

11. RIESGOS AMBIENTALES

11.1. RIESGOS NATURALES

11.1.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO

11.1.1.1. CONCEPTO, ALCANCE Y TIPOLOGÍA

Los riesgos ambientales o naturales son los desencadenados por fenómenos del medio natural, aunque en muchas ocasiones pueden ser acelerados o inducidos por la acción del hombre, mientras que los antrópicos tienen su origen directamente en la actividad humana, principalmente, a partir de fallos en la aplicación y el uso de las tecnologías.

A continuación se analizan los diferentes riesgos susceptibles de producir pérdidas humanas y económicas en el Término Municipal de San Roque, atendiendo a los factores naturales de una parte y a los factores de origen antrópico por otro. En el borrador del Plan de Emergencia Municipal elaborado por el servicio de Protección Civil, se describe la clasificación de riesgos y se les asigna un rango comprendido entre 0 y 12 como valor con mayor probabilidad de riesgo.

11.1.1.2. RIESGO DE INUNDACIONES Y AVENIDAS DE AGUA

La confluencia de una serie de factores ha dado lugar a que uno de los riesgos más significativos en el Término Municipal de San Roque se relacione con la susceptibilidad de inundación y de avenidas de agua. Ambos procesos tienen su origen en el desbordamiento del Río Guadarranque y del Arroyo Madre Vieja, el Arroyo Cachón y el Río Guadiaro.

Los principales factores que favorecen este riesgo en el municipio en cuestión hacen referencia tanto a las propias características del territorio como a una serie de actuaciones derivadas de la actividad humana. Estos factores son los siguientes:

- La falta de pendiente, que hace que el agua tenga mayor tendencia a estancarse, y por tanto, que el suelo sea más fácilmente inundable en los valles fluviales.
- La presencia de llanuras de inundación en el cauce bajo de los ríos.
- La posibilidad de coincidencia de las crecidas con avenidas de los ríos Guadiaro y Guadarranque.
- La obstrucción, total o parcial, del drenaje natural debido a la realización de obras de infraestructura como, por ejemplo, canales de riego.
- La superposición de infraestructuras transversales que dificultan la evacuación de aguas (puentes, tuberías, conducciones varias...).

A todo ello se suma la posible afección de estos procesos a zonas urbanas más pobladas del Término Municipal, como son los núcleos de población de Puente Mayorga, San Enrique de Guadiaro, Estación de San Roque, Guadarranque y la parte baja de Sotogrande, lo que incrementa todavía más este riesgo. Incluso las áreas con cultivos y zonas industriales que se localizan en los tramos bajos de los ríos son susceptibles de sufrir inundaciones por desbordamientos.

Los cálculos realizados por el Ayuntamiento en cuanto al *Índice de Riesgo*, *Índice de Probabilidad* de ocurrencia de inundaciones e *Índice de Daños* (todos en una escala de 0 a 10), vienen recogidos de la siguiente forma:

$$\text{Índice de Riesgo (IR)} = \text{Índice de Probabilidad (IP)} \times \text{Índice de Daños (ID)}$$

Así para las inundaciones, el IP=2 y el ID=4, con lo que el **IR=8**.

11.1.1.2.1. RIESGO DE INUNDACIÓN DEL RÍO GUADIARO

Una parte considerable de los terrenos del Término Municipal de San Roque están sometidos a un latente riesgo de inundación por desbordamiento del Río Guadiaro. Este río posee una cuenca vertiente en torno a los 1.505 km² y casi 100 Km. de longitud, con su nacimiento cerca de la Sierra de las Nieves en la Provincia de Málaga. La aportación media anual se sitúa en torno a los 389 Hm³ y los datos que disponemos de caudales máximos son de 26,8 m³/sg cerca de la desembocadura. Una amplia zona en el entorno cercano del valle de este río se considera inundable según el borrador del Plan de Emergencia Municipal elaborado por el servicio de Protección Civil.

La falta de regulación en el cauce ha impedido la variación de las características hidrológicas del cauce bajo del río Guadiaro en los últimos años, lo que no ha disminuido el riesgo de inundación de las tierras del Valle.

Teniendo en cuenta la recurrencia anual de las crecidas del río, las autoridades se deberían plantear la necesidad de evitar la construcción de edificaciones en las zonas de riesgo de inundación en la vega del río, como medida preventiva de problemas derivados del desbordamiento del río. Especialmente preocupante son las edificaciones que se han desarrollado en ambas riberas del río, en la urbanización de Sotogrande y que por su proximidad al cauce las hace más vulnerables a este tipo de riesgos.

Otra zona conflictiva puede ser el entorno de Guadiaro, ya que multitud de viviendas se sitúan en zonas incluidas en el área inundable del río y de algunos arroyos que desembocan en él por la margen derecha.

El ritmo de crecimiento de las urbanizaciones y núcleos residenciales en la zona a obligado al encauzamiento de algunos arroyos que vierten en la zona del tramo bajo del río, para evitar desbordamientos y las consecuentes

inundaciones.

A simple vista esta es la solución más eficaz para evitar este tipo de problemas, pero el mantenimiento de la limpieza de los cauces encauzados es fundamental para que cuando lleguen las avenidas de otoño no se produzcan diques con la vegetación acumulada durante las estaciones anteriores y se desborden esos arroyos. Otro de los problemas que conlleva el encauzamiento es el acúmulo de depósitos de arena en el fondo, que puede contribuir a disminuir el calado y así generar una menor capacidad de evacuación de las aguas.

11.1.1.2.2. RIESGO DE INUNDACIÓN DEL RÍO GUADARRANQUE

En el arco de la Bahía encontramos dos ríos que son los más conflictivos desde el punto de vista de riesgo de inundaciones: el Palmones, que se sitúa fuera de nuestro ámbito de estudio y el Guadarranque. Este último sí que limita con el municipio de San Roque y está considerado dentro de los de alto riesgo en el área de la Bahía, sobre todo en su tramo medio-bajo.

El río tiene una longitud total de unos 43 Km. de longitud y su cuenca hidrológica es de 243 km². Se puede considerar como un río de régimen subtropical mediterráneo de alimentación pluvial, con un régimen muy ligado a las precipitaciones de su cuenca receptora. Las épocas de crecidas corresponden, como en el caso del Guadiaro, con el otoño por una parte y el comienzo de la primavera por otra.

Los caudales medios mensuales son muy variables, pero la tendencia es repetir en ciclos anuales como se ha descrito anteriormente. Si bien en la época estival el estiaje es muy pronunciado, lo que es una constante anual típica del régimen de clima Mediterráneo.

Según los registros históricos consultados, el caudal máximo registrado es de 460 m³/sg. en noviembre de 1955. A su vez los caudales

BLOQUE 3: INDICADORES AMBIENTALES. LEVANTAMIENTO DE INFORMACION PARA CONTROL, MEDICIÓN Y EVALUACIÓN

máximos estimados para un periodo de retorno de 50, 100 y 500 años son los que se muestran en la Tabla 11.1. Podemos comprobar como dentro del periodo de 50 años, la probabilidad de que se repita un caudal como el máximo registrado es muy alta.

Años	50	100	500
Caudal controlado	540	650	950
Caudal libre	340	410	590
Toma de	200	240	360
Laminación			
Total	450-500	500-500	700-750

Tabla 11.1.: Caudales máximos (m^3) estimados para distintos periodos de retorno en el río Guadarranque. Fuente: Confederación Hidrográfica del Sur.

Las características del río han variado en los últimos decenios debido a la construcción de la presa del Guadarranque en el tramo medio, sobre la cota de 573 metros y a unos 18 Km. de la desembocadura. Este embalse tiene una capacidad de embalse de 87 Hm^3 y regula gran parte del caudal que llega desde el tramo alto de río.

Por tanto, la recurrencia de caudales máximos es de unos 50-100 años para este río lo que implica la planificación de las medidas para prevenir inundaciones. Uno de los mayores problemas a los que se enfrentan determinados núcleos urbanos del municipio es la cercanía al cauce de muchas edificaciones. Nos referimos concretamente a Estación de San Roque, Taraguilla y Guadarranque sobre todo (Figura 11.1.).

Aunque las dimensiones del río en las cercanías de la desembocadura propician el desagüe de los caudales normales, una excepcional crecida podría suponer que la capacidad de embalse de la presa se viera desbordada y esta se viese obligada a aliviar agua, con el consecuente aumento de caudal y del nivel de las aguas.

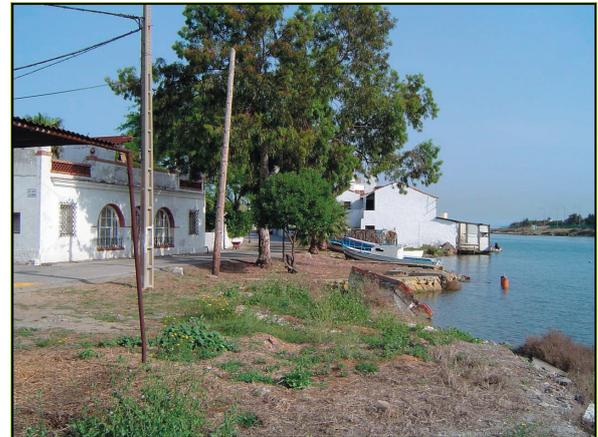


Figura 11.1.: Vista del núcleo de Guadarranque en la que se aprecia la cercanía del río y el peligro de inundación que supondría una crecida excepcional del mismo. Fuente: Elaboración propia.

La cartografía consultada pone de manifiesto el peligro de inundaciones en estos dos núcleos ya que hay multitud de edificaciones (viviendas, almacenes de materiales) que se encuentran incluidas en las zonas inundables, y no existen estructuras defensivas que puedan minimizar la crecida de las aguas en caso de avenida.

La reciente decisión de urbanizar viviendas en solares situados en las cercanías del valle de inundación en Estación de San Roque no hace sino incrementar el problema que se puede originar en caso de desbordamiento del río.

Las autoridades municipales deberían exigir a la Confederación Hidrográfica del Sur algún tipo de medida o actuación que permita defender frente a las inundaciones las zonas bajas si se desea continuar con la edificación en ésta zona. Este tipo de medidas tendrían una repercusión muy positiva frente a posibles planes de ordenación del territorio y para poner en valor zonas que actualmente pueden considerarse con riesgos naturales.



Figura 11.2.: El río Guadarranque poco antes de su llegada al núcleo de Estación de San Roque. El cauce es mucho más estrecho y con más vegetación que en la desembocadura, propiciando el desbordamiento en caso de avenidas excepcionales. Fuente: Elaboración propia.

11.1.1.2.3. RIESGOS DE INUNDACIÓN DEL ARROYO MADRE VIEJA

Al igual que ocurre con los otros dos cauces, el Arroyo Madre Vieja discurre por las cercanías de núcleos en el municipio. En su tramo medio atraviesa el pinar del Rey y posteriormente se acerca a las zonas bajas del casco de San Roque, para girar hacia el suroeste y desembocar en el Guadarranque, cerca de su desembocadura.

La superficie es de unas 3.650 has. y tiene una longitud de 12 Km. El desnivel que recorre hasta su desembocadura en el río Guadarranque es de 194 m., explicable por su nacimiento en el interior del término municipal. El caudal de avenida máximo se sitúa en torno a los 340 m³/sg. que son cálculos estimativos no empíricos.

Las zonas con mayor riesgo de sufrir inundaciones se localizan en el entorno de Las Margarita (Figura 11.3.), desde donde empiezan los meandros del arroyo hasta la zona de La Vega del Madre Vieja, una vez que ha tomado rumbo S-SW. De hecho esta zona ha sufrido alguna inundación en los

últimos diez años.

Estas áreas no se encuentran muy urbanizadas pero en las cercanías del río hay cuadras y establos que si corren peligro de inundarse si se producen grandes avenidas.



Figura 11.3.: Vistas de la vega del Arroyo Madre Vieja (izquierda) y el cauce antes de su llegada a la zona de Las Margaritas. Fuente: Elaboración propia.

Más abajo en el entorno de las instalaciones industriales de Interquisa y Voridian existe otra zona inundable, aunque al tener el arroyo mayor anchura, las posibilidades que se desborde son menores.

11.1.1.2.4. RIESGOS DE INUNDACIÓN DEL ARROYO DE LOS GALLEGOS

Disponemos de pocos datos sobre este arroyo, pero en la cartografía del borrador del Plan de Emergencia Municipal viene indicada una zona cercana a la desembocadura como inundable, por lo que hemos creído conveniente incluirlo en el informe.



Figura 11.4.: Encauzamiento final del Arroyo Cagancha en las cercanías de Puente Mayorga para evitar inundaciones en la localidad y facilitar la salida de aguas de varias industrias. Fuente: Elaboración propia.

La zona inundable se sitúa cerca de las instalaciones de la Refinería Gibraltar, Lubrisur y la Central Térmica Bahía de Algeciras, localizadas en la margen derecha, y la Barriada Cepsa en la margen izquierda. Además la Estación de Servicio situada en la C.N.-351 en la entrada de la refinería también se encuentra incluida en la zona inundable por este arroyo.

En principio el cauce es lo suficientemente ancho como para desaguar el volumen que pueda acoger, pero en la desembocadura se han ejecutado las obras de encauzamiento del último tramo (Figura 11.4.), como medida preventiva de inundaciones y para dar salida a las aguas de refrigeración de la central térmica, Lubrisur y otras industrias. Este es uno de los cauces que se han

desbordado en el municipio en los últimos diez años, sin causar daños personales ni materiales. La zona del Pozo del Rey también ha sufrido inundaciones, sin daños de importancia.

11.1.1.3. RIESGOS SÍSMICOS

El Término Municipal de San Roque se encuentra situado fuera de zona de peligrosidad sísmica, según del mapa elaborado por el Instituto Andaluz de Geofísica y Previsión de Desastres Sísmicos.

En la Figura 11.5. podemos apreciar que el término de San Roque se encuentra fuera de las zonas donde se han producido sismos de grado VIII o más (escala MSK de I a X), por lo que podemos interpretar que la zona se encuentra fuera de las áreas de peligro por sismos. Aún así hay numerosos registros de sismos históricos, todos de escasa magnitud y mínimas consecuencias.

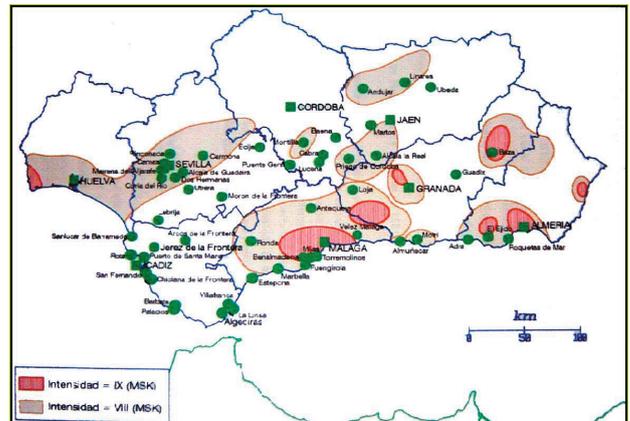


Figura 11.5.: Mapa de las zonas de mayor peligrosidad sísmica en Andalucía. Fuente: Instituto Andaluz de Geofísica y Previsión de Desastres Sísmicos.

El Índice de Probabilidad medio para el municipio es $IP = 1$ y el Índice de Daños, $ID = 1$, por lo que el Índice de Riesgo para los sismos sería:

$$IR = IP \times ID = 1 \times 1 = 1$$

IR sismos = 1

11.1.1.4. RIESGOS GEOLÓGICOS

La peculiar situación del término de San Roque, en el que encontramos valles de ríos de mediana entidad, serranías no muy altas pero con zonas de pendientes importantes y áreas de colinas entre ambos, las probabilidades de ocurrencia de riesgos geológicos propiamente dicho vendrá determinada por la localización (Figura 11.6.)

No debemos olvidar que la actividad humana puede inducir en muchas ocasiones a desencadenar este tipo de riesgos, que dependen en gran medida de las condiciones en las que se edifiquen las construcciones de los terrenos que componen el municipio. La diversidad de esos terrenos y la variedad de suelos que encontramos, hacen más necesarios los estudios previos y la planificación, antes de la ejecución de trabajos de movimientos de tierras, instalación de infraestructuras, etc.



Figura 11.6.: Imágenes de enclaves del término con diferente riesgo geológico. A la izquierda la Sierra Almenara con elevadas pendientes, en el centro el área de Guadalquitón con un modelado más suave y por último el valle del río Guadarranque con superficie llana bordeado de colinas de escasa altura. Fuente: Elaboración propia.

Determinadas zonas del municipio donde se han venido realizando labores de extracción de áridos con grandes movimientos de tierras o en explanaciones inherentes a grandes obras públicas (caso de la CN-340 donde se produjo un deslizamiento de tierras que obligó al corte de la carretera durante un tiempo una vez concluida), si que hay riesgos de deslizamientos de tierras, debido a la inestabilidad provocada sobre el terreno. Las zonas afectadas por canteras pueden provocar el lavado en las zonas no consolidadas provocando el desplazamiento de suelo superficial arenoso y afectando a los núcleos de población cercanos y sus infraestructuras (caso de la cantera de La Pólvora y Taraguilla).

Teniendo en cuenta las características relacionadas con la mecánica de los suelos y con su comportamiento al verse alteradas por la actividad humana y atendiendo al Mapa Geotécnico General (IGME, 1975), en el término municipal de San Roque se pueden diferenciar tres zonas en función de sus características geotécnicas:

- a) Terrenos con condiciones constructivas favorables
 - b) Terrenos con condiciones constructivas aceptables
 - c) Terrenos con condiciones constructivas desfavorables
- a) Terrenos con condiciones constructivas favorables

Ocupan la mayor parte de los terrenos de los valles fluviales del término municipal. Estos terrenos se caracterizan por una morfología plana,

con pendientes reducidas que tan sólo adquieren mayor importancia en zonas escarpadas. Su litología se compone básicamente de arenas, margas y limos. Las zonas atarazadas son pobres en materiales finos. La permeabilidad por porosidad intergranular es muy buena con niveles freáticos altos.

Los terrenos presentan una buena estabilidad con capacidad de carga de magnitud media. A pesar de esto, pueden existir problemas de tipo litológico, hidrológico y geotécnico. La fracción fina de la litología, cuando se ubica en la capa superior puede dar lugar a problemas de tipo litológicos, aunque son escasos y fácilmente solventables. El nivel freático alto puede plantar problemas y molestias en la ejecución de los trabajos.

La variedad de la granulometría de sus materiales y su disposición lenticular en zonas con mayor pendiente y presencia de agua pueden dar lugar a cierta inestabilidad y limitar la capacidad de carga.

b) Terrenos con condiciones constructivas aceptables

Esta zona se corresponde con la superficie ocupada por las zonas alomadas del interior. La morfología de estos terrenos es muy similar a la de los terrenos con condiciones constructivas favorables, con una morfología ondulada y de pendientes baja o media, en torno al 3-5%.

Se caracterizan por una buena estabilidad. El principal problema es la cercanía del nivel freático de la superficie en determinadas zonas cercanas a los valles de arroyos, incrementado a su vez por sus reducidas pendientes en esas áreas. Así mismo, en estos terrenos se pueden dar problemas de tipo litológico, hidrológico y geotécnico. Desde el punto de vista geotécnico pueden presentarse asentamientos diferenciales debido a la alternancia de materiales.

c) Terrenos con condiciones constructivas desfavorables

Este tipo de terrenos se encuentran medianamente representados en el municipio. Han sido identificados en la zona correspondiente al aluvial de los ríos más importantes (Guadarranque y Guadiaro) y algunos arroyos (Madre Vieja y Cagancha) donde la predominancia de margas y materiales aluviales supone un riesgo por la inestabilidad de los mismos. Las principales causas por las que los terrenos se consideran desfavorables para la construcción son que posee un considerable drenaje superficial y están sometidos a riesgo de inundación.

También las áreas de serranías (Arca, Almenara, Carbonera) con pendientes mayores al 6% pueden ser zonas de inestabilidad de ladera que pueden generar problemas constructivos en función de los movimientos de tierras, tipología de los materiales, capacidad de drenaje etc... Además la naturaleza arenosa del terreno supone un riesgo añadido en el movimiento de tierras.

El Índice de Probabilidad medio para el municipio es $IP = 1$ y el Índice de Daños, $ID = 4$, por lo que el Índice de Riesgo para los riesgos geológicos sería:

$$IR = IP \times ID = 1 \times 4 = 4$$

$$IR \text{ riesgo geológico} = 4$$

11.1.1.5. RIESGOS METEOROLÓGICOS O CLIMÁTICOS

11.1.1.5.1. RIESGO DE SEQUÍA

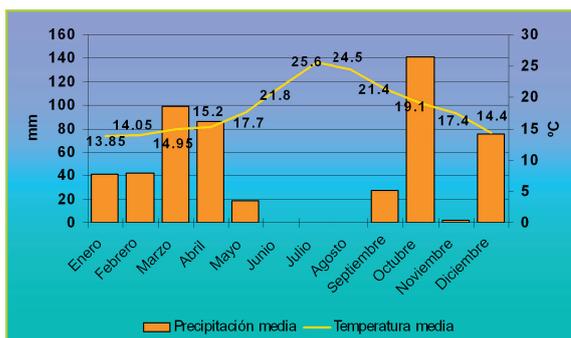
La situación geográfica del término de San Roque, en el extremo meridional de la Península Ibérica, con un relieve accidentado cerca de la costa y entre dos grandes masas de agua, el Océano Atlántico y el Mar Mediterráneo, que originan corrientes de gran importancia, van a ser los principales factores que condicionan su climatología.

Esto implica que el clima reinante es el mediterráneo templado, con matices subtropicales en determinados enclaves del Campo de Gibraltar. Las características de este clima hacen que en la

época estival, el factor de la elevada temperatura media unido a la escasez de las precipitaciones provoque un periodo de sequía de recurrencia anual. Todo ello es debido a la influencia del Anticiclón de las Azores que suele instalarse en estas latitudes y afecta a toda la Península Ibérica.

Por lo general la llegada del otoño viene acompañada de frentes húmedos provenientes del Océano Atlántico que descargan lluvias en la comarca, y vienen a compensar la escasez de precipitaciones estival, comenzando la época de lluvias en septiembre-octubre (Gráfica 11.1.).

Sin embargo en determinadas ocasiones la circulación de vientos en altura en el Hemisferio Norte se ve alterada, provocando que el Anticiclón de las Azores permanezca en nuestras latitudes durante más tiempo. Ello conlleva una prolongación de la sequía estival al resto del año que puede ser muy duradera. Las consecuencias pueden ser graves ya que los recursos hídricos comienzan a escasear y de prolongarse la situación se pueden ver afectados no sólo las reservas de agua de los embalses, sino también los acuíferos. La necesidad de obtener recursos hídricos conlleva el aumento de las extracciones del subsuelo y en determinadas ocasiones el nivel freático ha descendido notablemente.



Gráfica 11.1.: Diagrama Ombrotérmico de San Roque elaborado según datos de los valores medios de las dos estaciones meteorológicas del municipio. Fuente: Elaboración propia.

Particularmente se ven afectados los acuíferos aluviales del Guadiaro-Hozgarganta de donde se realizan tomas a través de pozos de emergencia, y el acuífero Plioceno del Guadarranque-Palmones. Especialmente intensas fueron las sequías de 1993-1995 que obligó a tomar medidas excepcionales debidas a la escasez de lluvias durante ese periodo.

Los mayores daños se producirían en los cultivos regables y en los campos de golf existentes en el término (90 hoyos), siendo muy cuantiosas las pérdidas económicas si la sequía fuese persistente.

El Índice de Probabilidad medio para el municipio es $IP = 1$ y el Índice de Daños, $ID = 3$, por lo que el Índice de Riesgo para la sequía sería:

$$IR = IP \times ID = 1 \times 3 = 3$$

IR sequía = 3

11.1.1.5.2. RIESGO DE FUERTES PRECIPITACIONES

Las precipitaciones medias anuales se encuentran entre los 700-1000 mm, esto se debe a la elevación de los frentes nubosos que proceden del Atlántico por las laderas de las cordilleras litorales. Esto provoca un alto nivel de pluviosidad y la aparición de nieblas importantes en las zonas altas, sobre todo en los meses húmedos.

La media anual de días de lluvia es de 76, lo que nos da una idea del volumen de agua que se descarga en esos días: las lluvias torrenciales son habituales en la comarca y el volumen medio recogido por día de lluvia es de 11,1 mm, llegando a los 55 mm/hora con una frecuencia bianual. La época de otoño y el comienzo de la primavera es cuando las precipitaciones son más intensas, habiéndose recogido máximos de 450 mm. en un mes.

Todo ello implica la necesidad de prever las redes de evacuación de aguas pluviales con un diámetro suficiente para evitar su colapso o rotura en caso

de una gran tromba de agua.

11.1.1.5.3. RIESGO DE HELADAS

La bondad del clima de San Roque hace que no se registren heladas por norma general en el territorio. De hecho es difícil que la temperatura descienda por debajo de los 8°C, lo que explica el punto anterior.

11.1.1.5.4. RIESGO DE NIEBLAS O ROCÍO

Las especiales condiciones geográficas y climáticas de San Roque hacen que la evapotranspiración potencial sea elevada en determinadas épocas del año y aumente hacia el interior del término.

Si a ello le unimos la humedad ambiental reinante (cerca al 80% de media en la zona costera de Sotogrande) debida a la influencia de las masas de agua que rodean por el sur y el este el término municipal, encontramos unas condiciones apropiadas para la formación de nieblas, sobre todo en las noches de invierno en que las temperaturas bajan por la acción de los vientos del N-NW. La escasez de estos vientos unida a la acción de la radiación solar a medida que avanza el día hace que las nieblas generadas por este método sean poco persistentes y tengan una ocurrencia baja a lo largo del año.

Sin embargo otro tipo de nieblas pueden generarse como consecuencia de los vientos de Levante, que cargados de humedad llegan a las costas orientales y se quedan estancados en las sierras litorales. Al ascender por las laderas, el aire se condensa por la bajada de temperatura y aparecen nieblas de cumbres que no son raras en Sierra Carbonera, Sierra del Arca y Almenara. Por su cercanía a diversas vías de comunicación deben ser tenidas en cuenta y tomar precauciones ya que pueden ser persistentes durante incluso varios días, en función de la duración del régimen de viento de Levante.

Por último en determinadas ocasiones, las aguas de la Bahía generan nieblas por condensación de la capa superficial que afectan a los enclaves

urbanos costeros y a las vías de comunicación en tierra. Así mismo, la navegación se ve afectada y dificulta el tráfico marítimo en el interior de la Bahía y las aguas del Estrecho. Recientemente se han producido colisiones de buques en las aguas confinadas, debido a la mala visibilidad reinante por la niebla.

11.1.1.5.5. RIESGO POR FUERTES VIENTOS

En San Roque, al igual que en todo el litoral campo gibraltareño, el viento es frecuente siendo casi nulos los días de calma al año. El 87 % de los días del año los vientos dominantes son Levantes (Este y Sudeste) y Ponientes (Oeste y Suroeste).

- **LEVANTE:** Es el más frecuente, sobre todo en la estación estival, donde el Anticiclón de las Azores sobre la península y las bajas presiones formadas en Argelia provocan la llegada de vientos cálidos y sofocantes. Llegan a alcanzar ráfagas cercanas a los 200 Km/h, causando en estos casos daños en el litoral por el oleaje provocado y sobre los árboles de la zona que caen por la fuerza del viento.

El tráfico rodado se puede ver afectado, sobre todo en los puertos que atraviesan las sierras y dan acceso a la zona del frente mediterráneo, ya que en las zonas elevadas los vientos se aceleran sobremanera.

- **PONIENTE:** Es húmedo y fresco suele venir acompañado de masas nubosas que producen precipitación al contactar con las cordilleras del litoral campogibraltareño. Su velocidad es algo inferior a la del levante, alcanzando velocidades de 70-85 Km/h.

En este caso la zona más afectada se localiza en el entorno de la Bahía, quedando más protegidas

las zonas bajas del área mediterránea. No se debe descuidar en ningún caso la conducción por carreteras que atraviesen zonas elevadas o se sitúen en valles encajonados (Guadalquítón, Guadiaro).

El Índice de Probabilidad medio para el municipio es $IP = 2$ y el Índice de Daños, $ID = 2$, por lo que el Índice de Riesgo para los vientos sería:

$$IR = IP \times ID = 2 \times 2 = 4$$

IR vientos = 4

11.1.1.6. RIESGO DE INCENDIOS FORESTALES

La superficie del término municipal de San Roque es de 146,24 Km², de los cuales unos 106,8 Km² son de zonas forestales (aproximadamente el 73% del territorio; datos de 1995). La cifra tan importante de zonas arboladas junto a las características climáticas y orográficas del territorio, hacen que el problema de los incendios forestales sea de gran magnitud en este municipio.

PLAN INFOCA EN LA COMARCA

La Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, a través del Plan INFOCA es la encargada de velar por la seguridad en las masas forestales de toda Andalucía y evitar los incendios.

El Centro Operativo Provincial de Cádiz tiene su sede en Cádiz capital y coordina los distintos Centros Operativos y Centros de Defensa Forestal de la provincia. El Campo de Gibraltar posee un Centro de Defensa Forestal (CEDEFO) localizado en Los Barrios, en la antigua carretera de Algeciras a Los Barrios, km. 1, en el descansadero de Matavacas.

El dispositivo está formado por 2 operadores de consola, 10 grupos de especialistas, 2 grupos de apoyo, 5 torres/casetas de vigilancia, 3 vehículos contra incendios (autobombas Pegaso de 3.500 litros de capacidad cada una) y un vehículo de

patrullaje con una cuba de 600 litros.



Figura 11.7: Alcornoques quemados en la Sierra Chullera en la década de los 90, cerca de la urbanización de San Diego. Las zonas quemadas pueden llegar a tardar hasta 50 años en regenerarse. Fuente: Elaboración propia.

Según el dispositivo provincial, San Roque está considerado como municipio de peligro, debido al alto número de incendios que se producen en las distintas zonas forestales. De hecho, es el municipio de la provincia donde se dan más incendios forestales, muy por encima de cualquier otro. En la Sierra del Arca hay una Torre de Vigilancia y un vehículo contra incendios permanentes durante la duración del Plan INFOCA (de Abril a Octubre incluidos).

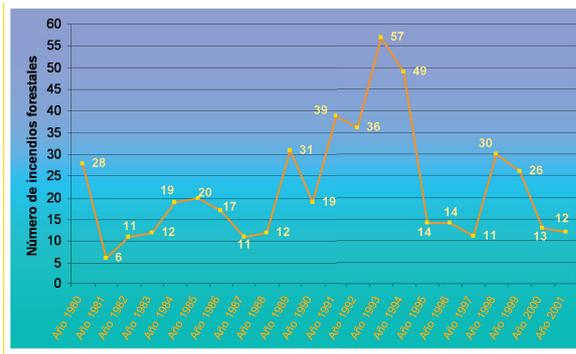
REGISTROS HISTÓRICOS

Los registros de incendios en el término municipal se recogen en la Gráfica 11.2. desde 1980 hasta el año 2001. Los datos de los últimos años no han sido incluidos por no haber conseguido los últimos planes del INFOCA.

El análisis de la gráfica permite observar diferencias notables en el número de incendios entre periodos a lo largo de los años. Es característico que en las épocas en las que ha habido escasez de agua o se han producido sequías (mitad de los años 80 y principios de los 90), el número de incendios

BLOQUE 3: INDICADORES AMBIENTALES. LEVANTAMIENTO DE INFORMACION PARA CONTROL, MEDICIÓN Y EVALUACIÓN

ha sido mucho mayor que en las épocas en las que los años hidrológicos fueron de lluvias más abundantes (1990 y a partir de 1999 fueron de abundantes lluvias).



Gráfica 11.2.: Evolución del número de incendios forestales en el término municipal de San Roque entre los años 1980 y 2001. Fuente: INFOCA.

La baja humedad ambiental y las altas temperaturas, unidas a los vientos de Levante reinantes en las épocas de altas presiones hacen que las probabilidades de originar un incendio sean mucho mayores. En las épocas en que las lluvias son abundantes, la humedad ambiental es más alta y los vientos más húmedos, por lo que no son tan probables los focos de incendios al estar la vegetación más húmeda.

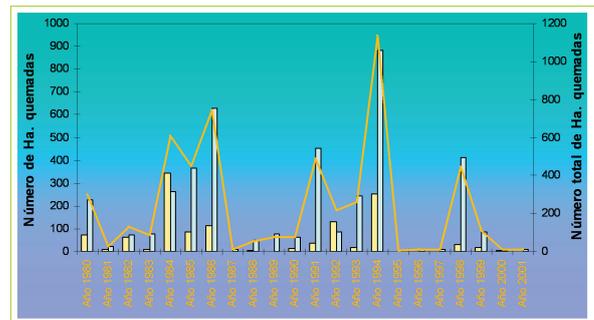
Sin embargo en determinadas ocasiones una primavera lluviosa puede dar paso a un verano muy seco, que marchita especialmente las plantas herbáceas que han surgido con fuerza en la estación anterior. Así se forma una cubierta de material vegetal que es altamente inflamable en las condiciones descritas anteriormente.

En total se han registrado 487 incendios en los 23 últimos años, que han tenido distinta magnitud y han afectado a áreas arboladas o con vegetación de matorral, como se puede comprobar en la Gráfica 11.3.

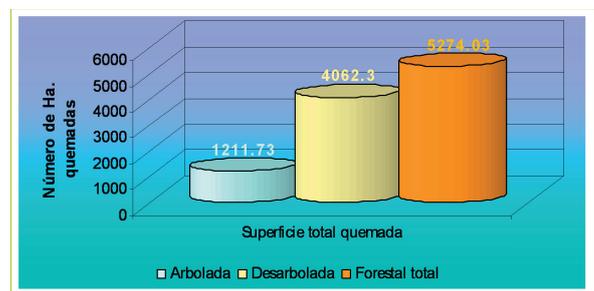
En total han sido arrasadas 5.274 Ha. en los incendios producidos entre esas fechas, con

una mayoría de superficie arrasada de zonas no arboladas (4.062 Ha.) frente a las 1.211 Ha. de áreas arboladas (Gráfica 11.4.). Ello supone una superficie importante del término que ha sufrido los daños de los incendios forestales, además de haberse arrasado áreas con alto valor ecológico y paisajístico.

Las zonas más problemáticas para los incendios forestales en San Roque son las que comprenden fincas de entorno de la Sierra del Arca, Alcaldesa, Guadalquítón y Pinar del Rey por tener mayor área de matorral y zonas arboladas y estar más expuestas a los vientos que en multitud de ocasiones dificultan la tarea de extinción, por los operativos del INFOCA.



Gráfica 11.3.: Registro de Ha. quemadas en San Roque entre 1980 y 2001. Los valores en amarillo corresponden a superficie desarbolada quemada, mientras que los celestes son de zonas con arbolado. La línea representa el total de la superficie quemada para cada año. Fuente: INFOCA.



Gráfica 11.4.: Número de hectáreas quemadas según el tipo de masa forestal y total para el periodo 1980-2001.

conjunto de la vegetación de San Roque, desde 1980 a 2001. Fuente: INFOCA.

El Índice de Probabilidad medio para el municipio es $IP = 1$ y el Índice de Daños, $ID = 3$, por lo que el Índice de Riesgo para los incendios forestales sería:

$$IR = IP \times ID = 3 \times 3 = 9$$

IR incendios forestales = 9

Como podemos comprobar, este es el nivel de riesgo más alto de todos los registrados en San Roque para los riesgos de origen natural, por lo que es un problema de acusada gravedad y que necesita ser atajado con urgencia.

11.2. RIESGOS TECNOLÓGICOS

11.2.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO

11.2.2. CONCEPTO, ALCANCE Y TIPOLOGÍA

El progresivo incremento de la actividad industrial en el término municipal de San Roque desde la década de los años 60 del pasado siglo, en cualquiera de sus facetas, ya sea productivo o de suministro, ha introducido un riesgo inherente, con el determinante de sus emplazamientos y destacando la necesidad de considerar criterios de ordenación territorial.

La gran diversidad de estas actividades industriales hace difícil el establecer unos criterios genéricos de peligrosidad, pero es indudable que aquellas que tratan con preparados y sustancias químicas de naturaleza peligrosa en sí mismas, nos llevan a darles una consideración especial desde el punto de vista del riesgo.

En este sentido hay que señalar que existe una gran diversidad de sustancias implicadas, sobre todo entorno a los sectores relacionados con la actividad de refinado de petróleo, petroquímica, química, agroalimentaria, energéticos y los de manufactura y transformación de metal, madera

o papel.

Las citadas actividades industriales, llevan aparejadas un volumen de movimiento de sustancias y mercancías que presentan un perfil cualitativo de riesgos semejante al de las industrias generadoras o receptoras y afectando no a zonas claramente delimitadas, sino a amplias rutas de tránsito.

El último aspecto a resaltar dentro de los potencialmente generadores de riesgos tecnológicos está estrechamente relacionado con los temas medio-ambientales, se señalan en este sentido tanto los vertidos de residuos, como los depósitos de seguridad.

11.2.3. RIESGO INCENDIOS URBANOS

Las especiales características territoriales del municipio de San Roque hacen que existan multitud de núcleos de población, como ya se ha mencionado anteriormente. Éste factor unido a los diferentes orígenes de cada uno de ellas, su antigüedad así como su localización hacen que el riesgo de incendios en las poblaciones sea muy diferente.



Figura 11.8.: El casco antiguo de San Roque, por su tipología constructiva, sus estrechas calles y los materiales empleados tiene un mayor riesgo de incendio que las nuevas zonas urbanizadas del municipio. Fuente: Elaboración propia.

En principio las zonas más sensibles para que se produzcan incendios son aquellas en las que las construcciones son más antiguas, ya que entre los materiales constructivos de las viviendas suelen encontrarse las maderas que son fácilmente combustibles y ocupaban una gran proporción del conjunto de la superficie construida. Si además unimos la falta de medidas anti-incendios que muchas veces escasean en las viviendas más antiguas, podemos entender el riesgo existente en ellas. En otras ocasiones es la falta de mantenimiento de las instalaciones o la inexistencia de ellas las que suponen un peligro que muchas veces no es lo suficientemente valorado.

Por ello se podría considerar el casco antiguo de San Roque, y áreas con construcciones tradicionales dentro de Campamento, Puente Mayorga, Estación y Guadiaro como las zonas donde los incendios urbanos tendrían más posibilidad de originarse. Edificios de varias plantas con vigas, puertas, ventanas y contraventanas de madera hacen que las posibilidades aumenten frente a las edificaciones de nueva planta. Si a ello le unimos la dificultad de acceso que existe en las estrechas casas del casco antiguo, podemos entender el peligro que se correría en caso de producirse un incendio en este casco declarado conjunto Histórico Artístico.

En cualquier caso afortunadamente en los últimos 15 años no se han producido incendios de consideración en los cascos urbanos del municipio.

El Índice de Probabilidad medio para el municipio es $IP = 2$ y el Índice de Daños, $ID = 4$, por lo que el Índice de Riesgo para los incendios urbanos sería:

$$IR = IP \times ID = 2 \times 4 = 8$$

IR incendios urbanos = 8

11.2.4. RIESGO EXPLOSIÓN E INCENDIOS INDUSTRIALES

Entre los mayores riesgos existentes en la actividad industrial se encuentran los de explosiones en aquellas industrias que utilicen materiales inflamables en los procesos o como resultado de la actividad industrial, como residuos industriales inflamables (en cuyo caso serían considerados dentro de los R.T.P., Residuos Tóxicos y Peligrosos).

La localización de los polígonos industriales de Guadarranque, La Pólvora, El Cañuelo e Incosur en el municipio, hacen que las posibilidades de que se produzcan explosiones por la actividad de las industrias sean muy elevadas. Es destacable el riesgo existente en aquellas industrias de refinado de petróleo (Refinería), que tratan con productos químicos de síntesis (Interquisa y Vordian) o generadores de electricidad (Getesa, Gega) ya que en los procesos no sólo se manejan este tipo de sustancias sino que se consume o genera mucha energía en forma de electricidad, con lo que las probabilidades de explosión en caso que alguna de las instalaciones tengan algún problema son muy elevadas.



BLOQUE 3: INDICADORES AMBIENTALES. LEVANTAMIENTO DE INFORMACION PARA CONTROL, MEDICIÓN Y EVALUACIÓN



Figura 11.9.: Los polígonos industriales son potencialmente peligrosos por el riesgo de explosiones e incendios industriales. En la imagen la Central de Generación de Energía y la Refinería Gibraltar en el Polígono Guadarranque. Fuente: Elaboración propia.

Por esas mismas razones, las empresas cuentan con sofisticados sistemas de seguridad, medios de previsión, control y con equipos de extinción de incendios. Existen grupos de bomberos de la propia Refinería Gibraltar y en el vecino parque de bomberos de Guadarranque hay otra unidad comarcal que puede servir de apoyo en las situaciones que así se requieran.

Otras empresas de menor entidad y localizadas en otros polígonos también pueden ser foco de incendios y/o explosiones en función de los materiales que manejen. Todas aquellas actividades industriales que manejen productos inflamables (disolventes, acetonas, lubricantes) o almacenen sustancias peligrosas o inflamables pueden ser objeto de explosión o incendios por lo que deben cumplir con la normativa vigente en seguridad industrial y laboral.

Por último mencionar el riesgo de explosión existente en las estaciones de servicio de combustibles situadas entre San Enrique y Guadiaro y entre San Roque y Campamento, ya que en el primer caso la cercanía a los núcleos de población puede provocar problemas y en el segundo se colapsaría la entrada a refinería y afectaría a la N-351.

Así se puede calcular el Índice de Probabilidad medio de Incendios Industriales para el municipio es $IP = 2$ y el Índice de Daños, $ID = 4$, por lo que el Índice de Riesgo para los Incendios Industriales sería:

$$IR = IP \times ID = 2 \times 4 = 8$$

IR incendios industriales = 8

En el caso del Riesgo de Explosiones, el Índice de Probabilidad medio para el municipio es $IP = 3$ y el Índice de Daños, $ID = 3$, por lo que el Índice de Riesgo para las explosiones sería:

$$IR = IP \times ID = 3 \times 3 = 9$$

IR explosiones = 9

11.2.5. RIESGO CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Entre las distintas actividades que pueden ocasionar la contaminación atmosférica se encuentran las actividades industriales y energéticas, por una parte y la circulación de vehículos, actividades relacionadas con la extracción y procesado de áridos por otra.

Teniendo en cuenta las circunstancias de San Roque, la circulación de vehículos, a pesar de que tienen su relativa importancia en el conjunto de las emisiones a la atmósfera, supone una ínfima parte de las emisiones que se producen en comparación con las ingentes cantidades de contaminantes emitidos por las grandes industrias de cabecera (Figura 11.10).

Uno de los problemas que se vienen produciendo en los últimos tiempos son los malos olores que se producen en el entorno de Puente Mayorga, Guadarranque y Campamento procedentes de las industrias. Al no estar recogida en el reglamento de Calidad de Aire, se requieren soluciones alternativas que por el momento están siendo estudiadas por las empresas de la zona.

En el epígrafe relativo a la Contaminación Atmosférica se analizó la magnitud del problema en el municipio y en el Campo de Gibraltar en general, provocada por las emisiones de las industrias, por lo que no vamos a profundizar en la cuestión. Tan sólo añadir que las instalaciones industriales son las responsables del 90% de las emisiones de dióxido de azufre y del 37% de las emisiones de óxidos de nitrógeno en Andalucía (Fuente: Diagnóstico Ambiental de las ciudades andaluzas de más de 30.000 habitantes. Consejería de Medio Ambiente, 2002).



Figura 11.10.: Emisiones a la atmósfera en las industrias del Polígono Industrial Guadarranque. Los niveles de emisión son muy importantes debido a la intensa actividad industrial de la zona. Fuente: Elaboración propia.

Otra fuente de contaminantes importante lo constituyen las canteras, explotaciones de áridos e industrias de transformación de materiales de construcción y cementos. Al encontrarse dispersas en los distintos polígonos de La Pólvora, Guadarranque e Incosur, la concentración no es muy importante pero el volumen vertido a la atmósfera sí que lo es, por lo que en determinadas circunstancias en las que la circulación de vientos no sea la adecuada, se puede producir un incremento de la concentración de partículas en el aire.

El Índice de Probabilidad medio para el municipio es $IP = 4$ y el Índice de Daños, $ID = 2$, por lo que el Índice de Riesgo para la contaminación atmosférica sería:

$$IR = IP \times ID = 4 \times 2 = 8$$

IR contaminación atmosférica = 8

11.2.6. RIESGOS CONTAMINACIÓN MARÍTIMA

Las diferentes causas de contaminación del medio marino son debidas a los vertidos incontrolados producidos por industrias, buques y vertidos

urbanos.

Los vertidos urbanos por lo general están canalizados al sistema de saneamiento de forma que antes de ser vertidos al cauce público o al mar son tratados en las estaciones depuradoras de aguas residuales. Pero en los casos en que las aguas residuales son directamente vertidas a cauces o llegan a ellos por infiltración en el terreno, típicamente en las zonas urbanizadas ilegalmente y sin red de saneamiento que vierten a fosas sépticas o pozos ciegos, no son depuradas con el consiguiente riesgo de contaminación de las aguas del cauce donde van a parar.

Las industrias tienen unas cuotas de vertido al dominio público hidráulico o directamente a las aguas confinadas de la Bahía si las cantidades que vierten son muy elevadas (caso de las industrias del Polígono Guadarranque), siempre después de haber pasado por procesos de depuración específicos para que las aguas vertidas se sitúen dentro de los parámetros exigidos por la legislación ambiental. Aún así en determinadas ocasiones o industrias específicas pueden sobrepasar las cuotas establecidas y/o las concentraciones previstas, con lo que se enfrentarían a una sanción administrativa de persistir en el incumplimiento de la normativa.

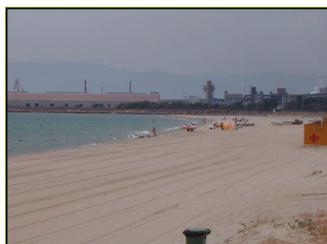


Figura 11.11.: Las playas del arco de la Bahía de Algeciras son las que mayores probabilidades de contaminación tienen por vertidos de hidrocarburos provenientes de buques. En la imagen Campamento (izquierda) y Guadarranque (derecha). Fuente: Elaboración propia.

El caso de la contaminación marina producida por buques es especialmente preocupante en el entorno de la Bahía y la zona sur del frente mediterráneo ya que el tráfico continuo de cargueros y otros navíos provoca vertidos directos al mar. La mayoría de ellos son derivados de hidrocarburos provenientes de la limpieza de las sentinas, de derrames accidentales en tareas de llenado de tanques o en las labores de descarga de petróleo.

Son especialmente preocupantes por los daños ecológicos que producen, por los altos costes de limpieza de los lugares donde quedan depositados (Figura 11.11.) y los problemas de salud que pueden provocar al ser tóxicos.

El Índice de Probabilidad medio para el municipio es $IP = 3$ y el Índice de Daños, $ID = 3$, por lo que el Índice de Riesgo para la contaminación marina sería:

$$IR = IP \times ID = 3 \times 3 = 9$$

IR contaminación marina = 9

11.2.7. RIESGO ROTURA PRESAS

Las infraestructuras hidráulicas para regulación de los cauces o almacenamiento de agua están presentes tanto dentro como fuera del municipio. En éste último caso, afectan aunque estén en el exterior de los límites municipales, ya que los cauces atraviesan el mismo.

El embalse más importante que podría causar daños en caso de rotura es el que se encuentra aguas arriba del río Guadarranque, y que tiene capacidad para embalsar 100 Hm^3 . Este embalse tiene prevista una ampliación de su presa por lo que aumentaría su capacidad, así como su

conexión con el embalse del Charco Redondo para regular más eficazmente los recursos de las cuencas vertientes a la Bahía de Algeciras.

Por su localización y teniendo en cuenta el recorrido del río, su rotura afectaría a los núcleos de Estación, Tarraguilla y Guadarranque así como al Polígono Industrial de Guadarranque. Además se verían afectadas todas las instalaciones de regadíos del valle del río así como la vía férrea y las instalaciones aledañas.



Figura 11.11.: Embalse de la Presilla, de capacidad media de regulación pero importante en su función para los regadíos de la cuenca del río Guadarranque y evitar inundaciones en el cauce bajo de este río. Fuente: Elaboración propia.

Existen otras pequeñas presas (Figura 11.11.) localizadas en zonas cercanas a núcleos de población que podrían verse afectadas en caso de rotura. De mayor a menor importancia en cuanto a su capacidad de regulación y de los daños que podrían ocasionar, encontramos la presa del Camping La Casita, la presa del Club de Golf La Cañada y la presa del Arroyo Las Canteras.

En cualquier caso la probabilidad de rotura es baja, ya que por su situación geográfica y el sustrato geológico, los seísmos son de escasa magnitud y las construcciones cada vez tienen mayores controles geotécnicos y de riesgos para evitar

accidentes.

El Índice de Probabilidad medio para el municipio es $IP = 1$ y el Índice de Daños, $ID = 4$, por lo que el Índice de Riesgo para la rotura de presas sería:

$$IR = IP \times ID = 1 \times 4 = 4$$

IR rotura de presas = 4

11.2.8. RIESGO ACCIDENTES

11.2.8.1. RIESGO ACCIDENTES MARÍTIMOS

La situación privilegiada de la Bahía de Algeciras en el Mar Mediterráneo y sus especiales características geográficas, le proporcionan una alta capacidad para acoger el tráfico marítimo que entra o sale por el Estrecho de Gibraltar.

Las aguas territoriales del municipio de San Roque, desde el frente mediterráneo hasta el interior de la Bahía, albergan un elevado movimiento de buques, ya sean de recreo (Puerto Deportivo de Sotogrande) o de transporte de mercancías (Puerto de Crinavis en Campamento y Muelle de atraque de CEPSA, Figura 11.12.).



Figura 11.12.: Muelle de atraque de CEPSA, cerca de Guadarranque y Puente Mayorga, para descarga de crudo de petróleo, donde se produjo un accidente en 1.985. Fuente: Elaboración

propia.

A pesar de las importantes y cada vez mayores medidas de seguridad en el tráfico marítimo, los accidentes no son raros en la Bahía de Algeciras, debido fundamentalmente al elevado tráfico que se registra en la entrada al puerto de Algeciras, al de Gibraltar y en las esperas para acceder a los mismos. Si además unimos las condiciones meteorológicas que en ocasiones son adversas por fuertes vientos o visibilidad reducida por nieblas, tendremos la explicación del riesgo de accidentes en este entorno.

Para la navegación de recreo, los principales problemas de navegación vienen ocasionados por los temporales que azotan el Estrecho de Gibraltar, sobre todo con vientos de Levante y que han originado naufragios de pequeñas embarcaciones. En general no se producen grandes tragedias pero son factores a tener en cuenta según la época del año y las previsiones meteorológicas.

El Índice de Probabilidad medio para el municipio es $IP = 1$ y el Índice de Daños, $ID = 4$, por lo que el Índice de Riesgo para los accidentes marítimos sería:

$$IR = IP \times ID = 1 \times 4 = 4$$

IR accidentes marítimos = 4

11.2.8.2. RIESGO ACCIDENTES POR FERROCARRIL

La única vía férrea que discurre por el municipio divide en dos partes al núcleo de Estación de San Roque longitudinalmente, provocando que existan multitud de pasos al mismo nivel con barreras para permitir el acceso de los peatones y vehículos a ambos lados de la población. Estas barreras se cruzan habitualmente por los habitantes de Estación con bastante discriminación por lo que se pone en peligro la vida de los peatones y vehículos que lo hacen.



Figura 11.13.: Paso a nivel con barreras en Estación de San Roque, antes de la llegada al apeadero. Fuente: Elaboración propia.

Los registros de accidentes son abundantes y si bien es cierto que la velocidad de circulación de los trenes es baja, ya que el tramo que atraviesa la Estación es de parada obligada en el apeadero o en la zona logística al norte del mismo, la actitud desafiante y poco prudente de los habitantes hace que el riesgo sea mucho mayor del deseable.

Ya que las perspectivas no parecen aportar variantes al trazado actual ni la construcción de pasos a distinto nivel para evitar tanto los accidentes como las retenciones de tráfico que origina la travesía del tren, el riesgo de accidentes sigue siendo alto.

La baja velocidad de circulación de los trenes y los sistemas de seguridad existentes en el tráfico ferroviario, hacen que las probabilidades de accidente por colisión de trenes o descarrilamiento sea menor que el de atropellos o colisiones con vehículos.

El Índice de Probabilidad medio para el municipio es $IP = 1$ y el Índice de Daños, $ID = 4$, por lo que el Índice de Riesgo para los accidentes de ferrocarril sería:

$$IR = IP \times ID = 1 \times 4 = 4$$

IR accidentes ferrocarril = 4

11.2.8.3. RIESGO ACCIDENTES DE CARRETERA



Figura 11.14.: Cruce entre la CAP-5121 y la CAP-2324 donde una señalización apropiada ayuda a evitar accidentes. Fuente: Elaboración propia.

En el apartado de Tráfico, movilidad y transporte ha sido tratado el problema de los accidentes de circulación en el municipio, por lo que en este epígrafe haremos un repaso a las zonas más conflictivas y el riesgo de accidente existente en cada una de ellas (Figura 11.14).

La carretera más peligrosa del término es sin duda la E-7, antigua CN-340, ya que en ella se concentran la mayoría de los accidentes. De hecho los datos de accidentes con víctimas mortales y sin víctimas son mucho mayores en el tramo de autovía de San Roque que en las demás del término.

Las causas son varias, pero apuntamos el exceso de velocidad como la más probable en un alto porcentaje de ellos. También las intersecciones y circunvalaciones son zonas con un mayor riesgo de accidente debido a la intensidad y concentración de tráfico.

La CN-351 también tiene varios puntos conflictivos,

sobre todo en las intersecciones y accesos a núcleos de población ó áreas industriales, así como la A-369 en la travesía de Estación de San Roque y Taraguilla, y sobre todo la A-383, que próximamente será desdoblada con lo que supuestamente bajará la tasa de accidentes.

Según los datos globales recopilados, en los últimos diez años han perdido la vida 56 personas en las carreteras del término municipal, cifra que afortunadamente va disminuyendo año tras año gracias a las continuas mejoras que se realizan en las vías y las campañas de sensibilización.

Con todo ello, podemos considerar que el Índice de Probabilidad medio para el municipio es $IP = 3$ y el Índice de Daños, $ID = 4$, por lo que el Índice de Riesgo para los accidentes de circulación sería:

$$IR = IP \times ID = 3 \times 4 = 12$$

IR accidentes circulación = 12

11.2.9. RIESGO POR CONCENTRACIONES HUMANAS

La peculiar distribución de los núcleos de población de San Roque hace que el riesgo por concentraciones humanas esté disperso por el territorio y dependa en muchos casos de la estacionalidad de los eventos que se produzcan en las distintas pedanías.

Las concentraciones más cotidianas se producen en el entorno del mercadillo de San Roque núcleo (Los Olivillos) y la Plaza de Toros, en las ocasiones en las que hay festejos taurinos. En las zonas de playas de la costa de levante (Torreguadiaro, Sotogrande, playa del Puerto de Sotogrande y Cala San Diego) del término durante los meses de Julio y Agosto también hay un incremento notable de turistas que incrementa el riesgo por concentraciones humanas.

Hay que sumar además las celebraciones que se suceden en esa época, tanto en San Roque núcleo como en siete barriadas donde se festejan verbenas veraniegas. Las actividades musicales

al aire libre suelen concentrar a un número considerable de espectadores que hay que tener en cuenta.

En los campos de golf también se suelen producir aglomeraciones humanas en las concentraciones o eventos, así como en los torneos de Polo. En cualquier caso son de baja intensidad.

Otro factor a tener en cuenta es la Operación Paso del Estrecho que aunque no se desarrolla en su totalidad en el municipio, transitan miles de vehículos con el consiguiente riesgo en caso de accidentes o embotellamientos.

Podemos considerar que el Índice de Probabilidad medio para el municipio es $IP = 3$ y el Índice de Daños, $ID = 1$, por lo que el Índice de Riesgo por concentraciones humanas sería:

$$IR = IP \times ID = 3 \times 1 = 3$$

IR concentraciones humanas = 3

11.3. DIAGNÓSTICO SECTORIAL

11.3.1. EXPLICACIÓN Y COMENTARIOS

Una vez estudiados los riesgos ambientales en el municipio de San Roque, se procede a redactar una serie de conclusiones y comentarios respecto al estudio realizado.

RIESGOS NATURALES

- A modo de resumen, exponemos los Índices de Riesgos de los factores naturales calculados por el equipo de Protección Civil del Ayuntamiento de San Roque en la Tabla 11.2, ordenados de mayor a menor valor de riesgo. Algunos han sido omitidos ya que el riesgo es casi nulo, al existir una probabilidad muy baja de ocurrencia.

Índice de Riesgo	Valor
Incendios forestales	9
Inundaciones	8
Riesgo geológico	4
Vientos	4
Sequía	3
Seísmos	1

Tabla 11.2.: Valores de los Índices de Riesgo estimados para los factores naturales en San Roque. Fuente: Elaboración propia.

- Entre los principales riesgos naturales en San Roque destacan los incendios forestales, las inundaciones y los riesgos derivados de los fuertes vientos.
- De entre todos ellos, el de más importancia es el de incendios forestales en las zonas de Sierra de Arca, Alcaidesa, Guadalquitón y Pinar del Rey por tener mayor área de matorral y zonas arboladas y estar más expuestas a los vientos.
- En los últimos años ha disminuido el número de incendios gracias a los esfuerzos de los efectivos del INFOCA, aunque en conjunto siguen siendo demasiado abundantes y virulentos por la superficie devastada.
- Además la compañía de aguas AC-GISA dispone de una cuba adicional de apoyo a los servicios del INFOCA en caso que sea necesaria utilizarse, y EMADESA de otra, con lo que se incrementaría la capacidad de actuación para emergencias.
- El otro riesgo de importancia son las inundaciones, que de forma recurrente se producen en las zonas bajas de los ríos Guadiaro y Guadarranque y en los Arroyos Madre

BLOQUE 3: INDICADORES AMBIENTALES. LEVANTAMIENTO DE INFORMACION PARA CONTROL, MEDICIÓN Y EVALUACIÓN

- Vieja y Cachón, afectando sobre todo a viviendas y zonas de almacenes.
- Para evitar esas inundaciones se realizan tareas de mantenimiento de los cauces por parte de la Confederación Hidrográfica del Sur y el encauzamiento de algunos tramos bajos, como el Arroyo Cagancha en Puente Mayorga. Además es fundamental impedir la realización de actividades en los núcleos urbanos que impliquen la concurrencia de público, la implantación de servicios públicos, así como la localización de cualquier actuación que pueda dificultar el drenaje de la red hídrica.
 - El previsto recrecimiento de la presa del Guadarranque y la conexión que se pretende realizar entre el río Hozgarganta, la citada presa y el embalse del Charco Redondo permitirán repartir los caudales en función de las necesidades y así regular el volumen de agua en cada cuenca, disminuyendo la probabilidad de inundaciones en los tramos bajos de los cauces afectados.
 - Los fuertes vientos de Levante y Poniente que azotan el municipio en frecuentes ocasiones son un factor difícil de combatir pero relativamente fácil de predecir.
 - Protección Civil y el Instituto Nacional de Meteorología (Ministerio de Medio Ambiente) suelen prevenir de la presencia de viento fuerte en el área del Estrecho de Gibraltar avisando de "Fenómenos Meteorológicos Adversos: fuertes vientos en el área del Estrecho" cuando las previsiones así lo confirman.
 - Las medidas de precaución se deben extremar en los desplazamientos por carreteras, sobre todo en la parte del frente mediterráneo, y en las salidas a la mar, así como asegurar aquellos elementos móviles que puedan resultar dañados por la acción del viento.
 - La existencia de pozas antrópicas, como resultantes de las extracciones de áridos, pueden dar lugar a problemas de encharcamiento sobre todo en áreas situadas en cotas bajas. Las extracciones de áridos y canteras en pendientes o zonas más elevadas pueden originar corrimientos de tierras si se producen lluvias torrenciales, que no son raras en el municipio.
 - Las zonas donde el riesgo geológico es mayor se sitúan en las terrazas aluviales de los ríos, donde el sustrato es inestable por la presencia de margas y materiales aluviales. En las zonas de serranía, donde las pendientes unidas al sustrato inestable hacen que el riesgo de corrimiento de tierras sea mayor en los trabajos de adecuación de terrenos, explanación, etc...
 - La diversidad de esos terrenos y la variedad de suelos que encontramos, hacen más necesarios los estudios previos y la planificación, antes de la ejecución de trabajos de movimientos de tierras, instalación de infraestructuras, etc.
 - Otros meteoros que pueden causar daños a los habitantes del municipio son las nieblas, que disminuyen la visibilidad en determinadas zonas del área mediterránea, y las precipitaciones que pueden llegar a ser

BLOQUE 3: INDICADORES AMBIENTALES. LEVANTAMIENTO DE INFORMACION PARA CONTROL, MEDICIÓN Y EVALUACIÓN

torrenciales en otoño y primavera, dificultando los desplazamientos por carretera.

- La sequía estival es recurrente año tras año, típica del clima mediterráneo, y tan sólo supone un problema en los periodos en los que se prolonga más allá del verano e incluso durante meses o años. Las instalaciones de riego de campos de golf y de agricultura de regadío son las más afectadas en estos casos.
- Las medidas más eficaces para combatir este problema pasan por una adecuada gestión del recurso desde su origen hasta el consumidor. Ello implica una revisión continua de la red de abastecimiento para evitar fugas (que pueden llegar a constituir hasta el 30% de las pérdidas), una política de renovación de los regadíos a sistemas más eficientes y de bajo consumo de agua, la limitación de las superficies que deben ser regadas por inundación, fomento del riego con agua 100% reciclada de los campos de golf, etc.
- Los seísmos, heladas y rocío son meteoros con bajo riesgo en San Roque debido a la baja probabilidad de ocurrencia.

RIESGOS TECNOLÓGICOS

- La progresiva implantación del modelo tecnológico ha permitido mejorar la calidad de vida de los sanroqueños, pero también ha provocado la aparición de riesgos por esta causa. A continuación ofrecemos un resumen de los Índices de Riesgos analizados, de mayor a menor importancia (Tabla 11.3.).

Índice de Riesgo	Valor
Accidentes circulación	12
Explosiones	9
Contaminación marina	9
Incendios industriales	8
Incendios urbanos	8
Contaminación atmosférica	8
Rotura de presas	4
Accidentes marítimos	4
Accidentes ferrocarril	4
Concentraciones humanas	3

Tabla 11.3.: Valores de los Índices de Riesgo estimados para los factores tecnológicos en San Roque. Fuente: Elaboración propia.

- Los principales riesgos tecnológicos en San Roque son los accidentes de circulación, el riesgo de explosiones industriales, la contaminación marina, los incendios industriales y urbanos y la contaminación atmosférica.
- La autovía E-7, y las carreteras A-383, la CN-351 y la A-369 son las más conflictivas para el tráfico, ya sea por las retenciones o el riesgo de accidente, y en especial las intersecciones con otras vías de acceso a esas principales.
- En los últimos años ha disminuido el número de accidentes, en parte por las mejoras en las vías de comunicación y en parte por las campañas de sensibilización a conductores.
- El elevado número de industrias que maneja sustancias peligrosas y/o inflamables, además de los procesos productivos generadores de energía, aumentan enormemente la posibilidad de explosiones en los polígonos industriales.

BLOQUE 3: INDICADORES AMBIENTALES. LEVANTAMIENTO DE INFORMACION PARA CONTROL, MEDICIÓN Y EVALUACIÓN

- Las grandes empresas industriales tienen sistemas de control, prevención de explosiones así como servicios de extinción de incendios que disminuyen el riesgo de los mismos. Los núcleos de población cercanos a los polígonos industriales (Taraguilla, Guadarranque, Puente Mayorga, Campamento y San Enrique) serían los más afectados en caso de ocurrir un accidente grave de este tipo.
- El elevado tráfico marítimo en la Bahía y el litoral mediterráneo así como las tareas de carga y descarga de fuel y petróleo que se llevan a cabo en las instalaciones portuarias, aumentan las probabilidades de vertidos al mar y la contaminación marina producida por buques.
- Las grandes industrias y los vertidos urbanos incontrolados al medio marino son las otras fuentes de contaminación marina.
- La tipología constructiva en los cascos antiguos y zonas de viviendas tradicionales elevan la posibilidad de que se originen incendios. Así las zonas más sensibles serían el casco antiguo de San Roque, Campamento, Puente Mayorga, Estación y Guadiaro.
- Afortunadamente las sensibilización respecto a medidas de seguridad y construcción han aumentado y en los últimos años no ha habido incendios urbanos destacables en el municipio.
- Las principales fuentes de contaminación atmosférica son la circulación de vehículos, las actividades relacionadas con la extracción y procesado de áridos, y las actividades industriales y energéticas.
- En San Roque el riesgo de contaminación atmosférica es elevado debido al gran número de vehículos circulantes por sus carreteras, los polígonos industriales dispersos por el municipio, las emisiones industriales a la atmósfera de refinería, centrales térmicas, industrias químicas y la extracción de áridos y fabricación de hormigón.
- Tanto en el interior del término municipal como en las cercanías existen presas o embalses que podrían afectar a núcleos de población en caso de rotura. Estación, Tarraguilla y Guadarranque así como el Polígono Industrial de Guadarranque serían las zonas urbanizadas más afectadas por la rotura de la presa del Guadarranque, la de mayor capacidad de embalse de todas y por tanto la de mayor peligro potencial.
- La Bahía de Algeciras y el litoral mediterráneo tienen un elevado tráfico marítimo durante todo el año a lo que hay que sumarle las condiciones meteorológicas adversas que en determinadas ocasiones se dan en la zona, con el consiguiente aumento del riesgo de accidentes. Sobre todo se producen colisiones por abordaje cuando hay nieblas que dificultan la visibilidad.
- El trazado del ferrocarril que discurre por Estación de San Roque divide en dos la población provocando un riesgo de accidente cuando los pasos a nivel están bajados. El mayor riesgo es para peatones y vehículos que cruzan la vía aún cuando la barrera está bajada. Los sistemas de seguridad existentes, así como

la baja velocidad de circulación de los trenes, hace que el riesgo de colisión o descarrilamiento sea muy bajo en comparación con el que corren los humanos.

- Las mayores concentraciones de personas ocurren en los mercadillos semanales en el entorno de Los Olivillos, la Plaza de Toros cuando hay festejo taurino y en verano en las playas del frente mediterráneo. Otras concentraciones de peatones y público se producen en las fiestas locales de los núcleos de población (siete en verano más la de San Roque núcleo), torneos de Polo y golf. En general el riesgo es bajo ya que suelen ser concentraciones puntuales de baja intensidad.

11.3.2. MATRIZ DAFO

DEBILIDADES

- El elevado riesgo de sufrir un accidente de circulación es el principal riesgo del municipio, con diferencia.
- El elevado número de incendios forestales es un problema sin resolver, y que supone el mayor riesgo natural para el municipio.
- El gran número de instalaciones industriales que manejan sustancias peligrosas supone un alto riesgo de explosiones e incendios en los polígonos industriales.
- La reiterada intención de seguir edificando en zonas de llanuras fluviales, dentro o cerca de terrenos inundables, constituye un riesgo para los

futuros habitantes de esas zonas.

- El elevado tráfico marítimo, los vertidos industriales y urbanos ilegales son las principales causas del alto riesgo existente de contaminación marina.
- Los campos de golf y superficies de cultivos de regadío son los más afectados por las sequías prolongadas, que se repiten cíclicamente en este tipo de clima.

AMENAZAS

- El ritmo de pérdida de masas forestales es muy alto en los últimos decenios, sobre todo en las áreas de interior y el frente mediterráneo.
- Los núcleos urbanos con construcciones tradicionales tienen un mayor riesgo de incendio que las zonas construidas recientemente.
- La alta industrialización del municipio, la extracción de áridos y la circulación de vehículos hacen que se incremente la contaminación atmosférica paulatinamente.
- Las extracciones de áridos en las graveras pueden dar lugar a problemas de encharcamiento por lluvias torrenciales, comunes en la zona de estudio.
- Los fuertes vientos de Levante y Poniente que azotan el municipio en frecuentes ocasiones son un factor difícil de combatir pero relativamente fácil de predecir.

FORTALEZAS

- Preparación del borrador del Plan de Emergencias Municipales como instrumento regulador de las acciones a realizar en caso de emergencia.
- En los últimos años ha disminuido el número de incendios gracias a los esfuerzos de los efectivos del INFOCA, aunque en conjunto siguen siendo demasiado abundantes y virulentos por la superficie devastada.
- Numerosas industrias tienen planes de minimización de residuos y planes de emergencia propios que ayudan a prevenir incendios, explosiones, contaminación atmosférica y marina.
- Para evitar las inundaciones se realizan tareas de mantenimiento y limpieza de los cauces por parte de la Confederación Hidrográfica del Sur y el encauzamiento de tramos bajos de algunos arroyos.
- Puesta en marcha del Plan de Calidad del Campo de Gibraltar que ayudará a tomar decisiones estratégicas para disminuir la contaminación atmosférica, marina y de los suelos del municipio.

OPORTUNIDADES

- La compañía de aguas ACGISA y EMADESA disponen de cubas adicionales de apoyo a los servicios del INFOCA en caso que sea necesario utilizarse.
- Las áreas naturales afectadas por incendios pueden ser reforestadas con árboles procedentes de los viveros existentes en el municipio.
- El previsto recrecimiento de la presa del Guadarranque y la conexión que se pretende realizar entre el río Hozgarganta, la citada presa y el embalse del Charco Redondo permitirán disminuir el riesgo de inundaciones.
- El documento final del PGMOU, actualmente en revisión, puede prevenir la edificación en suelos inundables declarándolos como Suelos No Urbanizables.
- El Plan de Emergencias Municipales debe servir como guía de los posibles riesgos en el municipio y puede ayudar a la hora de la toma de decisiones sobre zonas edificables, etc.

Debilidades: aquellos aspectos en los que el sistema resulta deficiente para atender a objetivos de mejora.

Fortalezas: pone de relieve aspectos en los que el sistema resulta competitivo.

Amenazas: suponen una retrospectiva de futuro basada en las tendencias y previsiones observadas a partir de las debilidades.

Oportunidades: identifican aspectos de los que puede beneficiarse el sistema.

