trasdós de cimentación además de las consideraciones que figuran sobre la impermeabilidad de los muros en CTE DB-HS Sección 1, para poder tener control de las presiones originadas por el agua en el relleno de trasdós se deberá colocar un sistema adecuado de drenaje; Se considerará preferentemente los siguientes sistemas de drenaje:
 - Drenes verticales de material granular, hormigón poroso, u otros que puedan ocupar toda la altura del muro o parte de ella, estos filtros verticales son más difíciles de construir que los inclinados y producen una menor reducción de presiones del agua infiltrada o freática
 - Láminas drenantes;
 - Drenes inclinados, funcionalmente es el mejor sistema consistente en una cuña de relleno granular filtrante, es el sistema más sencillo de ejecución y debe preferirse a los demás cuando existen materiales adecuados en la zona y su coste no sea excesivo
 - Tapices drenantes horizontales a uno o varios niveles;
 - Drenes horizontales a través del relleno;
 - Drenes longitudinales en la base o talud del relleno;
 - Mechinales en contacto directo con el relleno; (No se recomienda)
- Debe disponerse una capa drenante y una capa filtrante entre el muro y el terreno o, cuando existe una capa de impermeabilización, entre ésta y el terreno.

La capa drenante puede estar constituida por una lámina drenante, grava, una fábrica de bloques de arcilla porosos u otro material que produzca el mismo efecto. Cuando la capa drenante sea una lámina, el remate superior de la lámina debe protegerse de la entrada de agua procedente de las precipitaciones y de las escorrentías.

Debe disponerse en la proximidad del muro un pozo drenante cada 50 m como máximo. El pozo debe tener un diámetro interior igual o mayor que 0,7 m y debe disponer de una capa filtrante que impida el arrastre de finos y de dos bombas de achique para evacuar el agua a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior

Debe colocarse en el arranque del muro un tubo drenante conectado a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior y, cuando dicha conexión esté situada por encima de la red de drenaje, al menos una cámara de bombeo con dos bombas de achique.

En la imagen siguiente, se contempla a modo de croquis las tuberías drenantes necesarias, recubiertas con material granular para mayor permeabilidad y geotextil para evitar la entrada de finos al dren, los paramentos además se impermeabilizan con pintura impermeabilizante o lámina impermeabilizante más geotextil antipunzonamiento, junto con un relleno vertical de trasdós compuesto de material granular y capa de arcillas impermeables en superficie para evitar la entrada de agua al subsuelo.



b) Juntas de muro de contención

- En el caso de muros hormigonados in situ, tanto si están impermeabilizados con lámina o con productos líquidos, para la impermeabilización de las juntas verticales y horizontales, debe disponerse una banda elástica embebida en los dos testeros de ambos lados de la junta.

- c) En el caso de que se estime la necesidad de ejecución de cimentación profunda debido a la baja capacidad portante del terreno, se comprobará para la ejecución mediante pilotes, que no se modifica el régimen hidrogeológico significativamente por conexión de acuíferos ubicados a distinta profundidad, mientras que para la ejecución de pantallas, se tendrá en cuenta las disposiciones anteriormente mencionadas.

d) Consideración de empujes debidos al agua en el cálculo de muro perimetral:

- En relación con los empujes debidos al agua se considerarán dos casos principales: Estado Hidrostático y Agua en Circulación, cuyos cálculos se efectuarán por el método de las presiones efectivas salvo justificación en contra
En el caso que exista una capa freática en reposo en el trasdós del elemento de contención, se considerará el empuje debido al terreno sumergido, total o parcialmente, y el empuje hidrostático del agua. (Ver figura 6.7 CTE).

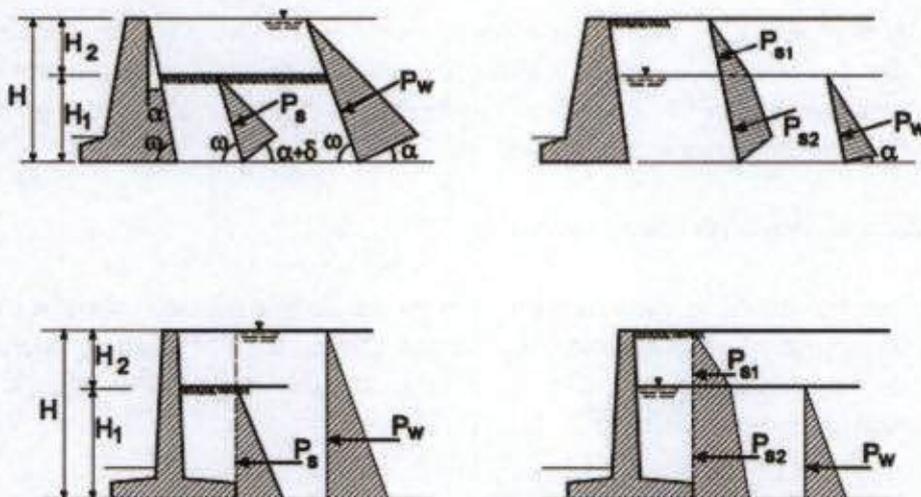


Figura 6.7. Empujes con agua en el trasdós y superficie del terreno horizontal

- En la Figura anterior se ilustra los diagramas de presiones del terreno, P_s , y del agua, P_w , correspondientes a diversos ejemplos, con superficie del terreno horizontal.
- Cuando al nivel de la base del elemento de contención no exista un estrato impermeable y sea posible la filtración de agua bajo el elemento de contención, debe calcularse la fuerza de subpresión correspondiente a partir de la red de filtración arrojada por el estudio geotécnico, así pues, de acuerdo con las condiciones del emplazamiento del elemento de contención, se



debería estudiar los casos en los que se produce filtración hacia el sistema de drenaje de la capa freática existente en el terreno y donde se produce filtración vertical del agua de lluvia, no obstante, el diseño previsto (Ver planos) tiene en cuenta esta última situación, aplicar una capa impermeable en la superficie de infiltración para evitar el agua propia de precipitaciones y colocar a su vez un dren interior perimetral para evitar subpresiones con evacuación a pozos de alivio.

e) Trabajos de impermeabilización

- La ejecución de un muro flexorresistente en presencia de agua, llevará consigo unos trabajos de impermeabilización que deberán realizarse mediante la colocación en el muro de una lámina impermeabilizante, o la aplicación directa in situ de productos líquidos, tales como polímeros acrílicos, caucho acrílico, resinas sintéticas o poliéster. En los muros pantalla construidos con excavación la impermeabilización se consigue mediante la utilización de lodos bentoníticos.

Si se impermeabiliza interiormente con lámina, ésta debe ser adherida mientras que si se impermeabiliza exteriormente con lámina, cuando ésta sea adherida debe colocarse una capa antipunzonamiento en su cara exterior y cuando sea no adherida debe colocarse una capa antipunzonamiento en cada una de sus caras. En ambos casos, si se dispone una lámina drenante puede suprimirse la capa antipunzonamiento exterior.

Si se impermeabiliza mediante aplicaciones líquidas debe colocarse una capa protectora en su cara exterior salvo que se coloque una lámina drenante en contacto directo con la impermeabilización. La capa protectora puede estar constituida por un geotextil o por mortero reforzado con una armadura.

f) Trabajos de ejecución de solera de sótano

- Para la ejecución de solera de sótano: Cuando el suelo se construya in situ debe utilizarse hormigón de retracción moderada, debe además realizarse una hidrofugación complementaria del suelo mediante la aplicación de un producto líquido colmatador de poros sobre la superficie terminada del mismo.

Debe impermeabilizarse, mediante la disposición sobre la capa de hormigón de limpieza de una lámina, la base de la zapata en el caso de muro flexorresistente y la base del muro en el caso de muro por gravedad además si la lámina es adherida debe disponerse una capa antipunzonamiento por encima de ella mientras que si la lámina es no adherida ésta debe protegerse por ambas caras con sendas capas antipunzonamiento; Deberá sellarse los encuentros de la lámina de impermeabilización del suelo con la de la base del muro o zapata.

Debe disponerse una capa drenante y una capa filtrante sobre el terreno situado bajo el suelo. En el caso de que se utilice como capa drenante un encachado, debe disponerse una lámina de polietileno por encima de ella, además de tubos drenantes, conectados a la red de



saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior, en el terreno situado bajo el suelo y, cuando dicha conexión esté situada por encima de la red de drenaje, al menos una cámara de bombeo con dos bombas de achique.

Debe encastrarse el borde de la placa o de la solera en el muro.

Para el sellado de juntas de la solera debe sellarse los encuentros de las láminas de impermeabilización del muro con las del suelo y con las dispuestas en la base inferior de las cimentaciones que estén en contacto con el muro además de sellarse todas las juntas del suelo con banda de PVC o con perfiles de caucho expansivo o de bentonita de sodio.

g) Realización de estudio geotécnico focalizado:

Para el diseño del muro de contención para sótano referente a las características impermeables y drenantes del mismo, se realizará según plano adjunto, pudiendo reducir las medidas a tomar de forma justificada con los datos obtenidos a través del estudio geotécnico, donde, además de la capacidad portante del terreno, se comprobarán los datos más relevantes, a saber, coeficiente de permeabilidad del terreno, profundidad de la capa impermeable y nivel freático existente.

Dichos datos ayudarán a la optimización del cálculo de caudal a evacuar, siguiendo las directrices del *Apéndice C Cálculo de Caudal de Drenaje CTE DB-HS* donde:

Si el arranque del muro coincide o está por debajo de la cara superior de una capa impermeable el caudal se obtiene mediante la fórmula

$$q = \frac{K_s(P - NF)}{10}$$
$$q = \frac{K_s(H^2 - h_o^2)}{2R}$$

P la profundidad del arranque del muro con respecto a la superficie del terreno, [m];

NF el nivel freático, [m];

q el caudal de drenaje por metro lineal de muro, [m³/(s.m)];

Ks el coeficiente de permeabilidad del terreno, [m/s];

H la diferencia entre la profundidad de la cara superior de la capa impermeable y el nivel freático antes de la intervención, [m];

h_o la diferencia entre la profundidad de la cara superior de la capa impermeable y el nivel freático en el punto del terreno donde está situado el tubo drenante, [m];

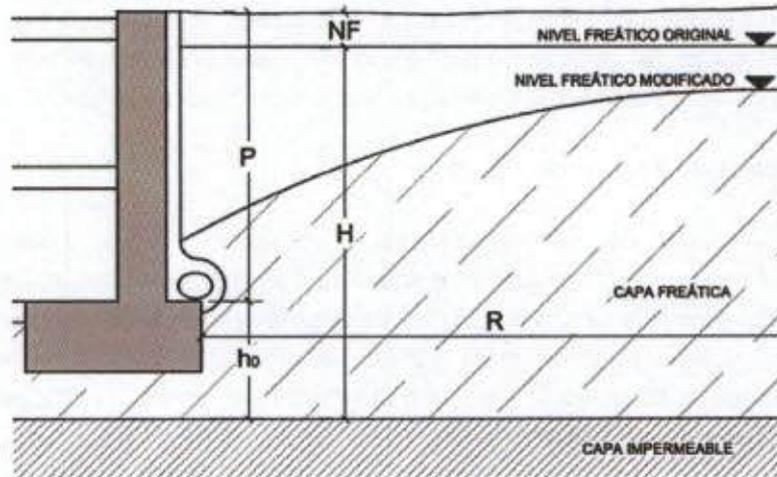
R el radio de acción del drenaje, equivalente a la distancia de la zona de recarga del acuífero, [m].

Mientras que si el arranque del muro no alcanza ninguna capa impermeable, el caudal se obtiene mediante la fórmula:



$$q = \frac{K_s \left[0,73 + 0,27 \frac{H-h_0}{H} \right] (H^2 - h_0^2)}{2R}$$

En base al croquis siguiente:



h) Gestión del agua (Control del agua freática):

Gestión del agua para evitar inestabilidades de las estructuras enterradas en el terreno por roturas hidráulicas (subpresión, sifonamiento, erosión interna o tubificación).

Agotamientos y rebajamientos del agua freática mediante un esquema de agotamiento del agua del terreno o de reducción de sus presiones basado en los resultados de un estudio previo geotécnico.

Remoción del agua para permeabilidad decreciente del terreno por gravedad, por aplicación de vacío o por electroósmosis.

En condiciones en que la remoción del agua en el solar genere una subsidencia inaceptable en el entorno, el esquema de agotamiento podrá ir acompañado de un sistema de recarga de agua a cierta distancia de la excavación.

- El esquema de achique debe satisfacer, según proceda, las condiciones de:
 - Evitar inestabilidades en excavaciones por el efecto del rebajamiento, tanto en taludes como en el fondo de la excavación, como por ejemplo las debidas a



- presiones intersticiales excesivas en un estrato confinado por otro de inferior permeabilidad.
- Realización de esquema de achique que no debe promover asientos inaceptables en obras o servicios a vecinos, ni interferir indebidamente con esquemas vecinos de explotación del agua freática;
 - El esquema de achique debe impedir las pérdidas de suelo en el trasdós o en la base de la excavación. Deben emplearse al efecto filtros o geocompuestos adecuados que aseguren que el agua achicada no transporta un volumen significativo de finos;
 - El agua achicada debe eliminarse sin que afecte negativamente al entorno.
 - La explotación del esquema de achique debe asegurar los niveles freáticos y presiones intersticiales previstos en el proyecto, sin fluctuaciones significativas;
 - Deben existir suficientes equipos de repuesto para garantizar la continuidad del achique;
 - En caso de achiques de larga duración además debe comprobarse el correcto funcionamiento de los elementos de aspiración y los filtros para evitar perturbaciones por corrosión o depósitos indeseables.
- Roturas hidráulicas: Se considerará, como se ha comentado anteriormente, en base a los datos arrojados por el estudio geotécnico, si existe nivel freático como mínimo a la altura de base de cimentación, los siguientes tipos posibles de roturas hidráulicas para el diseño de la edificación:
 - Roturas por subpresión de una estructura enterrada o un estrato del subsuelo cuando la presión intersticial supera la sobrecarga media total.
 - Rotura por levantamiento del fondo de una excavación del terreno del borde de apoyo de una estructura, por excesivo desarrollo de fuerzas de filtración que pueden llegar a anular la presión efectiva pudiendo iniciarse el sifonamiento.
 - Rotura por erosión interna que representa el mecanismo de arrastre de partículas del suelo en el seno de un estrato, o en el contacto de dos estratos de diferente granulometría, o de un contacto terreno-estructura;
 - Rotura por tubificación, en la que se termina constituyendo, por erosión remontante a partir de una superficie libre, una tubería o túnel en el terreno, con remoción de apreciables volúmenes de suelo y a través de cuyo conducto se producen flujos importantes de agua.



- Para evitar éstos fenómenos se deben adoptar las medidas necesarias encaminadas a reducir los gradientes de filtración del agua:
 - Incrementar, por medio de tapices impermeables, la longitud del camino de filtración del agua.
 - Filtros de protección que impidan la pérdida al exterior de los finos del terreno.
 - Pozos de alivio para reducir subpresiones en el seno del terreno.
 - Para verificar la resistencia a la subpresión se verificará que el valor de las acciones desestabilizadoras permanentes con un coeficiente de mayoración de 1 sumadas a las acciones desestabilizadoras variables con un coeficiente de mayoración de 1,5 son inferiores a las acciones estabilizadoras con un coeficiente de minoración de 0,9; En el caso de que se tenga en cuenta la resistencia al esfuerzo cortante del terreno como elemento estabilizador, se usará un coeficiente de seguridad parcial de 1,25 para resistencia drenada al esfuerzo cortante y 1,4 para la Resistencia sin drenaje al esfuerzo cortante.

1.10.3.3 Riesgo Nº3 Anequación de la planta sótano de la edificación y/o destrucción de material de en elementos contenidos en la edificación:

Una vez se ejecute las obras de edificación, existe una probabilidad alta de que se produzca una avenida por encima de la cota rasante del vial, como hemos representado anteriormente por lo que quedarían expuestas todas las superficies bajo la rasante.

Además de las medidas tomadas para mitigar los riesgos anteriores, añadiremos los siguientes:

Medidas:

- a) Ejecución de defensas frente a inundaciones (ver planos):

Para el diseño de las defensas a ejecutar, se tendrá en cuenta un caudal de inundación para un período de $T_r = 500$ años donde el calado máximo estimado es de 2 metros, se considera la necesidad de aislar la edificación de la posible inundación hasta esa cota por encima de la rasante a través de las siguientes medidas:

 - Se podría considerar elevar la cota de planta baja de la edificación 2 metros por encima de la rasante, evitando así el caudal de avenida de inundación, no obstante, dada la baja probabilidad de ocurrencia de este tipo de calados repentinos de avenida estimados con anterioridad, y la tipología del mismo, parece loable buscar una solución que no condicione la edificación para unas situaciones poco probables, existiendo otras medidas también efectivas para paliar esta cota de inundación, a saber:

- Ejecución de muro perimetral estructural de hormigón armado hasta una altura de 1 metro como mínimo, capaz de resistir una fuerza horizontal para un calado de 2 metros aplicado en un tercio de ese calado medido desde la base del muro, esto es:

Fuerza horiz. Inundación por metro lineal en base de muro:

$pgh = 1.250 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 2 \text{ m.} = 24.500 \text{ kg/ms}^2 = 0,0245 \text{ MPa}$ por metro
siendo:

p: Densidad del líquido en kg/m^3

g: Valor de la fuerza de Gravedad en m/s^2

h: Altura de lámina de agua.

La distribución de presiones del agua se aplica de forma triangular desde la base del muro hasta la superficie, siendo la fuerza horizontal anterior la máxima estimada y cero la mínima presión aplicada a la altura de lámina libre de agua, por lo que la resultante del área triangular remanente de esfuerzos será: $(0,0245 \text{ Mpa} \times 2) / 2 = 0,0245 \text{ Mpa}$

Fuerza aplicada a una altura (h/3) desde la rasante = $2/3 = 0,66$ metros.

Por tanto, la resultante aplicada a una altura de 0,66 metros, debe ser ejercida sobre una superficie resistente a este tipo de esfuerzos, para lo que se recomienda, ejecución de muro de hormigón armado hasta un metro de altura, a partir de la cual las solicitaciones serán inferiores, pudiéndose utilizar elementos de fábrica, pero arriostrados también mediante acero corrugado a dicho muro, para resistir los esfuerzos de vuelco provocado por el caudal de inundación hasta la cota de 2 metros.

- Tras la ejecución del muro perimetral, existirá obviamente pasos abiertos por las que la más mínima avenida podría invadir la parcela y por tanto la edificación, para ello, se propone una serie de medidas a modo de defensas permanentes o desmontables probadas en la zona empíricamente y en regiones al norte de Europa con resultados satisfactorios, dichas medidas se tiene en consideración dado el uso del suelo, previsto para albergar en la edificación **personal de mantenimiento o en estado de alerta las 24 horas del día:**

Elevación de rampa de acceso a garaje mediante badén, incorporando en la cota más alta del mismo, puertas metálicas de un metro de altura, o perfilera metálica para incorporación de lamas desmontables según imágenes:





Puertas instaladas en parking en avenida perpendicular a nuestra parcela



Puerta mecánica instalada en zonas de frecuente inundación



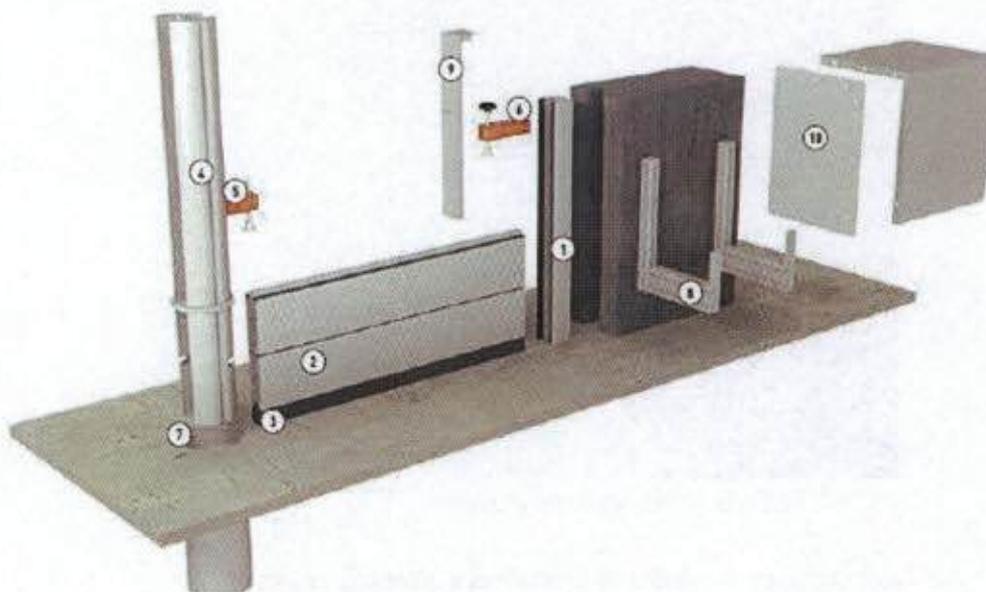


Perfilería con lamas desmontables

- Colocación de imbornales de forma lineal a la entrada de garajes.
- Si las defensas de badén y puerta para inundaciones no supera los 2 metros sobre rasante, se incorporará una puerta de entrada a parking sin aberturas, de perfilería reforzada para los esfuerzos de inundación y dispuesta de tal modo que la Fuerza resultante de las presiones hidrostáticas no favorezca la apertura de la misma sino el cierre. (Descartando por ejemplo, las puertas abatibles hacia la parte interna del parking)
- Se dispondrán sistemas antirretorno para evitar la inversión del sentido del flujo después de los contadores, en la base de las conducciones ascendentes, antes del equipo de tratamiento de agua, en los tubos de alimentación no destinados a usos domésticos, antes de los aparatos de refrigeración o climatización y **en las conexiones con la red de evacuación de aguas pluviales o residuales para evitar sifonamiento.**
- Disposición de pozos drenantes cubiertos con material granular en las inmediaciones, en el exterior de la edificación a los que confluye el caudal infiltrado del subsuelo hacia la solera del sótano, pudiendo estar conectados a una red separativa subterránea pública.
- Dado que el uso previsto, contempla personal de mantenimiento o en estado de alerta 24 horas, se podrá optar por soluciones más activas frente posibles inundaciones, disponiendo indistintamente, perfilería metálica fija en las entrada de la edificación, pudiéndose compatibilizarse con elementos estéticos, para la inclusión de lamas desmontables entre dichos perfiles en caso de inundación, hasta la cota de 2 metros, de tal modo que formen un paramento sellado frente a inundaciones junto con el muro



perimetral, o en su caso de puerta metálica retráctil tras las fachadas a modo de compuerta capaz de cumplir con la misma función de resistencia de esfuerzos de inundación, o solución mixta incorporando las dos medidas mencionadas:



En la imagen anterior podemos ver una solución estandarizada por la marca alemana PREFA compuesta de perflería desmontable o fija para inclusión de lamas desmontables, y almacenamiento de las mismas en las inmediaciones del paramento.

Según se muestra a continuación se realiza una cimentación para la colocación de la perflería, que puede ser desmontable o fija, no obstante, dado que el caudal de avenida estimado es de 2 metros a $Tr=500$ años, se recomienda una instalación fina de la perflería dada la agilidad necesaria para el montaje.



ESTUDIO DE INUNDABILIDAD ESPECÍFICO PARA PLAN ESPECIAL EN
PARCELA DOTACIONAL UE-1 PLAN PARCIAL CR-5 (TA-379) MURCIA

ESTUDIO INUNDABILIDAD
FEBRERO DE 2018

CÓDIGO: PI
Nº EXTE: 17-150-SG

Mientras, las lamas que forman parte del paramento, pueden almacenarse en las inmediaciones del mismo:



Para posteriormente, proceder al montaje:



La solución anteriormente expuesta, puede ser estandarizada, o fabricada expresamente con cerrajería metálica para la incorporación de elementos estéticos más adecuados, calculada según el prisma de presiones hidrostáticas anteriormente mencionado y añadiendo cojinetes entre perfilería y lamas en caso necesario, para asegurar estanqueidad:



b) Pozos de alivio para rebajar subpresiones:

En el caso de que se estime mediante estudio geotécnico, que el nivel freático supera la base de cimentación, se contempla la ejecución de pozos de alivio de presión.

Dado que la edificación cuenta con la instalación de piscina en el interior del edificio, se recomienda que en la sala de cloración y filtrado de la misma, se incluya los mecanismos necesarios para la evacuación de los caudales de nivel freático que acometerán a esta sala a través de los drenajes dispuestos en el interior de la edificación (bajo solera), según planos.

Los pozos que captarán y aliviarán el agua que ejerce presión sobre las estructuras de cimentación podrán estar conectados a la red pública separativa de pluviales con el permiso de las autoridades competentes o vertidas inmediatamente al exterior.

El número de pozos de bombeo y/o tamaño se estimará con el estudio geotécnico, la determinación del nivel freático y las restricciones impuestas en las medidas a adoptar expuestas anteriormente para el Riesgo Nº2 Patologías en la estructura apartado drenaje, teniendo presente las prescripciones del Código Técnico de la Edificación.



Bombeo de caudales infiltrados por nivel freático desde los drenajes perimetrales

- c) Seguro frente inundaciones: Dentro del plan de gestión del riesgo de inundación estimado por Confederación Hidrográfica del Segura, se hace hincapié en la contratación de seguros frente a inundaciones como parte esencial de la gestión del riesgo (Consortio de compensación de seguros ENESA), haciéndose cargo del aspecto financiero de la fase de recuperación.

1.10.3.4 Riesgo N°4 Riesgo inherente a inundaciones para la vida de los habitantes de la edificación (RD 638/2016):

Las inundaciones, como riesgo natural, suponen un riesgo para la vida de las personas en las zonas habitadas, por ello, se establecen las siguientes medidas:

- a) Las zonas residenciales de la edificación destinadas al descanso de los residentes deberán estar ubicadas a una altura mayor de 2,5 metros medidos desde la rasante del vial, asegurando que se encuentra por encima del máximo calado de avenida estimado para $Tr=500$ años (2 metros).
- b) Se garantizará como se ha comentado anteriormente, que la superficie de la parcela contará con una capa superficial de material impermeable en las inmediaciones de la estructura, que a su vez estará protegida de forma vertical por el drenaje subterráneo, quedando de esta forma protegida frente al agua.
- c) Realización de simulacros de inundación: De esta forma se podrá conocer de antemano las medidas activas en relación a inundaciones y el recorrido de una posible evacuación.
- d) Zona accesible para evacuación: Según planos adjuntos, se ha previsto una salida al paseo existente, si en las avenidas principales el agua supera los 0,45 cm, podría preverse que puede acontecer una avenida de 500 años por lo que se procedería en caso necesario a evacuación. Mientras que en las avenidas principales el agua puede superar los 0,40 metros para un tiempo de retorno de 100 años en este paseo a la altura de la salida planteada apenas llega a 0,10 centímetros, planteándose en esta zona de evacuación un recorrido hacia lugar libre de agua a $Tr = 500$ años según planos.
Este paseo peatonal es accesible además a vehículos en caso de emergencia, por lo que existiría una vía libre de forma rápida.

1.11 CONCLUSIONES

La edificación es apta para ser ejecutada con las defensas y condiciones mínimas estimadas en el presente estudio, quedando a disposición para cualquier cuestión adicional.

En Santomera, Febrero de 2018
El Ingeniero Industrial



Fdo: VICENTE A. SARRÍAS GEA
COLEGIADO Nº 568 DEL COIIRM

En Santomera, Febrero de 2018
El Ingeniero de Caminos C y P.



Fdo: JOSÉ A. PEÑALVER GARCÍA
COLEGIADO Nº29442 CICCPC



EST. DE INUNDABILIDAD ESPEC. PLAN ESPECIAL PARCELA DOTACIONAL UE-1 P.P. CR-5 (TA-379)

ASSIDO SUBTRAMOS ARPSIS

PERICUACION: PLANO DE: EL INGENIERO DE CARIDAD: 075

ESCALA: E: 1/10.000 PLANO N°: 02

FORMATO: A3

DIBUJADO POR:	JFP
COMPROBADO POR:	JFP
FECHA:	07-02-2018
VERSION:	17-100-06
FECHA:	05-10-2017
01	

Documentación firmada digitalmente por Verónica García de Carrasquín el 16 de Febrero de 2018. Póliza de Seguro de Responsabilidad Civil N° 81361047 con AXA SEGUROS GENERALES, S.A. de Seguros y Reaseguros.



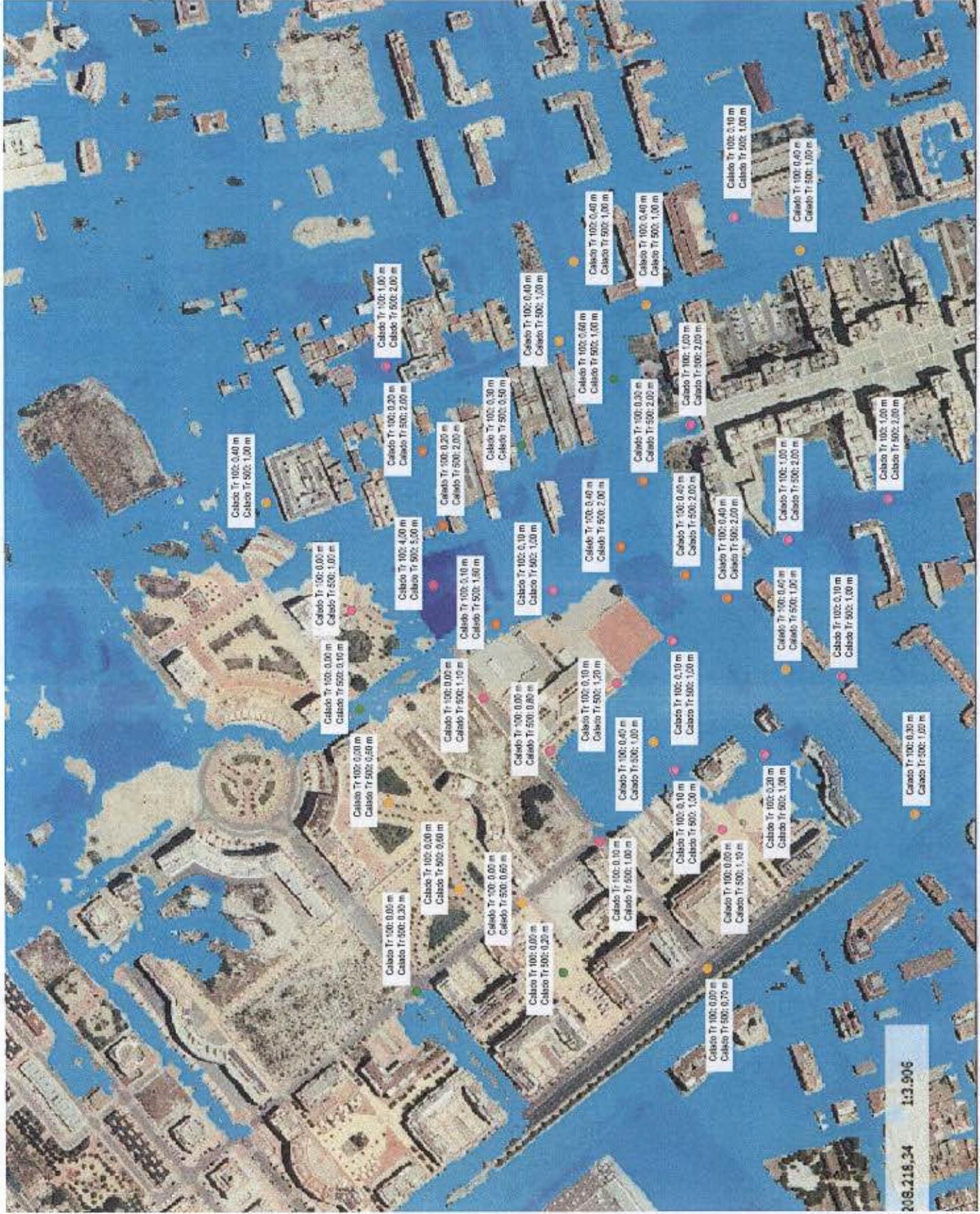
FORMATO	A3
PLANO N°	03
ESCALA	1/3,000
ELABORADO POR:	J.F.G. COMPROBADO POR:
FECHA:	07-02-2018
PROYECTO:	17-150-SG
OT	01

AL SEÑOR DE LA CIUDAD DE CALI, EN SU CALIDAD DE ALCALDE MUNICIPAL, PARA QUE SE LE ENTREGUE EN SU PLAZA DE TRABAJO EL PRESENTE PLAN DE CALADOS A TR= 100 AÑOS Y TR= 500 AÑOS

PLANO DE:
PERICIONADO:
EL INGENIERO DE CARRUJOS:

Documentación firmada digitalmente por Virgilio Andrés García en su calidad de Ingeiero de Carrujos el 16 de Febrero de 2018.
 D. JOSÉ A. PEÑALVER GARCÍA
 INGENIERO DE CARRUJOS
 EL INGENIERO RESPONSABLE
 D. VICTOR J. SUAREZ DE LA
 CALADADO TR=100


EST. DE MUNDABILIDAD ESPEC. PLAN ESPECIAL PARCELA DOTACIONAL UE-1-P.P. CR-5 (TA-379) ASSIDO





EST. DE INUNDABILIDAD ESPEC. PLAN ESPECIAL PARCELA DOTACIONAL UE-1 P.P. CR-5 (TA-379)

ASSIDO

PLANO DE: DEFENSAS PERIMETRALES FRENTE INUNDACION Tr. 500 AÑOS

EL INGENIERO DE CAMBIO: D. JOSÉ A. PUGALÉN GARCÍA

EL INGENIERO DE PROYECTO: D. VICTORIA SAGRAS GEA

COMPROBADO POR: J-PG

FECHA: 07-02-2016

FECHA: 05-10-2017

FECHA: 17-09-2016

FORMATO: A3

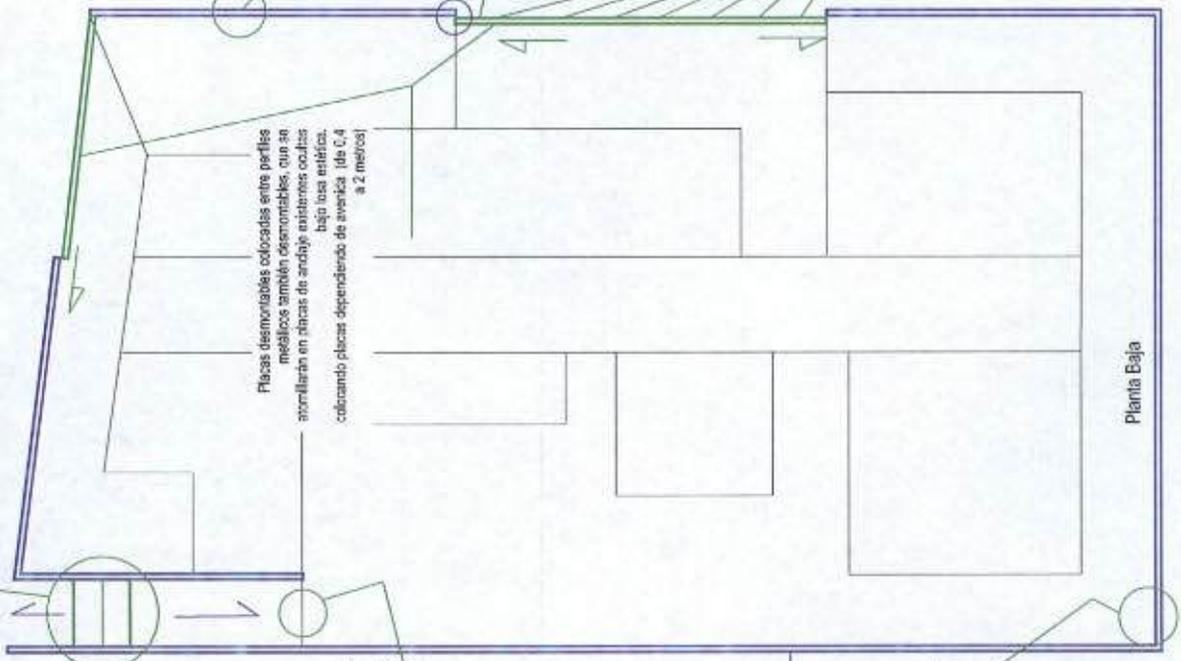
PLANO Nº: 05

ESCALA: S/E

DOCUMENTO firmado digitalmente por Victoria Sagras GEA en nombre de INGENIEROS S.A. el 16 de Febrero de 2016 con AKA SEGUROS GENERALES S.A. de Seguros y Resseguros.



MESETA SOBREELEVADA +0,5 metros junto con planchas metálicas móviles a modo de compuerta de 0,5 metros para proteger hasta 1 m. de altura.



Placas desmontables colocadas entre perfiles metálicos también desmontables, que se anclarán en alcasas de anclaje existentes ocultas bajo las estéticas, colocando placas dependiendo de anchura: 1da 0,4 a 2 metros)

Puerta de garaje totalmente chapada, con apertura plegable y perfiles en parte interior cubriéndola en caso de inundación.

Muro perimetral de al menos 2 metros de altura, con al menos 1 metro de armazón estructural sobre rasante.

Salida para evacuación hacia vis menos inundada.



Solución mixta alternativa con Puerta submisible o manual retráctil hacia la parte trasera de la fachada, cerrada en caso de inundación, sujeta a perfiles metálicos instalados para mayor respuesta ante fuerzas de inundación.



