



LIFE COSTAdapta

D2.2

“Multisectoral Analysis Report”

Submission date: 31 October 2024

LIFE Climate Action sub-programme (LIFE-2022-SAP -CLIMA)

Adaptation to Climate Change

Disclaimer:

“Co-funded by the European Union. However, the views and opinions expressed are solely those of the author(s) and do not necessarily reflect those of the European Union or CINEA. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them”

Intentional blank page

Content

1	INTRODUCTION	5
1.1	BACKGROUND	5
1.2	OBJECTIVES AND CONTENTS OF THE DOCUMENT	6
1.3	GEOGRAPHICAL CONTEXT.....	7
2	ANALYSIS OF THE CONSTRAINTS OF THE AREA.....	10
2.1	HISTORICAL-MORPHOLOGICAL ANALYSIS	10
2.2	ENVIRONMENTAL ANALYSIS	18
2.2.1	<i>Biodiversity of the area</i>	18
2.2.2	<i>Geology and geomorphology of the intervention area</i>	32
2.2.3	<i>Water resources</i>	36
2.2.4	<i>Climatic conditions</i>	37
2.2.5	<i>Maritime climate</i>	40
2.3	SPATIAL PLANNING CONSIDERATIONS.....	51
2.3.1	<i>Current situation: Land use</i>	51
2.3.2	<i>Territorial planning: Plan Insular de Ordenación (Island Management Plan)</i>	53
2.3.3	<i>Municipal Planning: Plan General de Ordenación (Master Plan)</i>	55
2.3.4	<i>Coastal Legislation</i>	60
2.3.1	<i>Other Environmental Protection Figures affecting the area</i>	62
2.4	HERITAGE AND LANDSCAPE	63
2.4.1	<i>Historical and cultural heritage</i>	63
2.4.2	<i>Agricultural heritage</i>	68
2.4.3	<i>Blue Heritage (Coastal Hydrodynamics)</i>	69
2.4.4	<i>Landscape value</i>	72
2.5	SOCIO-ECONOMIC STUDY	75
2.5.1	<i>Demographic characteristics</i>	75
2.5.2	<i>Local economy</i>	81
2.5.3	<i>Infrastructure, equipment and facilities</i>	85

2.6	COASTAL DYNAMICS	89
2.6.1	<i>Study of swell.....</i>	89
2.6.2	<i>Current survey of the coast of San Felipe</i>	94
2.7	CLIMATE CHANGE RISK ASSESSMENT	101
2.7.1	<i>Background.....</i>	101
2.7.2	<i>Reference Documents</i>	107
2.7.3	<i>PIMA Adapta Costas Canarias.....</i>	108
2.7.4	<i>Risks associated with coastal flooding and erosion in San Felipe</i>	113
2.7.5	<i>San Felipe Coastal Vulnerability Index (CVI).....</i>	119
3	FINAL CONSIDERATIONS	124
4	REFERENCES	126
	LIST OF FIGURES	130
	LIST OF TABLES	132
5	ANNEX	134

Version	Date	Beneficiary	Author
1.0	31/October/2024	<ul style="list-style-type: none"> • Consejo Insular de la Energía Cabildo de Gran Canaria • Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (IOCAG & APP) • INGECID Investigación y Desarrollo de Proyectos • EONcrete AQUA. • Fundación Canaria para el Reciclaje y Desarrollo Sostenible (FCR) • Fundación Finnova. 	<ul style="list-style-type: none"> • Universidad de Cantabria (UC) • Raley Estudios Costeros S.C.P.

1 Introduction

The analysis presented in this document is intended as a technical basis to facilitate informed citizen and institutional participation, as well as an interdisciplinary diagnosis. It condenses the analysis carried out on a wide variety of aspects that define the reality of the working area, as well as all those that may be affected by the rise in sea level and the possible solutions to this problem.

Once this phase of analysis has been completed, the information obtained will be evaluated by the citizens, the institutions involved and the actors affected, in order to reach a collective diagnosis in the following phases of the work.

1.1 Background

The LIFE COSTAdapta project, in which this work is framed, aims to address the adaptation of the coast of Gran Canaria to rising sea levels. To this end, the project proposes the design and testing of an innovative and progressive tidal pool-reef system, continuing with the traditional technique of building tidal pools, common elements in the Canary Islands and the rest of Macaronesia, for the coastal adaptation of Gran Canaria to climate change.

Given the vulnerability of the Canary Islands coastline to the impacts of climate change as evidenced by a significant increase in sea levels affecting its coasts, the project seeks to strengthen the resilience of coastal areas, while promoting the creation and recovery of characteristic habitats. The main risks to coastal areas are related to sea level rise. It is estimated that the average sea level in the Canary Islands has risen by 17 cm in the period 1927-2018, as indicated in the Island Strategy for Adaptation to Climate Change (Cabildo de Gran Canaria, 2018). The figures show an average of 1,86 mm/year, however, the most recent records show an acceleration of the process, with increases of more than 3 mm/year. Between

2018 and 2022, the record obtained represents an increase of 3,98 mm/year (Las Palmas Tide Gauge 2 data (period 1992 - 2022)).

In this context, and in order to guarantee a solution that is coherent with the characteristics of the area, and with the aim of contributing to the environmental, social and economic conservation of the area, it is necessary to know all the variables that affect the problem or that may be affected by the solutions provided. It is within this initial objective of the project that this multisectoral analysis document is framed.

With a duration of **7 years** and a total budget of **3.409.864 EUR** (2.045.818 EUR subsidised by the EU through the LIFE Programme), COSTAdapta is a project coordinated by the **Gran Canaria Island Energy Council (CIEGC)** of the Cabildo de Gran Canaria with the support of **7 partners**: University of Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC); University of Cantabria (UC); INGECID, Research and Project Development; Raley Estudios Costeros S.C.P.; ECONcrete AQUA; Fundación Canaria para el Reciclaje y Desarrollo Sostenible (FCR) and Fundación Finnova.

1.2 Objectives and contents of the document

The main objectives addressed by this document are the following:

- To advance the state of knowledge on adaptation solutions to sea level rise in island territories, with special attention to European outermost regions and volcanic islands.
- To analyse the structural aspects of the characteristics of the intervention area from different sectors and perspectives in order to obtain relevant information to be able to develop an integrated diagnosis.

This analysis is part of the Work Package 2 (WP2) of the LIFE COSTADAPTA project. Within the framework of the project, this work package deals with the analysis and diagnosis of the conditions and impacts related to the development of the project. Once the analyses have been developed, the rest of WP2 will focus on the diagnosis.

The objective of this task (2.2), therefore, is the identification of the conditioning factors and the analysis of all the variables of the area that will allow an adequate diagnosis (Task 2.3) for the construction of a proposal adjusted to the reality and needs of the area. The objective of each of these sectoral analyses is twofold: on the one hand, to provide technical knowledge of the sectoral factors to facilitate the subsequent technical diagnosis and, on the other hand, to contribute to the informed participation of the agents involved. The document outlines the conditioning factors of the intervention area by covering the following sub-tasks.

Subtask 2.2.1. Historical-morphological analysis. This consists of identifying the patterns of urban growth and the conditioning factors generated on the seafront over time, focusing on the real evolution between 1950 and the present day. Through the collection of data in situ and by

means of cartography and aerial photos, aspects such as possible variations in morphology, modifications in the intensities of use, the impact suffered by the development of various infrastructures, growth patterns, etc. are analysed.

Subtask 2.2.2. Environmental Analysis. This task identifies the key environmental factors for the design of coastal adaptation solutions. Through a study of the environmental conditions and the physical support, variables of interest are extracted that may condition the solutions to be proposed.

Subtask 2.2.3. Planning Affections. In this section an analysis is made of the urban and territorial planning that affects the area of intervention. The urban planning determinations imposed by the General Plan and the Insular Plan for Territorial Planning are extracted, as well as other regulatory figures of regional, national and European legislation that may affect the area.

Subtask 2.2.4. Heritage and Landscape. In this subtask the heritage and landscape values of the area are framed, including cultural, agricultural, blue infrastructure and landscape heritage, identifying elements to be protected or enhanced.

Subtask 2.2.5. Socio-Economic Study. This section will characterise the socio-economic conditions of the resident population in order to identify appropriate solutions for the local fabric and as a key input to define the degree of vulnerability to risk.

Subtask 2.2.6. Analysis of current and future coastal dynamics. The study is carried out on the basis of field work and by collecting maritime climate data, as well as the analysis of sediment composition in the study area.

Subtask 2.2.7. Climate change risk assessment. In addition to analysing previous studies on the subject in the area, a more detailed study is carried out for the area, where the exposure and vulnerability of the area is assessed in accordance with the methodological precepts of the Sixth IPCC Report.

1.3 Geographical context

Located in the Canary Islands, San Felipe is a small town on the island of Gran Canaria, belonging to the municipality of Santa María de Guía. The neighbourhood has a predominantly coastal character, being located in contact with the seashore and between the mouths of the Moya and San Felipe ravines.

The current population centre occupies an area of approximately 6,59 hectares, sharing structural, urban, landscape and environmental characteristics with various settlements located on the northern coastal margin of the island. These settlements were developed mainly around agricultural activity from the middle of the 20th century onwards. At present, these processes are in decline and most of them require action to improve the socio-economic fabric,

the material conditions of the neighbourhood, environmental restoration and in many cases also the adaptation of their structures to climate change.

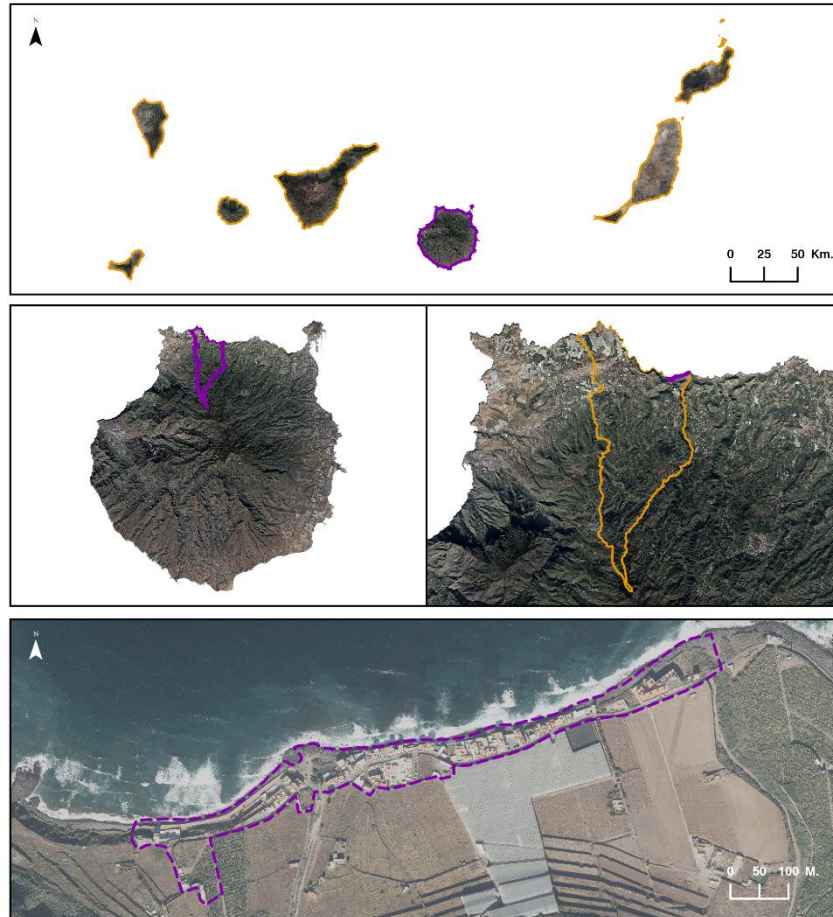


Figure 1. Location of the intervention area

Source: Own elaboration

Within the scope of the study, an intervention area has been delimited, which specifically corresponds to the urban fringe of the population centre. This area has been prioritised due to its relevance in relation to the impacts on the locality, as it concentrates almost all of the built elements, infrastructures and resident population, making it the most vulnerable space in terms of the risks derived from climate change and other adverse situations.

On the other hand, another area corresponding to the Surroundings of the intervention area is delimited, a zone that goes beyond the seafront and includes areas of the interior of the population centre. This is an area of influence and interdependence with the neighbourhood itself, which is taken as a field of study to be able to understand aspects such as economic activity or the natural environments of greatest relevance close to them.



Figure 2. Study area, intervention area and Surroundings intervention area

Source: Own elaboration

San Felipe is an eminently residential population centre, with little economic activity. These residential buildings have a high degree of exposure to the onslaught of the sea and coastal flooding, as most of the buildings are located within the Protective Easement at an average distance of less than 5 metres from the coastline (and in some cases above it). The building typology is also not adapted to the new climatic situation.

2 Analysis of the constraints of the area

2.1 Historical-morphological analysis

Although the origin of San Felipe dates back to 1672-1677 with the foundation of the Ermita de San Felipe, (rebuilt in 1925), the graphic study of the evolution of the urban nucleus starts from cadastral records dating back to 1850. However, a more detailed and documented urban development can only be approached after 1955, when the first photogrammetric flights were carried out. This method of analysis by photo-interpretation allows a more precise analysis of urban expansion and morphological changes over time.

In 1955, the aerial images show a series of buildings concentrated especially in the central sector of the village. Many of these buildings are associated with agricultural activity, which played a decisive role in the local economy during that period until the end of the 20th century. The urban morphology reflects a spontaneous development, with predominantly self-built single-family dwellings, which do not follow a regulated plan. This unplanned growth pattern is also observed in the few multi-family and single-family houses with private gardens, which were built after 1980.



Figure 3. Evolution of land occupation

Source: Own elaboration

From 1977 onwards, a gradual consolidation of the urban nucleus can be observed, evidenced by the increase in the number and density of buildings and the reduction of spaces available for construction. These spaces, which in many cases were previously occupied by agricultural activities, were gradually relegated to the urban growth.

In 1998, there was significant growth compared to 1977, with an increase in the built-up area, especially in this central sector of the town centre. The residential buildings developed since 2000 complete practically all of the available space, with notable growth in the western sector of the nucleus. At present, only two post-2010 constructions can be identified, located in the central-interior sector. The linear distribution of the buildings limited by the coastline to the north and the access road or the cultivated plots to the south characterises the urban fabric of this urban nucleus. This expansion towards exposed coastal areas, especially in the absence of adequate planning ordinances, has had a negative effect on the quality of construction and the safety of housing, particularly in a context of global change and increased climatic risks.

At present, the population centre of San Felipe covers 6,59 hectares, of which 2,48 hectares correspond to the built-up area, not including the road network. An analysis of the evolution of this built-up area shows that the greatest growth took place in the last decades of the last century.

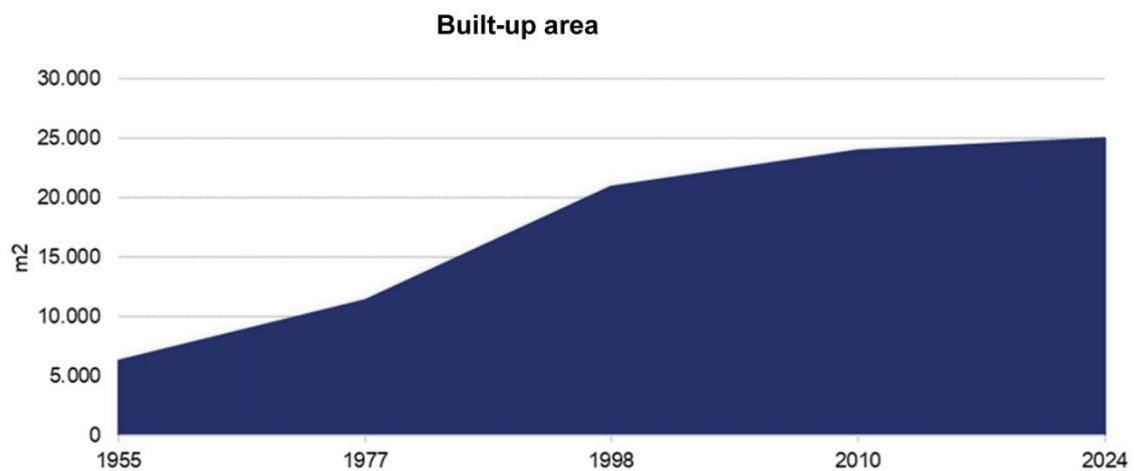


Figure 4. Evolution of the built-up area

Source: Own elaboration

In a detailed analysis of the urban fabric, the buildings have an average height of 5 metres, with low-rise constructions predominating. Despite this, some residential buildings, such as those located in the eastern sector of the town centre, reach a maximum height of 15 metres.

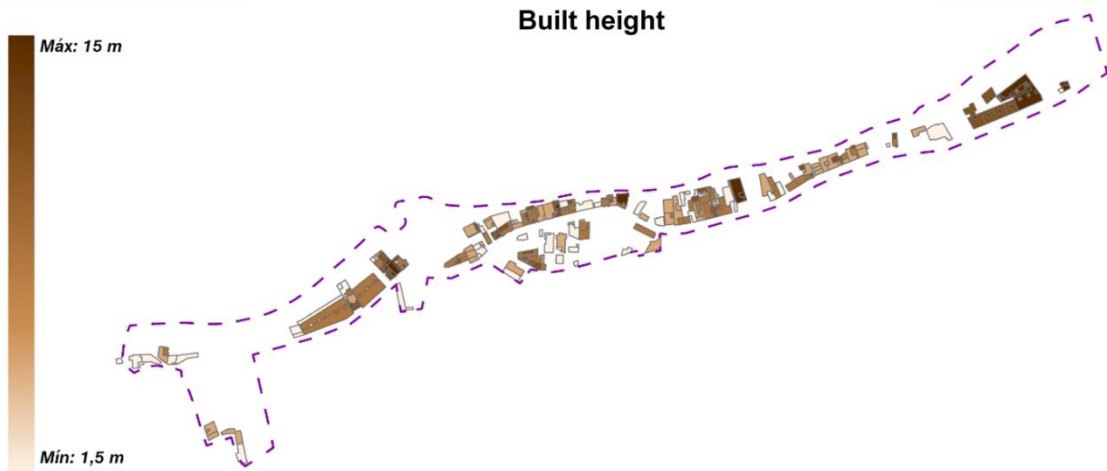


Figure 5. Distribution of building heights in the intervention area

Source: Own elaboration

This variability in building heights reflects significant differences in the construction typology of the neighbourhood's buildings. On the other hand, the volumes built in the intervention area are highly variable, reaching maximum values of 4.385 m³, reflecting an architectural diversity influenced by factors such as use, proximity to the sea, accessibility, age, etc. In the volumetric and altimetric analysis, it can be observed that the distribution of the volume of the buildings follows a similar trend to that of the heights, with higher values in areas of higher residential building density, indicating a correlation between both parameters.

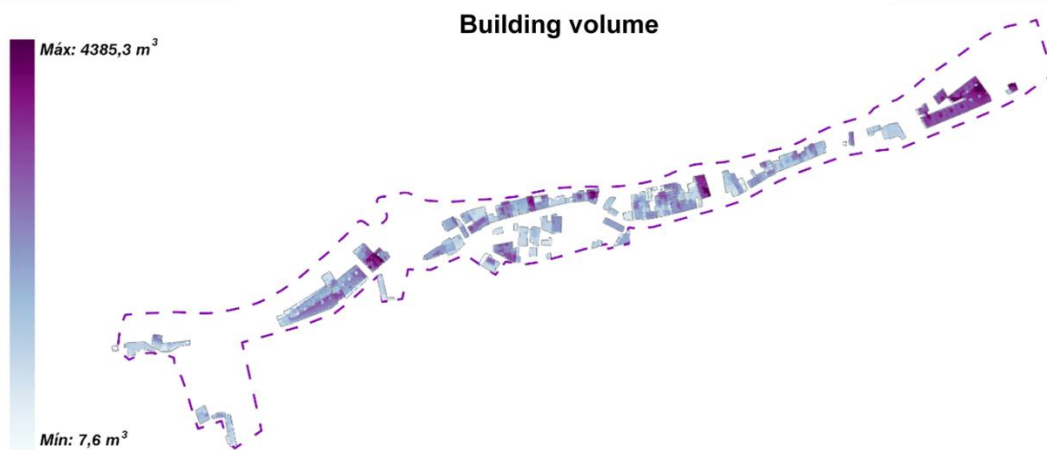


Figure 6. Volumetric distribution of buildings in the intervention area

Source: Own elaboration

In relation to the main uses of the buildings and plots built in the intervention area, residential use is the most relevant typology. Of the 292 cadastral references, 271 are for this type of use,

although there are also 9 references for industrial use, 4 for commercial use, 3 for leisure and hotel and catering, 3 for agricultural use, 1 for warehouse-parking use and, lastly, one reference for religious use, the hermitage of San Felipe.

It is important to mention that, in some cases, these uses are combined within the building stock, especially in residential buildings that house commercial and industrial uses on their ground floors. This coexistence of uses is typical of contemporary urban developments, where proximity and multi-functionality are common characteristics.

Residential use is distributed as follows: 190 dwellings located in 10 multi-family residential buildings (70,1%) and 81 dwellings (29,9%) in 67 single-family residential buildings. Among these residential buildings, four of them stand out in particular, accounting for 60,5% of the dwellings in the neighbourhood (see figures below).

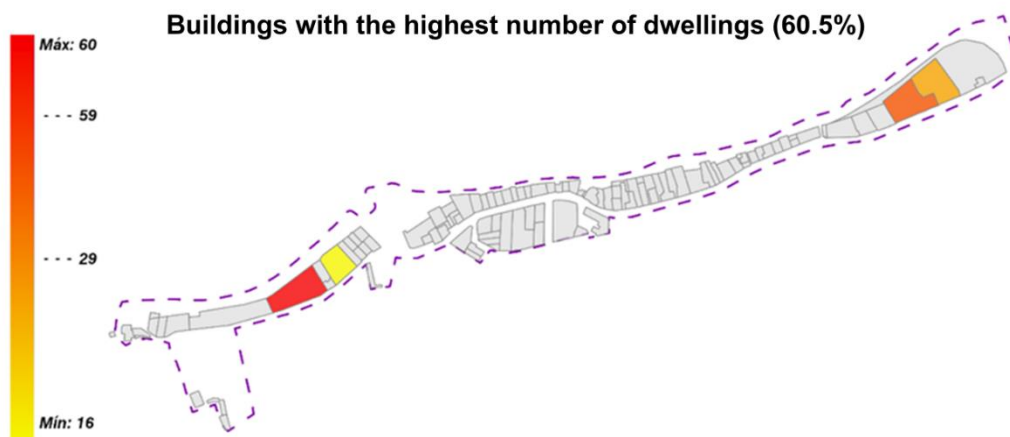


Figure 7. Multi-family buildings that account for the majority of San Felipe's housing stock

Source: Own elaboration

On the other hand, the average floor area of residential buildings is 104,67 m². In general, this surface area decreases as the number of dwellings in the building increases, reaching values between 45 m² and 97,5 m². Furthermore, the average age of the residential structure is 55 years old, suggesting a relatively aged building stock, which may require maintenance and renovation interventions in the near future to improve habitability conditions, energy efficiency and exposure to coastal environments.



Figure 8. Photographs of the main multifamily buildings

Source: Own elaboration

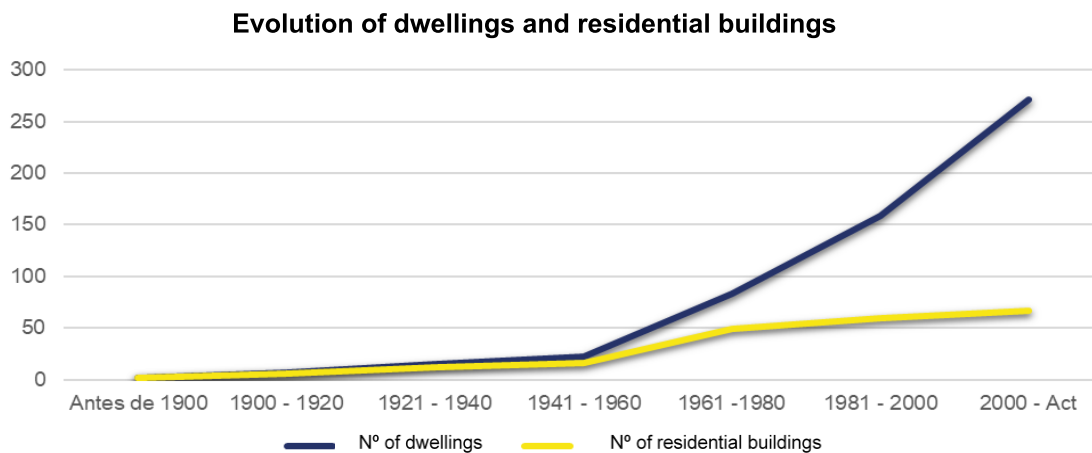


Figure 9. Evolution of the number of dwellings and the number of buildings in residential use

Source: Own elaboration

Most of these dwellings are located on urban land, classified as SUCU-6, while only three are located on rural land. In this sense, the population centre offers few opportunities for expansion, as there are only eight plots available on consolidated urban land that could accommodate future buildings.

ANALYSIS OF THE PUBLIC SPACE

The characteristics of the public space of San Felipe show a linear structure, in which the public space of the neighbourhood is quite limited. The area has the following elements that make up its public space:

- Roadways (pedestrian use): The main carriageway running the length of the neighbourhood has extensive mobility and accessibility limitations, where in some cases, due to the narrow width of the pavement and the use of one of the lanes as a car park, the transit of people is impaired. In addition, there are some sections of the road that have no pavement connection and yet connect to other buildings, generating conflicts in the safety of people along the road. In general, the entire road system in the neighbourhood has a single, very narrow pavement with no decorative elements or vegetation, where the occupation of the car and the occasional installation of lamp posts, as well as their discontinuity, affect accessibility, mobility and safety conditions.



Figure 10. Acces road
Source: Own elaboration



Figure 11. Seafront path
Source: Own elaboration

- "Walks": San Felipe has a recently renovated promenade, which is the most important public space in the neighbourhood. It is a wide road in good condition, which allows occasional access for cars as it serves the houses located here, although it is predominantly pedestrianised and includes elements such as benches for the use and enjoyment of the space.
- Transversal walks: These are narrow passages between houses that connect with the beach-coast of Callados, in this case, there are several accesses to the coastline, some of them narrow and one of them with a grandstand for observing the landscape.



Figure 12. Transversal acces

Source: Own elaboration



Figure 13. Acces next to pumping station

Source: Own elaboration

- Squares: San Felipe has a small square that is continuous with the Hermitage and has 6 benches and some decorative elements with vegetation.
- Play-ground areas: In terms of children's play areas, the intervention area only includes a small children's playground, located in the neighbourhood square where the San Felipe hermitage is located.



Figure 14. San Felipe's square

Source: Own elaboration



Figure 15. San Felipe's hermitage

Source: Own elaboration

- Parking: The study area does not have a specific parking area, despite this it is possible to identify 3 areas that function as such. Firstly, one of the lanes serving the neighbourhood is occupied by most of the residents' vehicles. Secondly, at the mouth of the San Felipe ravine, two small dirt areas can be identified which are used as

informal parking areas. Finally, on the western edge of the neighbourhood, there is a small area that is adapted for parking and is also zoned by the PGO.



Figure 16. Parking area
Source: Own elaboration



Figure 17. Vagabundos beach
Source: Own elaboration

- Natural areas. In the case of San Felipe, we can also observe a natural element of marked public use, the Vagabundos Beach, which, although located on the western edge of the town centre, is directly linked to it.

These elements make up the public space in San Felipe. However, local and island planning foresees actions for the integration of new elements such as footpaths, cycle paths, promenades and the reconFiguretion of the open spaces categorised by the planning instruments.

In short, the historical evolution of the San Felipe district reveals a growth process characterised by spontaneous and unregulated development, a significant expansion towards exposed coastal areas, and a strong presence of residential uses with a moderate integration of secondary economic activities. These factors, together with the age of the housing stock, underline the need to implement more sustainable urban planning strategies adapted to the current context of exposure and risk to climate change. The analysis of the public space in the study area reveals shortcomings in its urban conFiguretion in terms of quality relationship spaces, as well as deficiencies in communication infrastructures.

2.2 Environmental Analysis

The intervention area and its surroundings present a series of biotic and abiotic characteristics that configure the territorial reality of the locality, derived from the interaction between physical and biological elements and human activities. These interactions generate a set of complex dynamics that condition both the state of the ecosystems and the use of the land and natural resources. Therefore, the main biotic and abiotic components present in the area are identified, which will allow an integral understanding of the territory and an adequate planning according to the environmental and socio-economic needs.

2.2.1 Biodiversity of the area

San Felipe has a rich biodiversity of flora and fauna species of the terrestrial and marine environment, with a high degree of representation of endemic and protected species. In this sense, the protection categories are very diverse for the different species that have been identified, granting them different protection statuses. These species have been grouped according to the regulations associated with each of them:

I. Law 4/2010, of 4 June, on the Canary Islands Catalogue of Protected Species.

- Protected species: Those species included in the Annexes of the official document.
- Vulnerable threatened species: Refers to 'those with a significant presence in the Canary Islands and thus qualified by the Spanish Catalogue of Threatened Species, as well as those that are incorporated in accordance with the provisions of the law itself or appear in its Annex II, made up of taxa or populations that are at risk of moving to the previous category, in the immediate future, if the adverse factors acting on them are not corrected, or because they are sensitive to habitat alteration, due to the fact that their characteristic habitat is particularly threatened, in serious regression, fragmented or very limited.
- Threatened species in danger of extinction: This refers to 'part of those with a significant presence in the Canary Islands and thus qualified by the Spanish Catalogue of Threatened Species, those that are incorporated in accordance with the provisions of this same law or appear in its Annex I, made up of taxa or populations whose survival is unlikely if the causal factors of their current situation continue to act'.
- Species of 'interest for Canarian ecosystems': 'These are those which, without being in either of the two situations of threat in the previous section, are worthy of particular attention due to their ecological importance in areas of the Canary Islands Network of Protected Natural Spaces or the Natura 2000 Network. Species of 'interest for Canarian ecosystems' will be those listed in Annex III and those designated in accordance with the criteria set out in Article 6 of the Law itself.
- Species of 'Special Protection': 'These are those wild species that, without being in either of the two situations of threat in the first section of this article, or being worthy of particular attention due to their ecological importance in areas of the Canary Islands Network of Protected Natural Spaces or the Natura 2000 Network, are worthy of special attention in any part of the territory of the Autonomous Community on the basis of their scientific, ecological or cultural value or due to their uniqueness or rarity. The species listed in Annex IV and those designated in accordance with the criteria established in Article 7 of the aforementioned law are considered to be 'special protection' species'.

II. Spanish Catalogue of Threatened Species - LESPRES / Developed by Royal Decree 139/2011 of 4 February, for the development of the List of Wild Species under Special Protection Regime and the Spanish Catalogue of Threatened Species.

- Special protection regime: Species, subspecies and populations that deserve special attention and protection due to their scientific, ecological or cultural value, their uniqueness, rarity or degree of threat, as well as those that appear in the annexes of the Directives and international conventions ratified by Spain.
- Vulnerable: taxa or populations that run the risk of becoming 'in danger of extinction' in the immediate future if the adverse factors acting on them are not corrected.

III. Directive 2009/147/EC of the European Parliament and of the Council of 30 November 2009 on the conservation of wild birds (Birds Directive).

- Annex I: The above species shall be subject to special conservation measures concerning their habitat in order to ensure their survival and reproduction in their area of distribution.

IV. Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora (Habitats Directive).

- Annex II: Animal and plant species of Community interest for the conservation of which the designation of special areas of conservation is necessary.
- Annex IV: Animal and plant species of Community interest requiring strict protection.

V. Bonn Convention or Convention on the Conservation of Migratory Species.

- Appendix 2: Migratory species to be covered by agreements.

VI. Berne Convention or Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats.

- Annex 2: Strictly protected fauna species.

VII. CITES - Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora.

- Appendix II: Species which, although not threatened with extinction, may become so unless trade in specimens of such species is subject to strict regulation in order to avoid utilisation incompatible with their survival and those other species not affected by trade, which should also be subject to regulation in order to enable effective control of trade in the species referred to in the preceding paragraph.

This type of categorisation will be very frequent for numerous marine and terrestrial species in the study area, many of which are endemic to the island, the archipelago and/or the Macaronesian region. Furthermore, the fact that this is an anthropised coastal area with a high risk of climate change requires a correct identification of the biodiversity of the area, with a high richness and complexity of species that must be conserved and recovered in order to

favour the balance of the native ecosystems.

2.2.1.1 Marine biodiversity (flora and fauna)

With regard to the environmental values of the marine and coastal environment around the intervention area, reference should be made to the species of flora and fauna that can be observed in this and its immediate surroundings.

The marine communities that can be distinguished in the area are mainly found in the rocky substrates of the coast and infralittoral sediments, such as the lower infralittoral rocks, the infralittoral and circalittoral sediments, the rocky infralittoral floor or the upper infralittoral rocks.

More specifically, the following substrates have been identified as characterised in the national inventory (Templado et al, 2012):

- Supralittoral rocky substrate: This refers to rocky surfaces or rocky blocks which, due to their size, are not displaced by waves. These formations are located in a strip of land that is subject to the influence of wetting and splashing from the sea, but is not submerged under water. Given its location, it presents abrupt changes in temperature and salinity, so the abundance and diversity of species is very low given the extreme conditions of the area.
- Infralittoral rocky substrates: These are very heterogeneous substrates that are located in the strip of permanently submerged seabed from low tide level to the maximum depth of development of photophilic algae and then scyaphilic algae, generally up to 15-20 metres on the Atlantic coasts and with a varied hydrodynamism. This complexity results in a wide variety of marine fauna and flora.
 - Blanquizal: Within the infralittoral rocky substrate, we can also identify the blanquizal, which refers to those whitish rocky bottoms populated only by calcareous algae (whitish in appearance) that are not grazed by the action of *Diadema antillarum* (lime urchin) populations. The blanquizal is usually located below the rocky infralittoral floor where photophilic algae develop, and where hydrodynamism is not very intense. This community is responsible for the disappearance of the photophilic macroalgae in the upper strata..
- Infralittoral and circalittoral sedimentary bottoms: These are bottoms formed by particles of different sizes where there are not many species of algae. The size of the sediments is defined by the hydro dynamism of the area, and these sediments can be differentiated into coarse (sands and gravels) and fine (muds). The strip where the communities and species are found comprises the infralittoral and circalittoral floor, including the maximum depths of development of photophilic species and scyaphilous species.
 - Infralittoral and circalittoral sands and muddy sands: These range from fine-grained

or medium-grained sand banks that are subject to different degrees of hydrodynamism to places protected by fine, muddy sediments rich in organic matter. This hydrodynamism determines both the granulometry of the sediment, as well as the composition, diversity and abundance of the different species that make up the communities of this type of sedimentary bottom.

Note: No substrate or habitat type has been identified associated with the mesolittoral zone, the zone affected by waves and tides that may be periodically submerged, i.e. it is located in the zone affected by high and low tide.

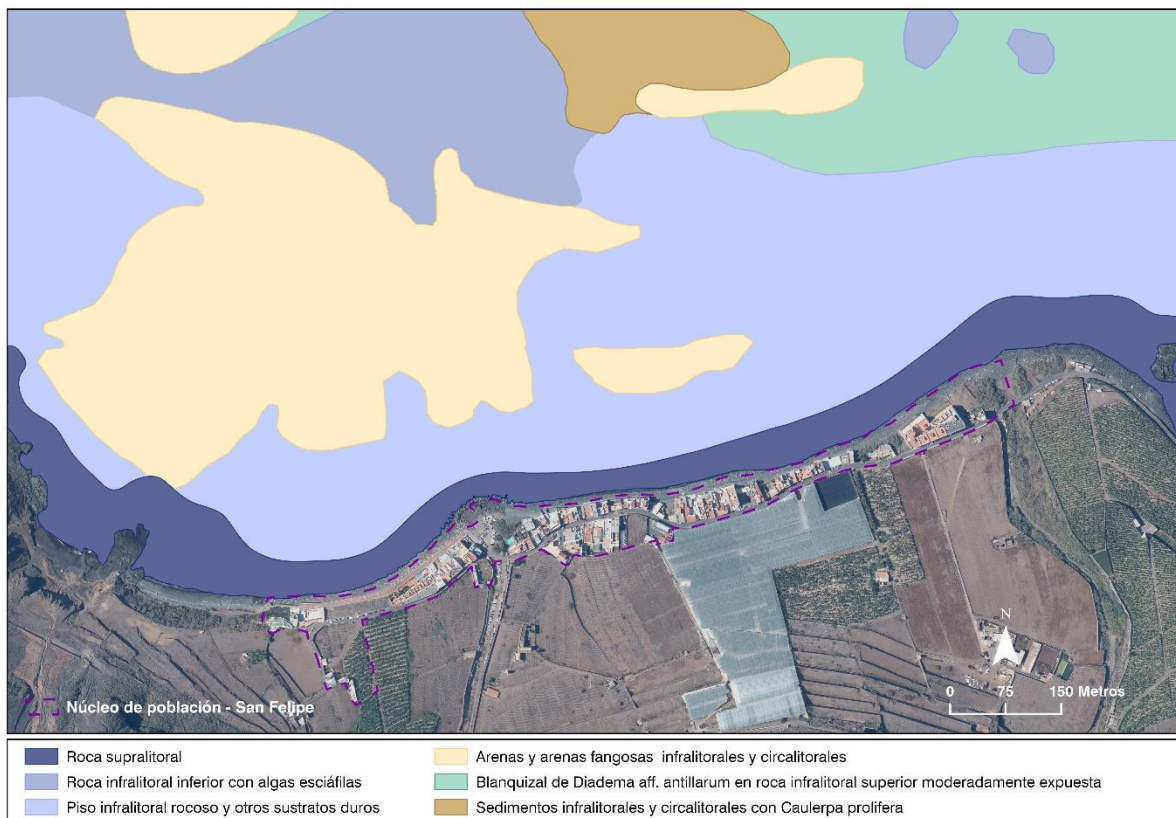


Figure 18. Tipos de sustratos marinos y hábitats principales

Source: Own elaboration based on data from Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

In this sense, three algal communities predominate: Scyaphilous algae on the lower infralittoral rocks, photophilous algae on the rocky infralittoral floor, and other hard substrates below the low tide level. Species such as *Cystoseira abies-marina*, *Gelidium* and the *Diadema antillarum* or blanquizar community can be found here. This species is found in the upper infralittoral rock stratum with a low exposure to waves or in general in areas with little hydrodynamism.

Among these communities, the photophilous algae community stands out, especially the community of *Gelidium arbuscula*, *Gelidium canariense* and *Gongolaria abies-marina*, a community that develops on rocky substratum at a depth of 0-9 metres and with a high degree of exposure. This community is of particular biological importance, as it serves as a refuge and food source for numerous fish and invertebrates. In addition, these three species have the

status of protected species in the category of vulnerable species in the Spanish LESRPE catalogue and in the Canary Islands catalogue of protection. In particular, the species *Gongolaria abies-marina* as a species of interest for Canary ecosystems. However, this community is altered by activities such as fishing which, by favouring the development of communities such as *Diadema antillarum*, break the balance of the community and can lead to the disappearance of most of it.








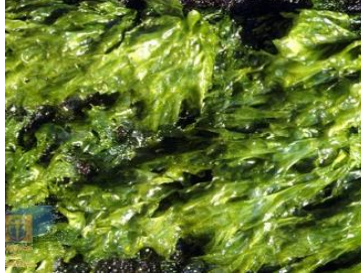

Therefore, different species of algae have been identified in the area around the intervention area, such as the following:

Table 1. Marine vegetation species identified in the vicinity of the intervention area

Scientific name	Common name	Protected status	Protection category	Endemism
<i>Antithamnionella elegans</i> (Berthold) J.H. Price & D.M. John				No
<i>Ericaria selaginoides</i> (Linnaeus) Molinari & Guiry	Mujo ramudo	Protected (Vulnerable)	specieCatálogo Canario	No
<i>Gelidium arbusculum</i> Bory de Saint-Vincent & Børgesen	Gelidio rojo	Protected (Vulnerable)	specieCatálogo Canario, Catálogo Español/LESRPE	No
<i>Gelidium canariense</i> (Grunow) Seoane-Camba ex Haroun, Gil-Rodríguez, Díaz de Castro & Prud'homme van Reine	Gelidio negro	Protected (Vulnerable)	specieCatálogo Canario, Catálogo Español/LESRPE	Si
<i>Gongolaria abies-marina</i> (S.G. Gmelin) Kuntze	Mujo amarillo	Protected (Vulnerable-Interés ecosistemas canarios)	specieCatálogo Español/LESRPE; paraCatálogo Canario	No
<i>Padina pavonica</i> (Linnaeus) Thivy	Abanico pavorreal			No
<i>Ulva compressa</i> Linnaeus				No
<i>Ulva pseudorotundata</i> Cormaci, G. Furnari & Alongi	Lechuga de mar redonda			No
<i>Vertebrata fucoides</i> (Hudson) Kuntze				No

Source: Own elaboration based on data from the Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias.

Table 2. Marine vegetation species identified in the vicinity of the intervention area

<p><i>Antithamnionella elegans</i></p>	<p><i>Ericaria selaginoides</i> – Mujo Ramudo –</p>	<p><i>Gelidium arbusculum</i> – Gelidio rojo –</p>
		
<p>Créditos: Antoine N'Yeurt</p>	<p>Créditos: Biota - Biocan</p>	<p>Créditos: Biota - Biocan</p>
<p><i>Gelidium canariense</i> – Gelidio negro –</p>	<p><i>Gongolaria abies marina</i> – Mujo amarillo –</p>	<p><i>Padina pavonica</i> – Abanico pavorreal –</p>
		
<p>Créditos: Biota - Biocan</p>	<p>Créditos: Biota - Biocan</p>	<p>Créditos: Biota - Biocan</p>
<p><i>Ulva compressa</i></p>	<p><i>Ulva pseudorotundata</i> – Lechuga de mar redonda –</p>	<p><i>Vertebrata fucoides</i></p>
		
<p>Créditos: Biota - Biocan</p>	<p>Créditos: Biota - Biocan</p>	<p>Créditos: Mick Peerdeman</p>

Source: Own elaboration based on data froml Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias.



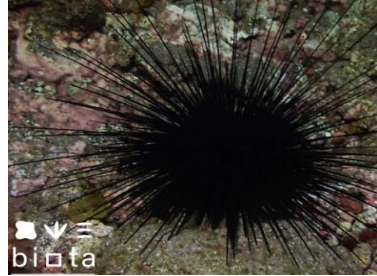

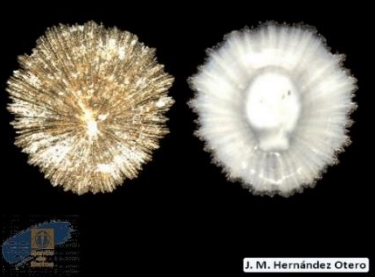




On the other hand, with regard to the marine fauna, different marine species of interest have been identified, both vertebrates and invertebrates, as shown in the following table:

Table 3. Marine fauna species identified in the vicinity of the intervention area

Scientific name	Common name	Type	Protected status	Protection category	Endemism
<i>Anemonia viridis</i> (Pennant, 1777)	Chupadera	Fauna (Invertebrado - Cnidarios)	-	Catálogo Canario - Protected specie Catálogo	No
<i>Delphinus delphis</i> <i>delphis</i> (Linnaeus, 1758)	Delfín común	Fauna (Mamífero)	(Protección especial, Anexo IV, Apéndice II, Anejo II, Apéndice II)	Español/LESRPE, Directiva Hábitat, CITES, Convenio de Berna y Bonn	No
<i>Diadema antillarum</i>	Erizo lima	Fauna de (Invertebrado - Equinodermos)	-	Catálogo Canario	No
<i>Eriphia verrucosa</i> (Forskål, 1775)	Jaca	Fauna (Invertebrado - Crustáceos)	-	Catálogo Canario	No
<i>Isaurus tuberculatus</i> (Gray, 1828)	Isauro	-	Protected (Interés ecosistemas canarios)	Protected specie Catálogo Canario para	No
<i>Mustelus mustelus</i> (Linnaeus, 1758)	Cazón	Fauna (pez)	-	Catálogo Canario	No
<i>Pachygrapsus</i> <i>transversus</i> (Gibbes, 1850)	Juyón listado	Fauna (Invertebrado - Crustáceo)	-	Catálogo Canario	No
<i>Patella aspera</i> (Röding, 1798)	Lapa blanca	Fauna (Invertebrado - Gasterópodo)	Protected (Protección especial)	Protected specie Catálogo Canario Español/LESRPE	No
<i>Patella candei</i> <i>crenata</i> (d'Orbigny, 1838)	Lapa negra	Fauna (Invertebrado - Gasterópodo)	-	Catálogo Canario	No
<i>Percnon gibbesi</i> (H. Milne Edwards, 1853)	Araña de marisco	Fauna de (Invertebrado - Crustáceo)	-	Catálogo Canario	No
<i>Xantho poressa</i> (Olivi, 1792)	Carnada vieja moteada	Fauna de (Invertebrado - Crustáceo)	-	Catálogo Canario	No

Source: Own elaboration based on data from Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias.

Table 4. Marine fauna species identified in the vicinity of the intervention area

<p><i>Anemonia viridis</i> – Chupadera –</p>	<p><i>Isaurus tuberculatus</i> – Isauero –</p>	<p><i>Diadema antillarum</i> – Erizo de lima –</p>
		
<p>Créditos: Biota - Biocan</p>	<p>Créditos: Biota - Biocan</p>	<p>Créditos: Biota - Biocan</p>
<p><i>Eriphia verrucosa</i> – Jaca –</p>	<p><i>Patella aspera</i> – Lapa blanca –</p>	<p><i>Patella candei crenata</i> – Lapa negra –</p>
		
<p>Créditos: Biota - Biocan</p>	<p>Créditos: Biota - Biocan</p>	<p>Créditos: Biota - Biocan</p>
<p><i>Pachygrapsus transversus</i> – Jutón listado –</p>	<p><i>Percnon Gibessi</i> – Araña de marisco –</p>	<p><i>Xantho poressa</i> – Carnada de vieja moteada –</p>
		
<p>Créditos: Biota - Biocan</p>	<p>Créditos: Biota - Biocan</p>	<p>Créditos: Biota - Biocan</p>

Source: Own elaboration based on data from Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias.

2.2.1.2 Terrestrial Biodiversity (flora and fauna)

The surroundings of the intervention area are characterised by a high degree of anthropisation in terms of their environmental values. The most representative species are those of the coastal halophyte belt, such as the tarajal (*Tamarix canariensis*) and the saltbush (*Atriplic ifniensis*), which are most prevalent on the eastern edge of the village at the mouth of the Moya ravine, and more occasionally on the western edge.

Other more dominant species are the gorse (*Launea arborescentis*), the white salt marsh (*Schizogynectum sericeae*), and those associated with human activity such as the reed bed (*Arundo donax*) and other ornamental and agricultural species.

Although the immediate Surroundings have been greatly altered by the development of agricultural activities, many species of flora can be observed (Table below), some of which are of great interest due to their degree of protection and uniqueness. In this sense, 30% of the species are protected and 42% are endemic species.

Table 5. Flora species identified in the intervention area and the immediate environment

Scientific name	Common Name	Family	Protected status	Protected category	Endemism
<i>Aelurillus lucasi</i> Roewer, 1951	Cazamoscas de Lucas	Salticidae			No
<i>Aeonium canariense</i> (L.) Webb & Berthel. subsp. <i>virginum</i> (Webb ex Christ) Bañares	Góngaro grancanario	Crassulaceae	Protected specie	Catálogo Canario	Si
<i>Aeonium percarneum</i> (R. P. Murray) Pit. & Proust.	rosado	Crassulaceae	Protected specie	Catálogo Canario	Si
<i>Argyranthemum frutescens</i> (L.) Sch. Bip.	Magarza común	Asterales	Protected specie	Catálogo Canario	Si
<i>Aristida adscensionis</i> L. subsp. <i>coerulescens</i> (Desf.) Bourreil & Trouin ex Auquier & J. Duvign	Rabo de burro	Poaceae			No
<i>Arundo donax</i>	Cañaveral	Poaceae			No; Invasive exotic (EEI)
<i>Asparagus arborescens</i> Willd.	Esparraguera	Asparagaceae	Protected specie	Catálogo Canario	Si
<i>Astydamia latifolia</i> (L. f.) Baill	Lechuga de mar	Apiaceae			No
<i>Atractylis arbuscula</i> Svent. & <i>Michaelis</i> subsp. <i>schizogynophylla</i> (Svent. & Kahne) Marrero Rodr. & Caujapé-Castells		Asteraceae	Protected specie (endangered, Anexo II y IV, Anexo I)	Catálogo Canario - Catálogo español/LESRPE, Directiva Hábitat, Convenio de Berna	Si
<i>Atriplic ifniensis</i>	Saladillo	Chenopodiaceae			No
<i>Campylanthus salsoloides</i> (L. f.) Roth	Romero marino	Plantaginaceae	Protected specie	Catálogo Canario	Si
<i>Carduus baeocephalus</i> Webb subsp. <i>baeocephalus</i>	Cardo de costa	Asteraceae	Protected specie	Catálogo Canario	Si
<i>Cenchrus ciliaris</i> L.	Panasco	Poaceae			No
<i>Cenchrus setaceus</i> (Forssk.) Morrone	Rabogato	Poaceae			No; Invasive exotic (EEI)
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Pata gallina	Poaceae			No; Invasive exotic (EEI)
<i>Echium decaisnei</i> Webb & Berthel. <i>decaisnei</i>	Taginaste blanco	Boraginaceae	Protected specie	Catálogo Canario	Si
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh.	Eucalipto negro	Myrtaceae			No; Invasive exotic (EEI)

<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	Eucalipto blanco	Myrtaceae		No; Invasive exotic (EEI)
<i>Euphorbia aphylla</i> Brouss. ex Willd	Tabaibal de toda grancanario	Euphorbiaceae	Protected specie (Apéndice II)	Catálogo Canario, CITES Si
<i>Euphorbia balsamifera</i> Aiton subsp. <i>balsamifera</i>	Tabaiba dulce	Euphorbiaceae		No
<i>Euphorbia canariensis</i> L.	Cardón	Euphorbiaceae	Protected specie (Apéndice II)	Catálogo Canario, CITES Si
<i>Euphorbia regis-jubae</i> Webb & Berthel	Tabaiba amarga	Euphorbiaceae		No
<i>Fagonia cretica</i> L.	Rasapaya	Zygophyllaceae		No
<i>Filago pygmaea</i> L.	Blanquilla mansa	Asteraceae		No
<i>Frankenia ericifoliae</i>	Tomillo marino	Frankeniaceae		No
<i>Gustavia fusifera</i> (Koch, 1841)		Gustaviidae		No
<i>Hyparrhenia hirta</i> (L.) Stapf	Cerrillo peludo	Poaceae		No
<i>Kleinia neriifolia</i> Haw.	Verol	Asteraceae		Si
<i>Launaea arborescentis</i>	Ahulaga	Asteraceae		No
<i>Lycium intricatum</i> Boiss.	Espino de mar	Solanaceae		No
<i>Mesembryanthemum crystallini</i>	Barrillal	Aizoaceae		No
<i>Micromeria tenuis</i> (Link) Webb & Berthel.		Lamiaceae		Si
<i>Opuntia maxima</i> Mill.	Tunera común	Cactaceae		No; Invasive exotic (EEI)
<i>Opuntia tuna</i> (L.) Mill.	Tunera india	Cactaceae		No; Invasive exotic (EEI)
<i>Patellifolia patellaris</i> (Moq.) A. J. Scott, Ford-Lloyd & J. T. Williams	Acelga de mar	Chenopodiaceae		No
<i>Phoenix canariensis</i> H. Wildpret	Palmera canaria	Arecaceae	Protected specie	Catálogo Canario Si
<i>Reichardia crystallina</i> (Sch. Bip.) Bramwell	Cerraja de mar	Asteraceae		Si
<i>Reichardia ligulata</i> (Vent.) G. Kunkel & Sunding	Cerraja de costa	Asteraceae		Si
<i>Rubia fruticosa</i> Aiton	Tasaigo	Rubiaceae		Si (Macaronesia)
<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	Zarza común	Rosaceae		No
<i>Salvia canariensis</i> L.	Salvia canaria	Lamiaceae	Protected specie	Catálogo Canario Si
<i>Schizogynnetum sericeae</i>	Saladar blanco	Asteraceae		Si (Macaronesia)
<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv.	Almorejo verde	Poaceae		No; Invasive exotic (EEI)
<i>Sonchus brachylobus</i> Sch. Bip.	Cerraja brillante	Asteraceae	Protected specie	Catálogo Canario Si

<i>Sonchus leptcephalus</i> Cass.	Calillo alpisillo	Asteraceae		Si
<i>Tamarix canariensis</i> Wild	Tarajal	Tamaricaceae	Protected specie Catálogo Canario	No
<i>Tricholaena teneriffae</i> (L. f.) Link	Cerrillo blanco	Poaceae		No
<i>Urospermum picroides</i> (L.) Scop. ex F. W. Schmidt	Barbaviejo	Asteraceae		No
<i>Volutaria canariensis</i> Wagenitz	Cardomanso canario	Asteraceae		Si
<i>Zygophyllum fontanesii</i>	Uva de mar	Zygophyllaceae	Protected specie Catálogo Canario	No

Source: Own elaboration based on data from Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias and Grafcan

The development of human activities in the intervention area has caused a significant alteration in the native flora of the region. This impact is reflected in the differences observed between the current vegetation and the potential and historical vegetation of San Felipe (see figure below).

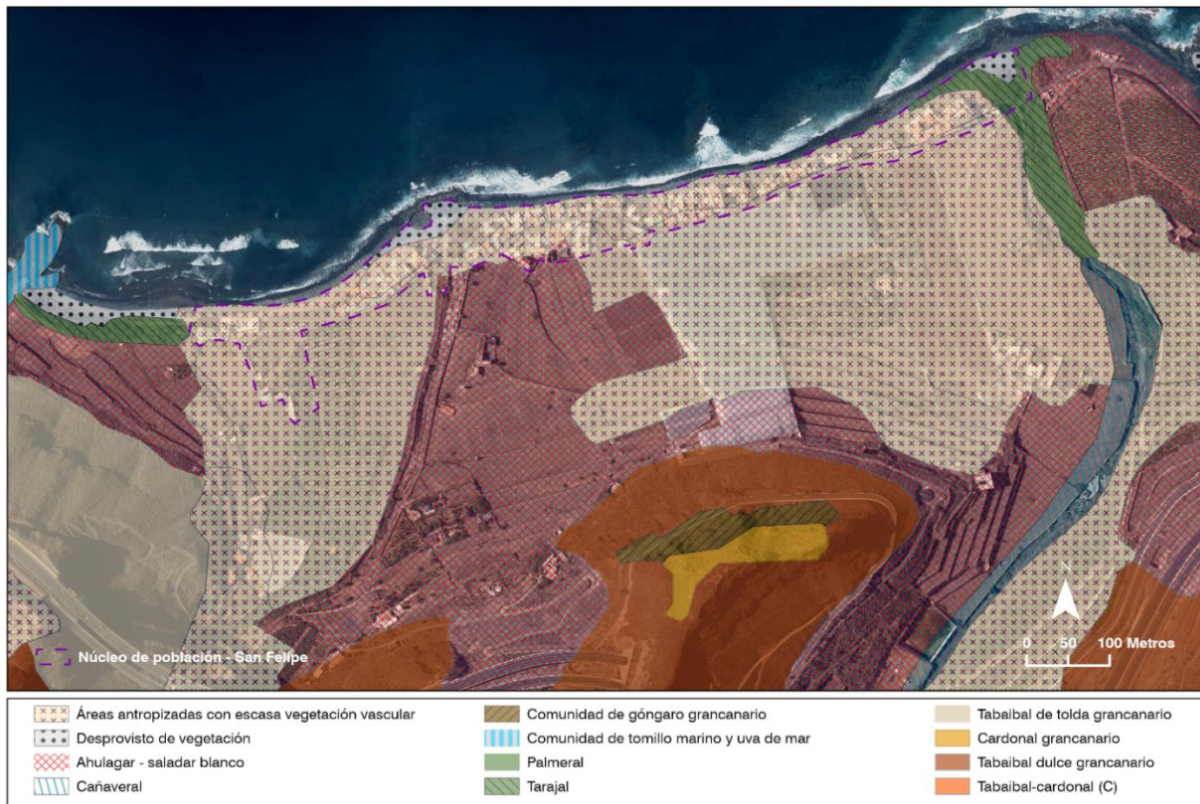


Figure 19. Zoning of the current vegetation in the Surroundings of the intervention area

Source: Own elaboration based on data from Grafcan

Certain plant communities that previously predominated in the area have been altered and, in some cases, have disappeared completely. There is evidence of a worrying loss of local biodiversity, while others, especially invasive exotic species (16% of the species identified), have colonised areas previously used for cultivation, some of the margins of the mouths of ravines and spaces close to buildings.

In this sense, the current vegetation in the area is characterised by a high degree of anthropisation and it is in the less accessible areas where the native vegetation is still most developed, such as the cliffs of the Cuesta de Silva or the Lomo de El Verdugado. These are the areas where the original vegetation persists and has achieved its greatest development given its topographical characteristics and its consequent difficulty for human use. However, despite human pressure, there are species that have managed to maintain their natural habitat in areas in contact with the urban environment of the study area, although to a lesser extent, as in the case of Tarajal.

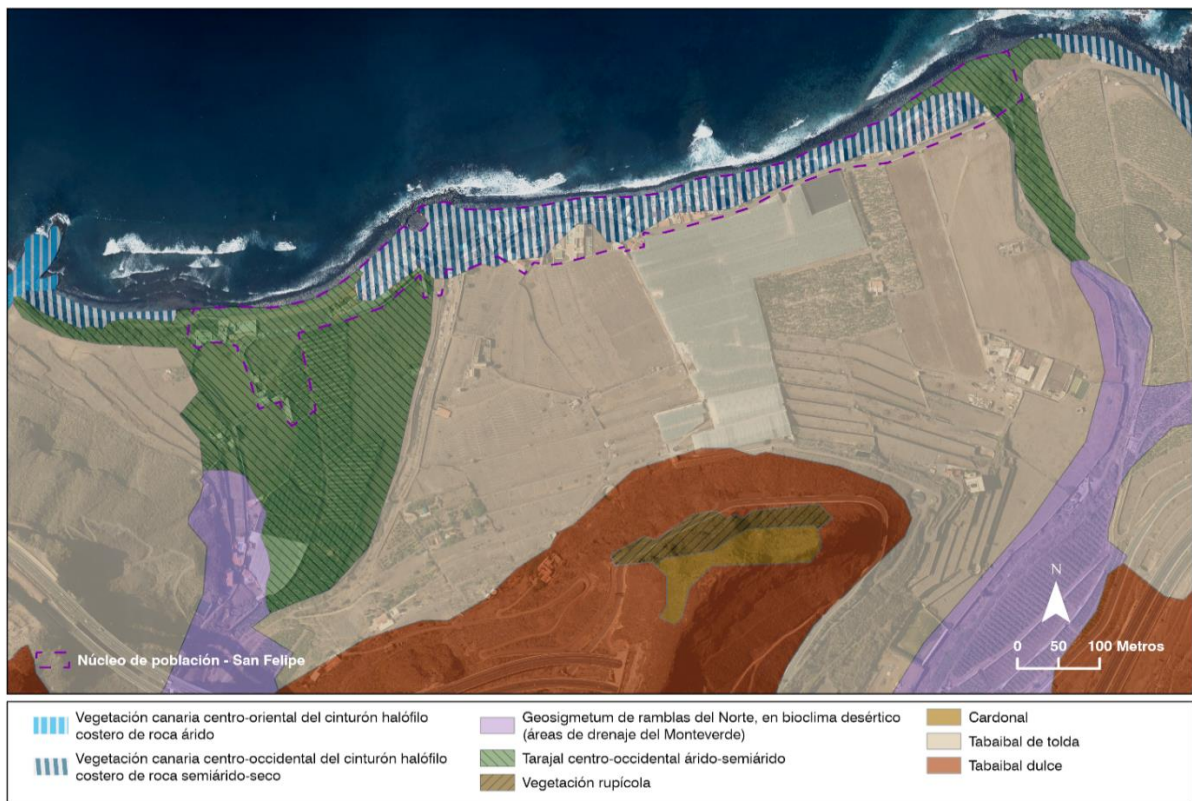


Figure 20. Zoning of potential vegetation around the intervention area

Source: Own elaboration based on data from Grafcan

On the other hand, although the loss of biodiversity is evident, the presence of various unique species and some in danger of extinction has been identified, which underlines the importance of preserving and conserving, as well as restoring those spaces where they develop. Likewise, different habitats of community interest have been zoned for the intervention area and its immediate surroundings. These natural or semi-natural areas may have the following conditions:

- They are threatened and the disappearance of the natural distribution of the habitat may occur.
- They have a reduced natural area of distribution due to their regression.
- The habitat is a representative example of one or more biogeographical regions of Europe.

In the case of the surroundings of the intervention area, we observe the presence of 6 habitats of Community interest of which only one of them (Tarajal) is under extreme human pressure.

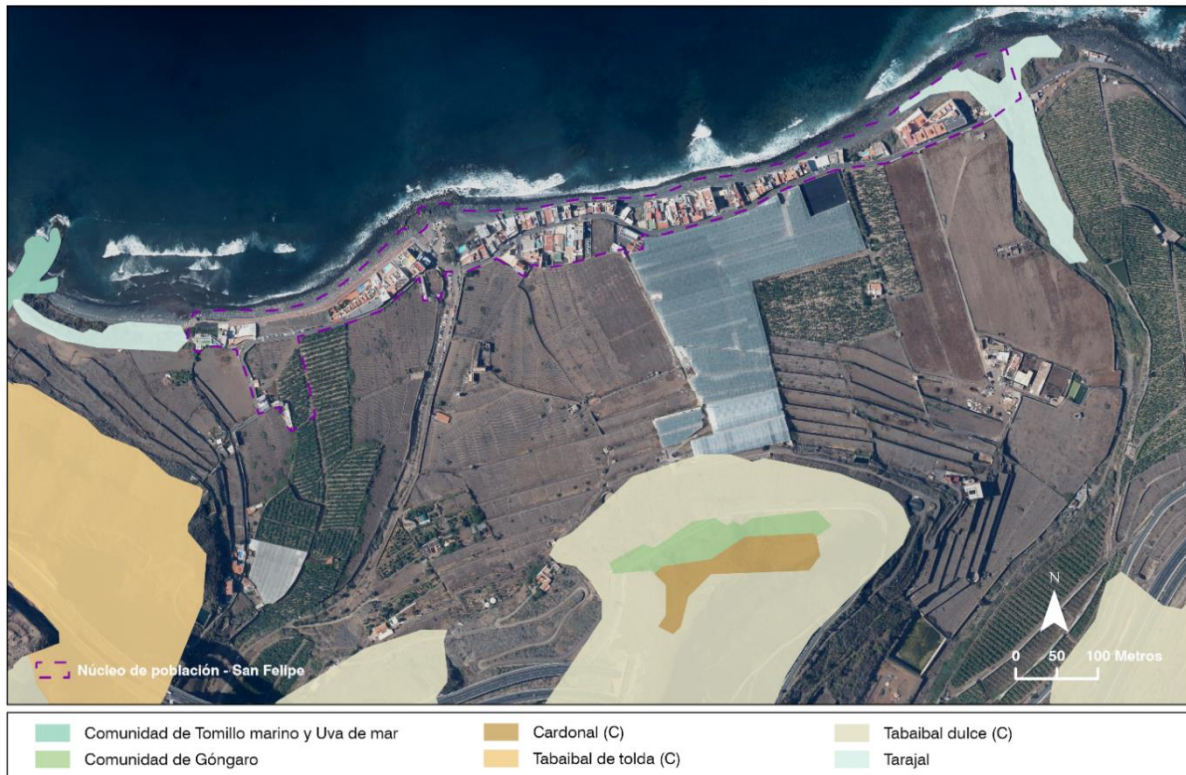


Figure 21. Zoning of the Habitats of Community Interest in the surrounding area

Source: Own elaboration based on data from MITECO

Table 6. Terrestrial fauna species identified in the vicinity of the intervention area

Scientific name	Common name	Type	Protected status	Protected category	Endemism
<i>Aelurillus lucasi</i> Roewer, 1951.	Cazamoscas de Lucas	Fauna (Invertebrado - Arácnido)			No
<i>Calonectris borealis</i> (Cory, 1881)	Pardela cenicienta atlántica	Fauna (Ave - Procellariiforme)	Protected specie (Anexo I; Régimen de protección especial; Anejo II)	Directiva Aves, Catálogo español/LESRPE, Convenio de Berna	No
<i>Crocidura russula</i> (Hermann, 1780)	Musaraña gris	Fauna (Mamífero - Insectívoro)			No; Invasive exotic (EEI)
<i>Cyrba algerina</i> (Lucas, 1846)	Cazamoscas rojinegra	Fauna (Invertebrado - Arácnido)			No
<i>Macarokeris litoralis</i> Wunderlich, 1992	Cazamoscas de litoral	Fauna (Invertebrado - Arácnido)			Si
<i>Mythimna languida</i> Walker, 1858	Polilla	Fauna (Invertebrado - Lepidópteros)			No
<i>Nephus flavopictus</i> (Wollaston, 1854)	Mariquita	Fauna (Invertebrado - Coleópteros)			Si
<i>Novius cardinalis</i> (Mulsant, 1850)	Mariquita australiana	Fauna (Invertebrado - Coleópteros)			No; Invasive exotic (EEI)

Source: Own elaboration based on data from Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias.

Finally, as stated in the document 'Inventory of Vulnerability and Risks of the Biodiversity of Gran Canaria in the face of Climate Change' (CIEGC, 2016), the expected impacts of climate change on biodiversity in the Canary Islands should be recalled in this section. These are fundamentally the proliferation and expansion of introduced species, which require adaptation through preventive environmental management.

Prior and subsequent monitoring of any intervention, based on knowledge of the species and habitats in the intervention area, is a complementary but essential activity to ensure resilient action. For example, this same document refers to the introduction of the citrus mealybug (*Orthezia insignis*), an alien species established in the Canary Islands for the biological control of other invasive species. However, this mealybug has been found to cause damage to the saltbush (*Schizogyne sericea*), an endemic species important for coastal ecosystems (CIEGC, 2016).

The monitoring of species in the marine and terrestrial environment of the intervention area can be an adaptation measure in itself, which favours the success of the actions to be carried out.

2.2.2 Geology and geomorphology of the intervention area

The village of San Felipe is located in an area with geomorphological and geological characteristics similar to those found in a large part of the north coast of the island of Gran Canaria. This area has been shaped by erosive-sedimentary processes and by the lithological peculiarities of the soil, which has given rise to a landscape historically linked to marine-coastal and agricultural activity.

2.2.2.1 Geomorphological features and relief

In the intervention area we can observe the presence of different geofoms that give rise to a very contrasting relief. Firstly, it should be noted that the population centre is located mainly between the margins of the mouth of the Barranco de Moya ravine and the Barranco de San Felipe ravine in an area that is no more than 10-15 metres above sea level, with a very gentle slope. Thus, it is only as we move inland or towards the west that there is a notable increase in the slope of the terrain until we reach La Montañeta, the highest point in the surrounding area.

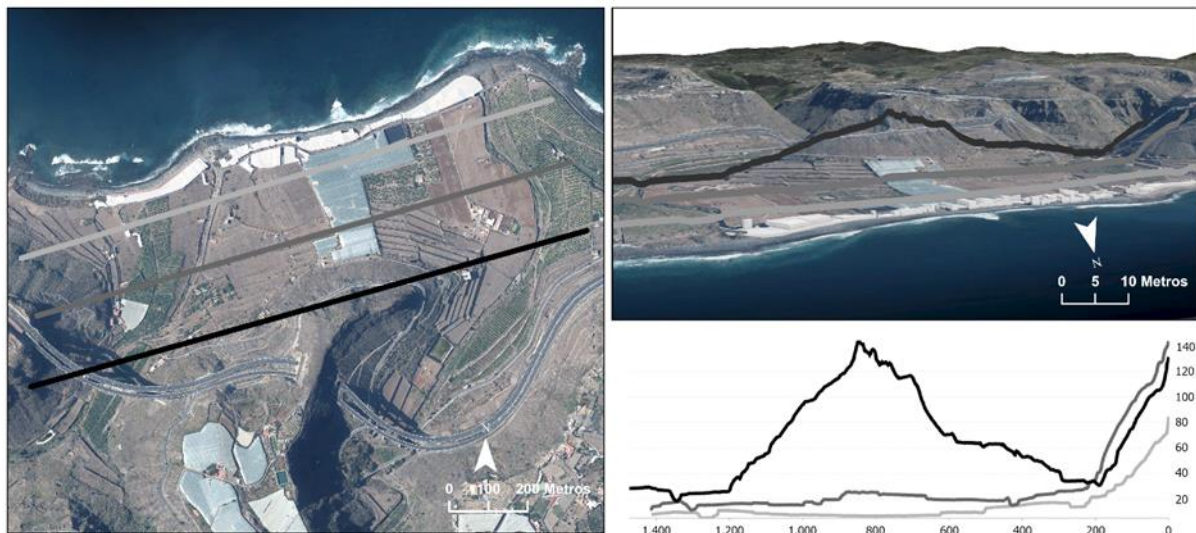


Figure 22. Sections longitudinal to the coastline

Source: Own elaboration

In this sense, on the inner margins of the town, we can observe that the slope, as well as the height, is increasing, culminating in two relevant geofoms, on the one hand, the El Verdugado ridge which reaches a height of 183 metres, an interfluve between the Moya and San Felipe ravines, and in the south-west sector, the Cuesta de Silva which is constituted as a cliff in the western sector of the San Felipe beach. These two geofoms, however, are strongly altered by the construction of terraces for the development of agricultural activity and the development of first and second order road infrastructures.

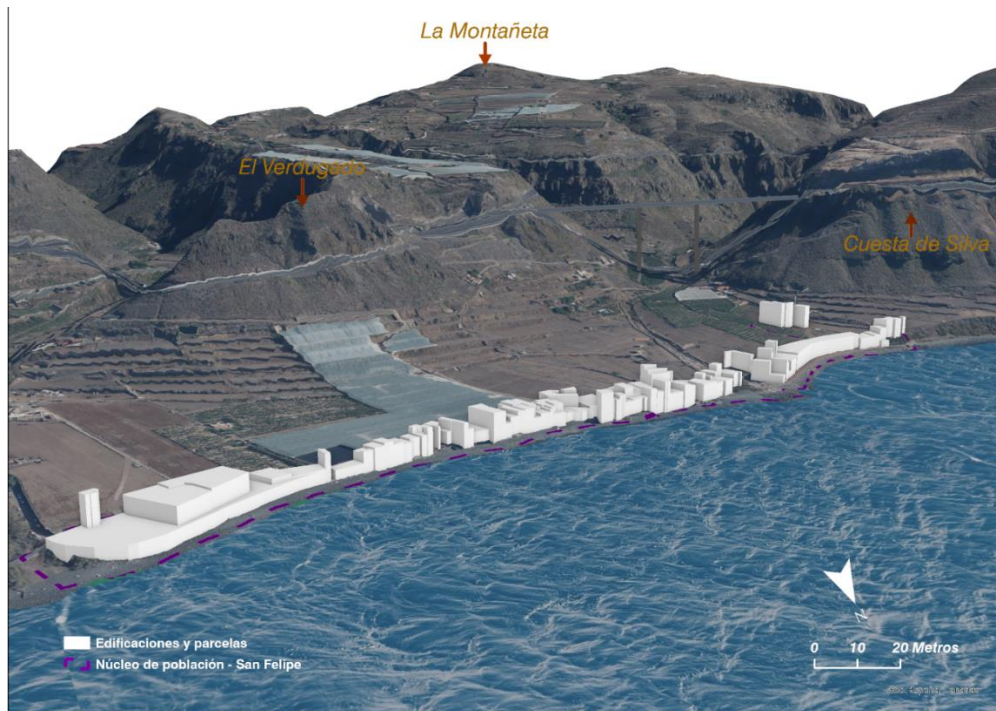


Figure 23. 3D view of the intervention area and the surrounding environment

Source: Own elaboration

In the northern part of the nucleus, on the coastline of the neighbourhood, there is an extensive beach of callaos (pebbles) that covers the entire northern margin of the study area, which becomes a small beach of volcanic sand located to the west of the nucleus of population, known as San Felipe beach or Vagabundos beach. The coast of callaos (pebbles) is characterised by a great diversity in the size of the callaos and, furthermore, in this area of the coastline, different large-sized boulders can be observed, ranging from a few centimetres to sizes of over 100 cm in diameter.

As far as the marine topography is concerned, no depths greater than 10 metres have been identified near the intervention area. In fact, these depths are generally more than 300 metres from the coastline. The submarine slope presents a progressive gradient, with an average slope of 8% in the area close to the coast and the intervention area and 3% towards the interior of the ocean, up to a depth of 30 metres, which suggests a stable and smooth submarine configuration in this coastal area, without changes or accidents in the marine relief.

Finally, the bathymetric topographic profile of the San Felipe coastline can be observed, where the slope remains very progressive up to approximately height 0, and then gradually increases up to the base of the buildings, which, in this area, are generally located at a height of between 2 and 4 metres.

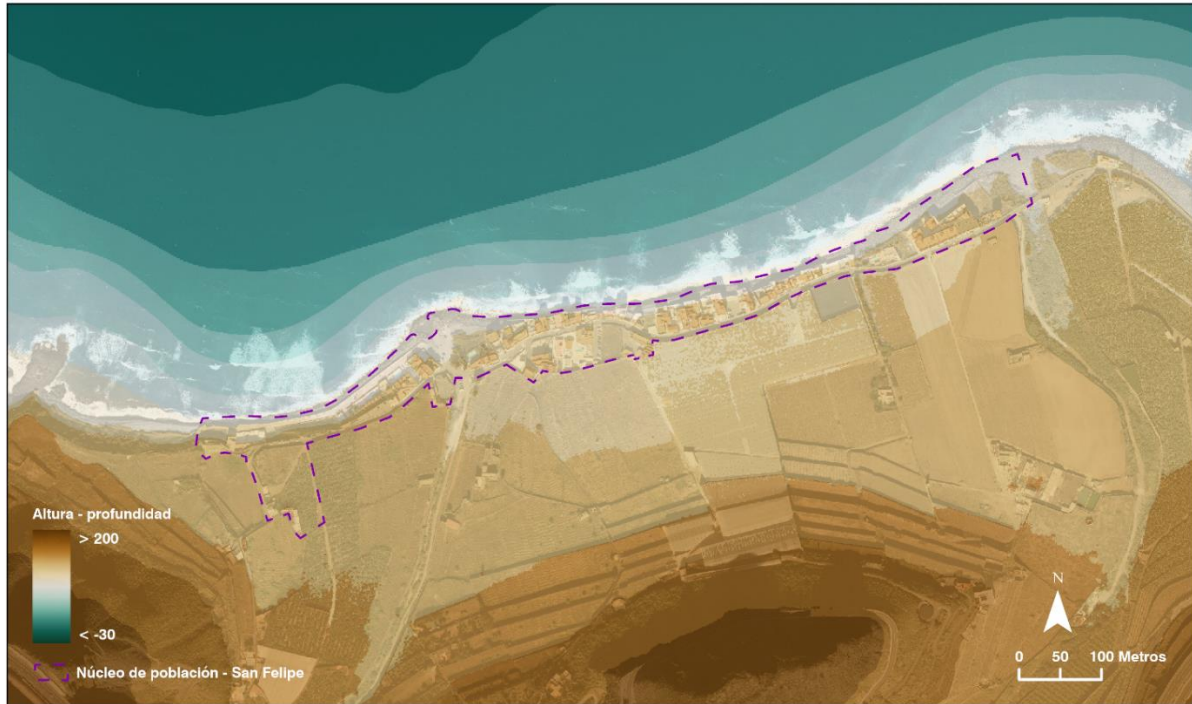


Figure 24. Topo-bathymetric map of the intervention area and its surroundings

Source: Own elaboration

This configuration, together with the predominant type of coastline in the area, characterised by a coastline of callao and pebbles of heterometric size, from decimetric to metric, varying according to their proximity or distance to the alluvial fans at the mouth of the ravines, forms a highly active, fragile and changing morpho dynamic environment. Thus, it is a type of coastline susceptible to morphological changes, especially in the intervention area, where the beach has a seasonal behaviour. This behaviour influences the evolution of the coastal profile, which can cause variations in the arrangement of the sediments and, consequently, affect the stability of the coast itself.



Figure 25. Elevation profiles in the intervention area

Source: Own elaboration

2.2.2.2 Geological features

Regarding the geology of the intervention area, 4 main lithologies can be distinguished, associated with the first volcanic cycle of Gran Canaria, especially the phonolitic formations and the Quaternary sedimentary deposits.

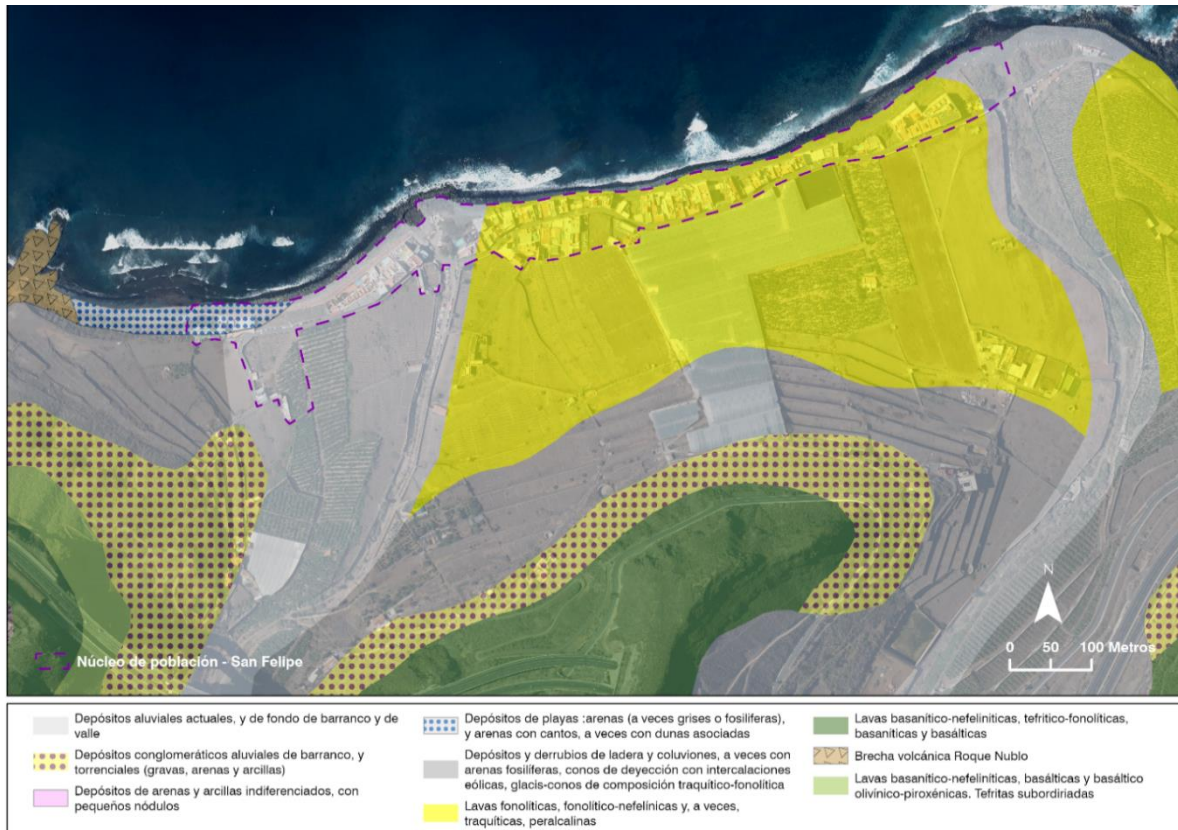


Figure 26. Geological units - lithologies of the intervention area and its surroundings

Source: Own elaboration based on data from Grafcan

I. Phonolitic, phonolitic-nepheline and sometimes trachytic, peralkaline lavas: Pile of phonolitic, trachytic and trachyphonolitic lavas, 2-22 m thick, greenish in colour, characteristically lagged and often aphanitic (sometimes only 2-4 mm sanidine crystals are prominent).

II. Beach deposits: sands (sometimes grey or fossiliferous), and sands with pebbles, sometimes with associated dunes: They tend to develop near the mouths of the most important ravines. For this reason, their granulometry is similar to that of these (pebbles, gravels and coarse heteromictic sands), although they may have different grain sizes depending on their distance from the source and their position on the beach.

III. Deposits and debris from slopes and colluvium, sometimes with fossiliferous sands, dejection cones with aeolian intercalations, glacia-cones of trachytic-phonolitic composition: Deposits of varied ages and nature, and diverse relationships with the hydrographic network. Likewise, the thickness is also variable, maximum in the lower areas. Occasionally, there may be aeolian intercalations.

IV. Current alluvial deposits, and ravine and valley bottom deposits: Deposits 1-5 m thick consisting of dark sands and heteromictic and heteromictic gravels (1-2 and up to 40-50 cm in size). Torrential deposits located in areas near the mouth of ravines.

2.2.3 Water resources

Conditioned by the geomorphological, lithological and climatic characteristics, the surroundings of the intervention area have very limited water resources, despite being located mainly between the mouths of two ravines. In this sense, the only water resource present would be the island aquifer, which, in the specific case of the area analysed, we would find the subdivision of the northern groundwater body (Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria, 2023b) with a volume of water that has been reduced for various reasons. In relation to the groundwater bodies, we can observe different hydraulic works such as wells and galleries that have allowed direct use of this aquifer at some point in history and which have in turn favoured agricultural development in the area. At present this body of water is deteriorated fundamentally due to anthropogenic pressures, saline intrusion due to its proximity to the coast and its overexploitation, as well as the reduction in precipitation due to climate change.



Figure 27. Zoning of the northern aquifer

Source: Own elaboration based on data from Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria

On the other hand, the water network is made up of two ravines, the Moya ravine and the San Felipe ravine, which run through the Moya ravine basin and the Gáldar - Moya inter-basin respectively. Both ravines are highly altered at the heights close to the intervention area with tracks and terraces that have modified part of the riverbed at their mouths. These ravines have no surface runoff at any time of the year, except on rare occasions, apart from at specific times associated with extreme weather events and/or torrential rainfall.

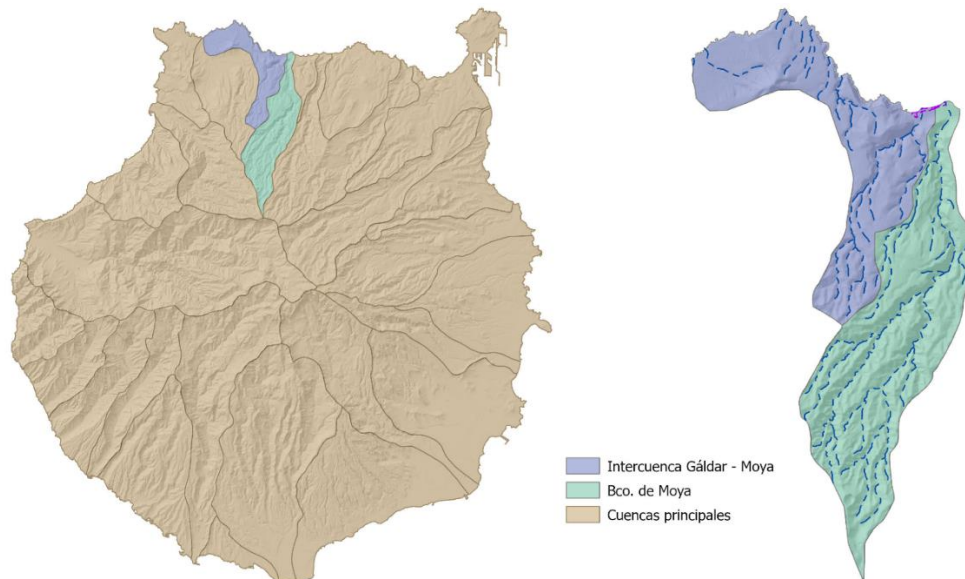


Figure 28. Main river basins and watersheds

Source: Own elaboration based on data from Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria

2.2.4 Climatic conditions

The climate of the Canary Archipelago is mainly influenced by the general circulation of the atmosphere, latitude, orography and proximity to the sea, which implies a notable climatic diversity that is particularly noteworthy in an island territory of small dimensions. This variability is clearly manifested in the area analysed, where, according to Köppen's climate classification, two climatic typologies typical of warm environments are identified (Chazarra-Bernabé et al., 2018):

- BWh – Hot Desert Climate: Characterised by dry conditions, with annual rainfall of less than 300 mm and an average annual temperature above 18°C. This climate has mild winters and hot summers, being typical of tropical and subtropical regions. Vegetation in these areas is sparse and adapted to aridity.
- BSh – Warm Steppe Climate: Similar to the previous one in terms of its dry character, but with slight differences in the amount of precipitation and in the predominant vegetation. Average annual temperatures also exceed 18°C, with mild winters and warm summers. This climate is associated with subtropical areas where vegetation is sparse and predominantly xerophytic, adapted to drought.

In this sense, the intervention area shares thermal and pluviometric characteristics with a large part of the northern coastal strip, as well as other areas of the island.

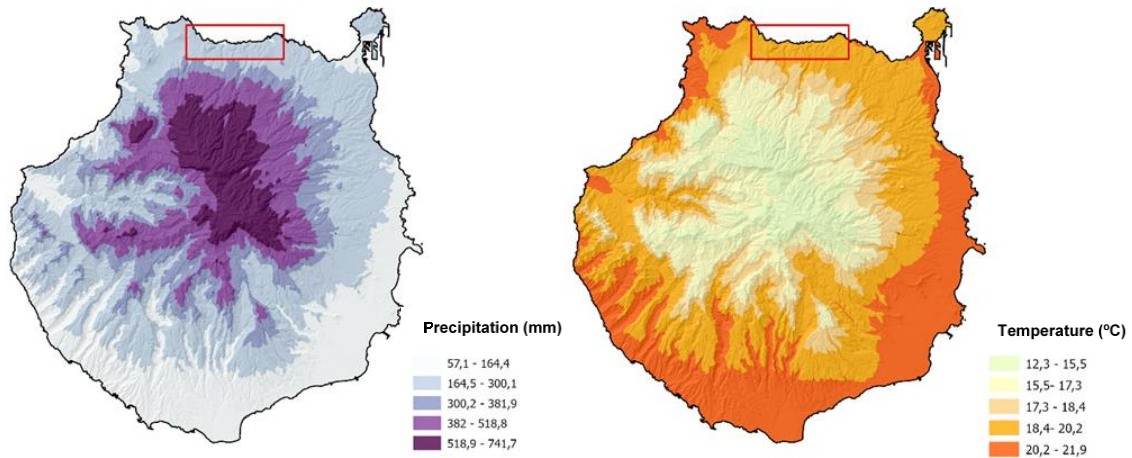


Figure 29. Average annual rainfall and average temperature, Gran Canaria

Source: Own elaboration based on data from Gobierno de Canarias

In general, as indicated by the Köppen climate classification, and as can be seen in the maps of climatic variables, rainfall in the area around the intervention area is extremely low. For the two most important population centres close to the area (Guía and Gáldar), the total annual rainfall is less than 280 mm, with a monthly average of 22,5 mm. Peak rainfall is recorded between November and March, with maximums ranging between 27 and 29 mm, while minimums occur in August and September, with values of between 14 and 16 mm.

The average annual temperature in the area is around 18°C. The average minimum temperatures, which are between 14°C and 15°C, are recorded in the months of January, February and December. On the other hand, average maximum temperatures, which vary between 20°C and 22°C, are observed in the warmer months of July, August and September.

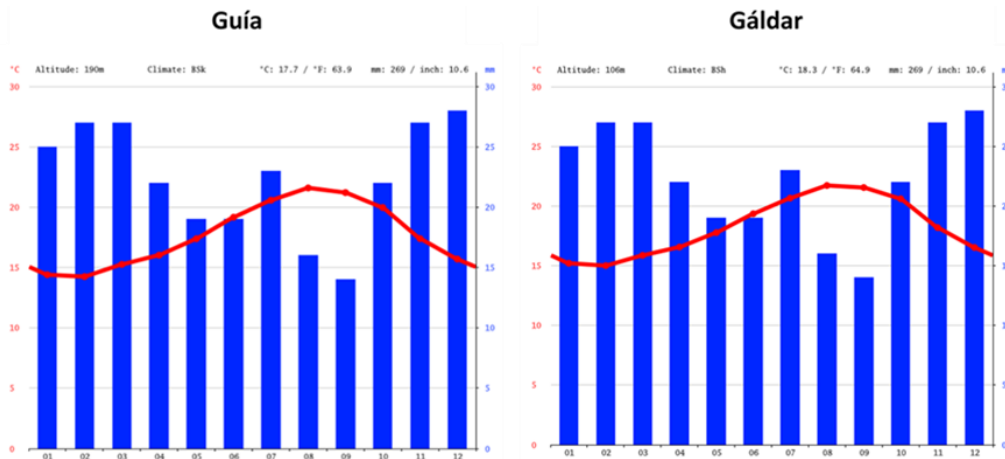


Figure 30. Climograms of nearby main population centres

Source: Climate-data.org

In addition to these conditions, it is important to highlight some factors that have a significant impact on the climatic characteristics in San Felipe, such as the following:

Firstly, the thermoregulatory effect of the ocean is very noticeable in San Felipe. The proximity to the sea not only moderate temperatures, but also increases humidity due to sea spray and sea breezes, even more so during daylight hours.

Secondly, the orography of the area, characterised by a rugged relief towards the interior and west, significantly influences the solar radiation received, especially after certain hours of the day due to the shadows cast by the geofoms present in the area, such as the Cuesta de Silva cliff (see figure below). In addition, the location of San Felipe between the mouths of the Moya and San Felipe ravines exposes the area to gully winds, which are generated by thermal differences between the high and low levels of these ravines.



Figure 31. Shadows cast (generalised) Cuesta de Silva at equinoxes and solstices

Source: Own elaboration

Finally, under the Azores anticyclone, the trade winds, which dominate the islands for much of the year, especially in summer, also play a crucial role in the region's climate. These winds, blowing from the northeast, are cool and moist, helping to maintain the archipelago's climatic stability and regulate thermal variability. The humidity provided by the trade winds is vital for many of the archipelago's ecosystems, particularly in the northern areas, where their influence extends up to altitudes of approximately 1500 metres, although in summer they tend to drop to 600-800 metres, meaning that the area of intervention will be under their influence for a large part of the year.

Finally, other processes affecting atmospheric conditions in the archipelago and in the area, including episodes of calima, Atlantic squalls and subtropical squalls, are observed on an occasional basis, although with increasingly irregular patterns.

2.2.5 Maritime climate

The aim of this section is to analyse and describe the maritime climate in deep waters off the beach of San Felipe, Gran Canaria, in order to understand the average and extreme sea conditions. This study is fundamental to design coastal defences and protect the area from storms that are more frequent due to climate change (Afonso, 2023e). San Felipe is characterised by its cliffs, volcanic beaches and natural attractions, and is a popular destination for water sports. Given its exposure to the Atlantic, the region is vulnerable to weather events that require careful management to protect the community and the natural environment.

2.2.5.1 Ordinary deep-water wave regimes

The average maritime climate regime includes parameters such as water temperature, salinity, wave height and period, and wind patterns. These data, obtained from the SIMAR set (point 4035011) of Puertos del Estado (Ministry of Transport and Sustainable Mobility, n.d.), allow the study of average conditions and their seasonal variations along the coast. The aim is to assess how these conditions impact the coastal environment and to develop adaptive strategies in the face of climate change (AEMET, 2016). Advanced statistical tools are used to characterise waves and ensure the safe planning of port infrastructures.

Joint distribution of peak period and significant height

The analysis of waves on the north coast of Gran Canaria, based on data from SIMAR point 4035011 (1958-2023), is crucial for understanding marine dynamics and designing resilient infrastructures. It focuses on two key variables: the Significant Height (H_s) and the Peak Period (T_p), which allow the assessment of wave energy and its impact. The study provides annual and seasonal analysis, identifying wave patterns and variations throughout the year, providing valuable information for risk management and coastal planning.

Wave energy distribution according to direction of origin and wave height

Puertos del Estado uses wave roses to visually represent the direction and height of waves throughout the year, showing both average and extreme conditions. These roses are presented first on an annual and then on a seasonal basis, allowing a detailed analysis of seasonal variations. This information is key to anticipate impacts on port activities and design mitigation measure to ensure safety and efficiency in the port.

In addition, the analysis of the wave regime of Puertos del Estado compiles data on wave heights and directions, presented in tables showing annual and seasonal patterns. These tables make it possible to observe ranges of magnitude and predominant wave trajectories, facilitating the identification of variations and trends. This analysis is key to effective and safe port planning and management.

Conclusions

The predominant swell directions at SIMAR point 4035011 are North and Northwest, with the Northeast gaining prominence in summer due to trade winds. Winter and autumn show more intense and persistent swells, while spring and summer are more moderate. These seasonal patterns are key for coastal planning, considering the possible effects of climate change.

A global seasonal comparison of significant wave height (Hs) and wave source directions for SIMAR point 4035011 is presented below.

Table 7. Comparative significant height (Hs)

Station	Predominant Hs Range	Presence of High Waves (>2.5m)	Wave Energy Level
Winter	1,5 – 2,5 m	High	High
Spring	1,5 – 2,0 m	Moderate	Moderate
Summer	0,5 – 1,5 m	Very Low	Low
Autumn	1,5 – 2,5 m	Moderate – High	Moderate – High

Source: Own elaboration

Wave heights decrease progressively from winter to summer, intensifying in autumn as a transition to winter. Winter has the most extreme swell, followed by autumn with high waves, while spring moderates the swell energy between severe winter and calmer summer conditions.

Table 8. Comparative source directions

Station	Main Direction	Secondary Directions	Directional Diversity
Winter	North (N)	North-West (NW y NNW)	Low
Spring	North (N)	North-East (NNE), North-West (NW)	Moderate
Summer	North-East (NNE)	North (N), East (E)	High
Autumn	North (N)	North-West (NW y NNW)	Moderate

Source: Own elaboration

The swell at SIMAR point 4035011 has a clear seasonality: the north dominates in winter, spring and autumn, while the northeast prevails in summer due to trade winds. Severe winter patterns return in autumn. These well-defined patterns could be altered by climate change, affecting coastal management in Gran Canaria. It is crucial to continue monitoring and analysing data to anticipate future impacts and protect coastal communities and marine ecosystems.

2.2.5.2 Results average wave regime

The results from Puertos del Estado provide the following information:

- Joint distributions show histograms and contingency tables for Hs and Tp. The contingency tables allow cross-referencing the information on a sectoral basis.
- The wave roses represent the height and direction of the wave associated with its probability of occurrence.
- The graphs of the mean regime by Weibull report the Probability of non-exceedance of the Hs.
- The mean and maximum exceedance duration plots provide information on maximum and minimum durations in hours of observed exceedances above or below a threshold.
- The average number of exceedances graphs give annual or seasonal averages of the number of cases of Hs greater than a set value with duration greater than a given number of days.
- The percentage of exceedances graphs give annual or seasonal averages in % of Hs greater than the set values with duration greater than a given number of days.

The following graphs show both for the annual period and by season, the ordinary predominant swell processed at the SIMAR point consulted

Table 9. Mean wave parameters obtained by coastal buoy stations

Period	Hs (m)	Tp (s)	Main direction	Secondary direction
Annual	1,5 – 2,0	8 - 12	North (N)	North-West (NW, NNW)
Winter	1,5 – 2,5	10 - 14	North (N)	North-West (NW, NNW)
Spring	1,5 – 2,0	8 - 12	North (N)	North-East (NNE)
Summer	0,5 – 1,5	6 - 10	North-East (NNE)	East (E)
Autumn	1,5 – 2,5	10 - 12	North (N)	North-West (NW, NNW)

Source: Own elaboration

2.2.5.3 Extreme wave regime in deep waters

The study of the extreme deep water wave regime that may affect the defence will take into account the storms recorded at SIMAR point 4035011 and for this purpose a characterisation of these extreme events will be made at both scalar and directional levels.

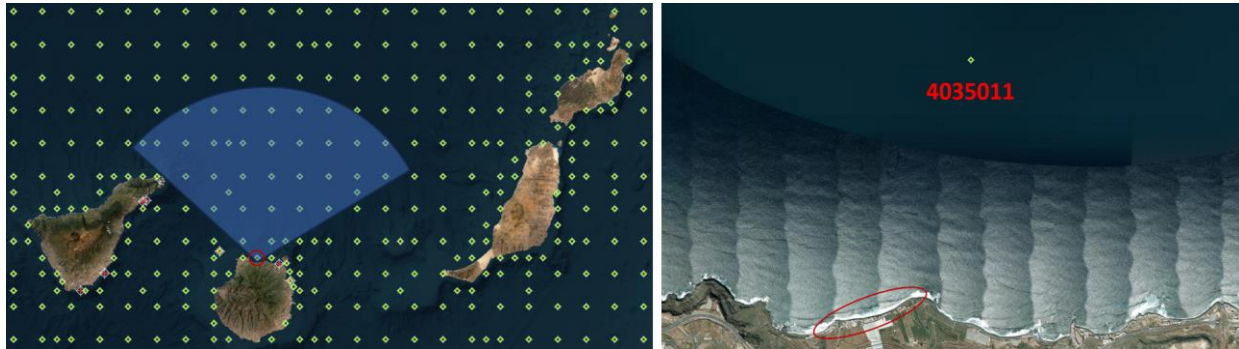


Figure 32. Location of SIMAR point 4035011

Source: Own elaboration based on data from Puertos del Estado

2.2.5.3.1 Scalar Extreme Regime (REET)

In order to obtain the Extreme Scalar Event Event Rate (ESER-REET) in deep waters in the directional sector that affects the project, a characterisation of the extreme or temporary events in our study area will be carried out. These extreme or temporary events are considered when they have a reduced probability of occurring in the useful life of the construction site.

This analysis has been carried out using the method of annual maxima to calculate the extreme regime, taking into account the Gumbell and Weibull distributions.

Below is a summary table with the values obtained from the distributions chosen for the study of the scalar extreme regime in deep waters and the graph showing the data sample with the best fitting distribution function.

Table 10. Gumbell and Weibull distributions in the study of the scalar extremum regime (REET)

Function	Ec. Linear Regression	R	R2
Gumbell	$H_s = 0,61309 y + 4,267011$	0,993	0,985
Weibull C=1	$H_s = 2,26809 y + 1,715318$	0,910	0,828
Weibull C=1.4	$H_s = 2,57935 y + 1,829502$	0,918	0,842
Weibull C=2	$H_s = 1,24284 y + 0,439576$	0,972	0,945

Source: Own elaboration

After analysis of the results obtained, it is concluded that the **Gumbell distribution** is the best fit. All calculations can be consulted in *Appendix 1: Maritime Climate Calculations*.

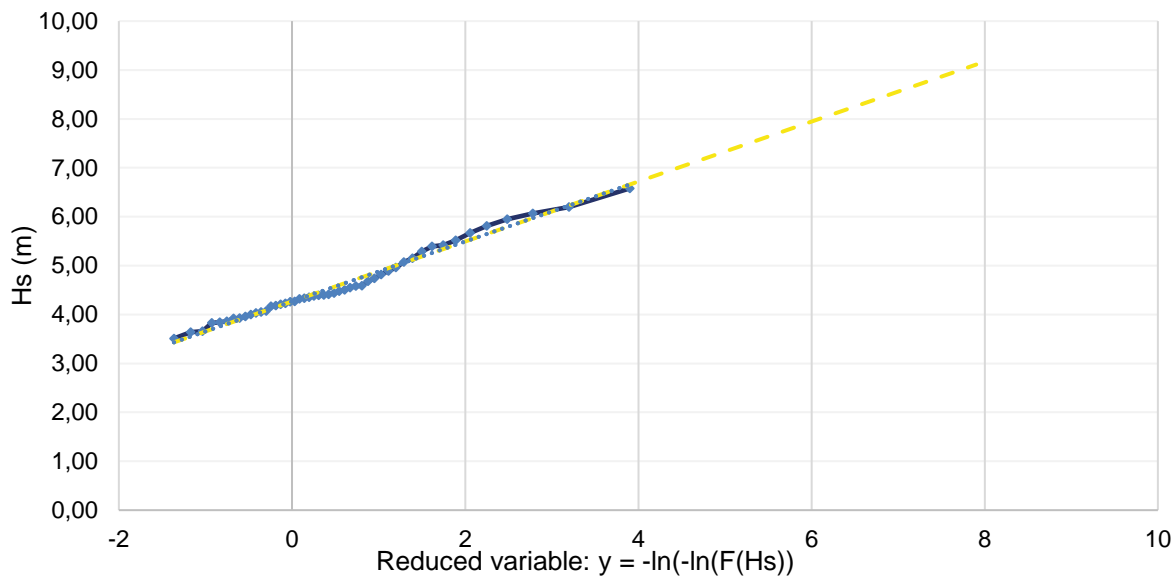


Figure 33. Gumbell distribution function

Source: Own elaboration

Risk of extreme scalar Hs occurrence

In order to analyse the risk of extreme scalar Hs occurrence in the sector over the useful life of the construction site, a series of calculations and considerations will be carried out, starting with the choice of the useful life of the construction site that will be subjected to storm surges, as well as the return period of these surges.

Choice of the useful life of the work

The service life of a project is the period during which the work fulfils its main function. Its choice is based on the analysis recommended by the ROM 02-90, which establishes minimum useful lives for definitive works, according to table 2.2.1.1 of these regulations.

The useful life of a structure is determined by considering its service life, the economic feasibility of repairs, possible changes in the conditions of use and adaptation to new needs. Infrastructures are classified as general, not linked to industrial installations, and industrial, specific to certain operations. The current project is classified as general infrastructure, establishing a useful life of 25 years. In addition, the risk of human loss and environmental damage in case of failure is assessed using a table of risk levels and considering ROM 02.90 for risk assessment of scalar extreme Hs.

For the fender construction, the lifetime has been set at $L = 25$ years. The risk has been set between $R = 30\%$ and $R = 50\%$. Taking these data into account, the Tr values obtained are as follows:

- $L = 25$ years and $R = 30\%$ → $Tr = 70,6$ years.
- $L = 25$ years and $R = 50\%$ → $Tr = 36,6$ years.
- A **$Tr = 70$ years** is chosen.

Selection of the design wave height

In designing marine works, such as coastal defences, it is essential to consider the extreme wave regimes and the return period (Tr), which indicates the frequency of events exceeding a significant height (Hs). This analysis helps to balance risk and cost, ensuring that infrastructure can withstand extreme events, thereby protecting lives and resources. The selection of the return period is based on the Marine Works Recommendations (ROM) and takes into account the economic, environmental and social impacts of the loss of functionality of the works, using Economic Impact Indices (ERI) and Social and Environmental Impact Indices (SEI) to establish recommended values.

The minimum return period will be:

$$Tr = \frac{1}{1 - (1 - 0,2)^{1/15}} = 67,7 \text{ YEARS}$$

Applying an upper close value on the safety side and the usual benchmark in marine works design, a **return period of Tr = 70 years** is established.

Probability of non-exceedance

With the Tr obtained, the Probability of Non-Exceedance is calculated using the formula:

$$Tr = \frac{1}{1 - F(Hs)}$$

With F(Hs), the reduced variable is determined using the Gumbel and Weibull distribution functions. From these and the plots of the Scalar Extremal Regime of Storms (REET), the computational wave height (Hs) associated with the return period (Tr) is obtained. After analysing the data, the Hs and its corresponding Tr are selected by fitting the Gumbell distribution function.

Table 11. Tr and Hs for Gumbell distribution function

Return period	Hs (m)
50	6,66
70	6,87
100	7,08
500	8,076

Source: Own elaboration

The linear regression fit with the Gumbell distribution function and 90% confidence bands for SIMAR point 4035011 is shown below.

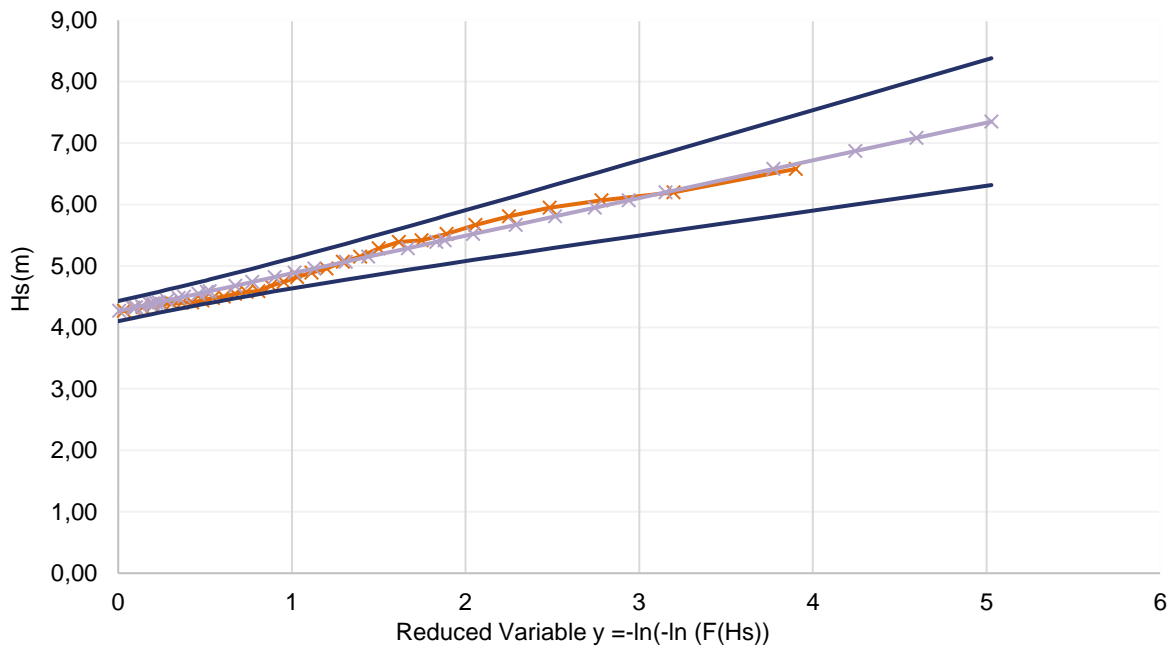


Figure 34. Hs-plot and reduced variable "y" by Gumbell F.D.D. fitting

Source: Own elaboration

The confidence intervals of the Hs of a D.D.F. of the Extreme Regime will be calculated in this work on the basis of the ROM 02.90, in which the confidence bands are established with the +90% percentile. The D.D.F. chosen in this case is the Gumbell D.D.F., taking into account the Hs results obtained in the previous section.

For the Gumbell D.D.F. the Hs = 6,87 m and the $\Delta H_s 90\% = \pm 1,65\sigma = 0,87$ m, a $\pm 12,7\%$ confidence band.

2.2.5.3.2 Extreme directional regime

In order to obtain the directional Hs in deep water, it is necessary to take into account the fan directions affecting the construction site that meet the following condition:

- "That they have the same risk as the Hs scales of the sector, i.e. that they have the same return period and the same probability of occurrence in the useful life of the construction site".

The performance is affected by storms with the following swell directions:

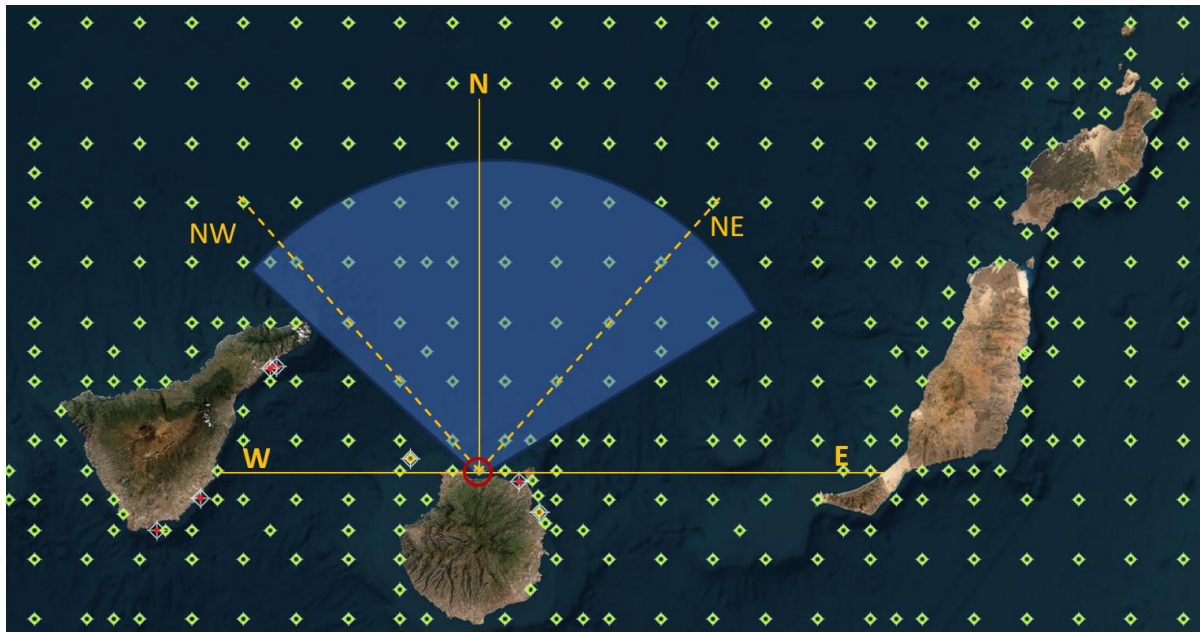


Figure 35. Directions of storm surges affecting the site

Source: Own elaboration based on data from Puertos del Estado

The 'Relative Method 2' (J.A. Afonso, 2010) was used to calculate the maximum significant heights (H_s) in deep waters around the archipelago, analysing 10 WANA-SIMAR points for 52 years. Sixteen monthly maximum H_s series were generated, obtaining the 85%, 90% and 95% percentiles. Directionality Coefficients' were calculated, allowing the determination of the Directional Extreme Significant Heights, resulting in a H_s of 6,87 m for a return period of 70 years and 7,08 m for 100 years, with confidence bands of $\pm 90\%$.

For the Gumbell F.D.D. the $H_s = 6,87$ m and the $\Delta H_s 90\% = \pm 1.65\sigma = 0,87$ m, a $\pm 12,7\%$ confidence band.

Table 12. Directional extreme significant H_s heights (H_{sdir}) confidence band $\pm 90\%$.

Directions	Cd	Hsdir	Hsdir $\pm 1,65 \sigma$
ENE	0,527	3,62	4,08
NE	0,64	4,40	4,95
NNE	0,758	5,21	5,87
N	0,802	5,51	6,21
NNW	0,945	6,49	7,31
NW	1	6,87	7,74
WNW	0,823	5,65	6,37

Source: Own elaboration. Nota: Ppor el método relativo 2 de J.A. Afonso (2010) en aguas profundas

For the Gumbell D.D.F. the $H_s = 7,08$ m and the $\Delta H_s 90\% = \pm 1.65\sigma = 0,86$ m, a $\pm 12,15 \%$ confidence band.

Table 13. Directional extreme significant H heights (Hsdir) confidence band $\pm 90\%$.

Directions	Cd	Hsdir	Hsdir $\pm 1,65 \sigma$
ENE	0,527	3,73	4,18
NE	0,64	4,53	5,08
NNE	0,758	5,36	6,02
N	0,802	5,68	6,37
NNW	0,945	6,69	7,50
NW	1	7,08	7,94
WNW	0,823	5,83	6,53

Source: Own elaboration. Note: By relative method 2 of J.A. Afonso (2010) in deep waters.

2.2.5.3.3 Ratio HS vs Tp in storms

The main objective is to calculate the peak periods (Tp) of deep-water storms for each direction affecting the coast or the studied construction site. These data are essential for the propagation of waves towards the coast and the design of maritime worksite. Information from SIMAR point 4035011 will be used, focusing on the tables of maximum monthly Hs with their associated Tp, covering the period from 1958 to 2023.

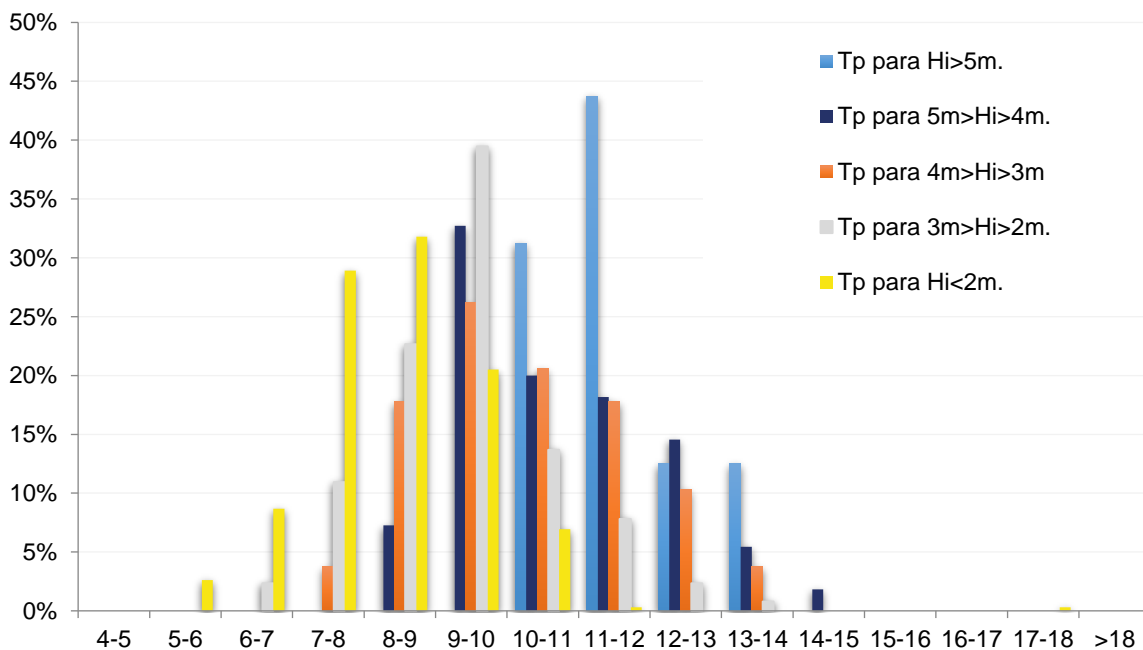


Figure 36. Frequency of occurrence peak periods for the record dataset

Source: Own elaboration

2.2.5.4 Final results and conclusions of the extreme maritime climate study

The characteristics of the chosen maritime worksite are as follows:

- **Useful life: 25 years**
- **Tr = 70 years**
- **R = 30%**

The results obtained are shown in the table and figure below.

Table 14. Tp associated with extreme directional Hs. Tr 70 years

Θ	Hsed (m)	Hsed + BC 90% (m)	Tp (s)
ENE	3,62	4,08	9 - 10 - 11
NE	4,40	4,95	9-10-11-12
NNE	5,21	5,87	10-11-12-13
N	5,51	6,21	10-11-12-13
NNW	6,49	7,31	14 - 16
NW	6,87	7,74	14- 16 - 17
WNW	5,65	6,37	10-11-12-13

Source: Own elaboration

- Θ = Directions affecting the worksite
- Hsed = Directional extreme Hs Deep water (MR2¹)
- Hsed + BC 90% = Hs directional deep water extremities plus 90% Confidence Band
- Tp = Tp associated in 'temporary' to each Hs

Also included are results obtained for a 100-year return period, which is considered in climate change studies:

Table 15. Tp associated with extreme directional Hs. Tr 100 years

Θ	Hsed (m)	Hsed + BC 90% (m)	Tp (s)
ENE	3,73	4,18	9 - 10 - 11
NE	4,53	5,08	9-10-11-12
NNE	5,36	6,02	10-11-12-13
N	5,68	6,37	10-11-12-13
NNW	6,69	7,50	14 - 16
NW	7,08	7,94	14- 16 - 17
WNW	5,83	6,53	10-11-12-13

Source: Own elaboration

¹ MR2: Relative Method 2 of J.A. Afonso (2010)

The maritime climate study concludes that the highest significant wave heights are recorded in the North-West (NW) and North-North-West (NNW) directions, with heights of 6,87 m and 6,49 m, respectively. When the 90% confidence band is included, these heights increase to 7,74 m (NW) and 7,31 m (NNW). Peak periods vary between 9 and 17 seconds, being higher in NW and NNW, indicating longer and more energetic waves. For a 100-year return period, heights increase, with NW reaching 7,94 m, highlighting the need to plan for these extreme weather hazards.

2.2.5.5 Sea level

The reference high tide level (PMVE) will be taken as $\eta = +2,97$ m above the zero of the port of Las Palmas de Gran Canaria, where the tide gauge is located.

The following table shows the adopted sea level under extreme conditions, resulting from the sum of the astronomical tide and meteorological tide component (the 'set up' and 'run up' phenomena of the swell are not taken into account):

Table 16. Sea level references in metres

PMMA	BMM	NMM	Nmax	Nmin
3,11	0,14	1,58	3,19	0,0

Source: Own elaboration

The levels shown are referred to the REDMAR zero. To refer to the national geodetic zero (IGN): level – 1,550 and to refer to the hydrographic zero: level – 0,190.

2.3 Spatial Planning Considerations

This section will develop an analysis of the regulatory constraints, with particular relevance imposed by urban planning and sectoral policies within the intervention area. The legislative aspects of European, national or regional regulations could affect the study area, such as environmentally sensitive or specifically protected areas. This section also includes a review of the aspects related to urban and territorial regulations that may affect the intervention area, and in particular those related to the General Plan for the Management of the Municipality of Guía, the Island Management Plan of Gran Canaria and the determinations established by the Coastal Law for its areas of servitude and protection.

2.3.1 Current situation: Land use

The physical model High Resolution Land Cover Information System in Spain (SIOSE AR) is the organisation of the conceptual data model, which describes the objects, attributes, relationships, consistency rules and structure of the specific geographic information on land cover. SIOSE AR is part of the National Plan of Territory Observation (PNOT) and is a unique source of information on existing land uses that allows a preliminary assessment of the actual conditions of a specific area of the territory.

Regarding the main land uses derived from the SIOSE AR, we can observe the following categories identified in the following figure. In this sense, within the population centre, residential uses predominate, followed by natural land areas, mainly consisting of the beach of callaos, the road system, transitory areas, agricultural-commercial production areas and then the natural aquatic areas at the mouth of the San Felipe ravine and the Barranco de Moya ravine.

From the data supplied by SIOSE AR, a high percentage of residential use (29,5%) can be detected in the population centre, followed by natural terrestrial areas, concentrated along the coastline (20,8%). Roads are the third largest category with 11.225,5 m² (17%), constituting the main service infrastructure of the intervention area. The next most important categories are Transitory areas (15,3%), corresponding to spaces without buildings, and commercial agricultural production areas (12,2%). The remaining 8 categories occupy the least surface area, representing the remaining 5,3%, as can be seen in the following table.

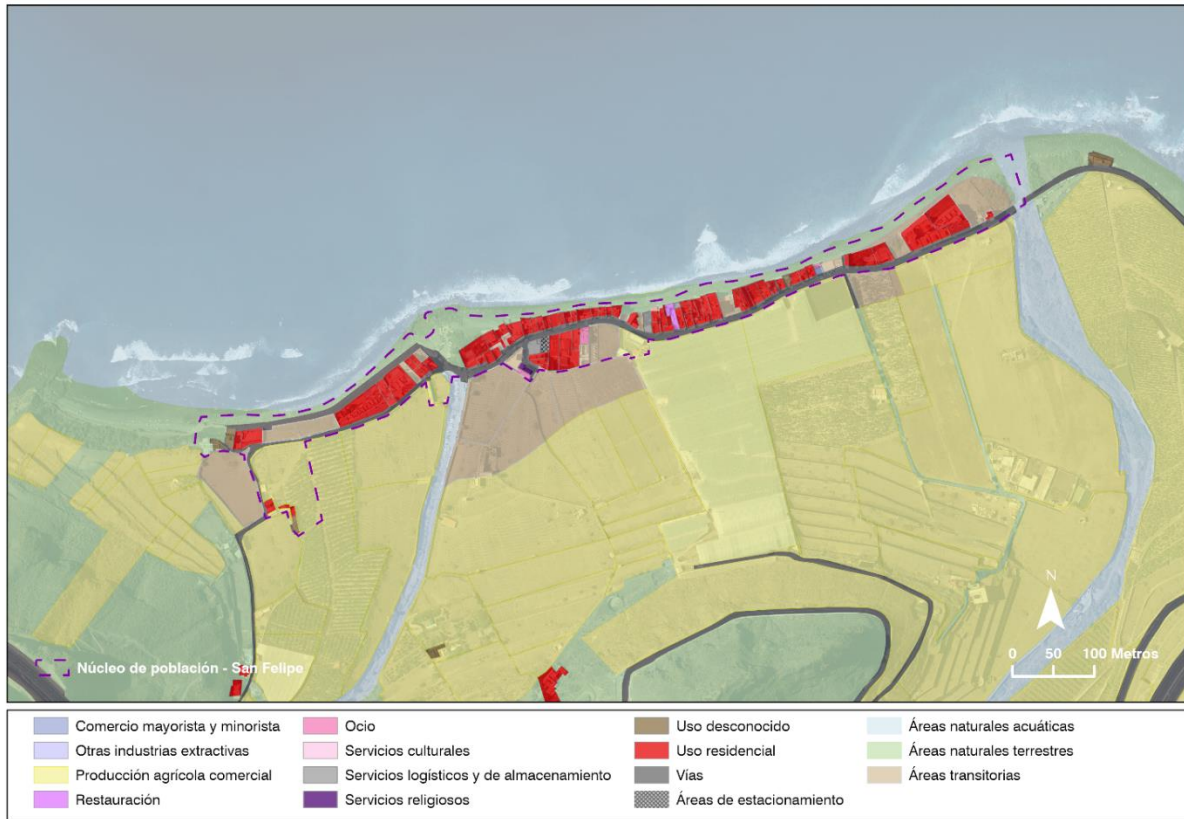


Figure 37. Land use of the study area

Source: Own elaboration based on data from SIOSE AR

Table 17. SIOSE areas and percentages in the population centre

S-AR Main Uses	Surface (m ²)	%
Residential use	19.453,8	29,5
Natural land areas	13.743,7	20,8
Roads	11.225,5	17,0
Transitory areas	10.060,2	15,3
Commercial agricultural production	8.042,6	12,2
Aquatic natural areas	1.088,6	1,7
Unknown use	696,4	1,1
Logistics and storage services	569,4	0,9
Leisure	368,3	0,6
Restoration	276,7	0,4
Parking areas	194,9	0,3
Religious services	136,9	0,2
Wholesale and retail trade, repair of vehicles and personal and household goods	75,2	0,1
Total	65.932,2	100,0

Source: Own elaboration based on data from SIOSE AR

2.3.2 Territorial planning: Plan Insular de Ordenación (Island Management Plan)

On 19 January 2023, the final approval of the Revision of the Gran Canaria Island Management Plan (PIO-GC) was published, for its adaptation to Law 19/2003 on General Management Guidelines and the Canary Islands Tourism Management Guidelines. The Island Management Plan is therefore the general instrument for the management of the Island's natural resources and territory. The document develops a detailed planning of various sectors of the island, developing in the area of intervention the PTP-15 Partial Territorial Plan, Ordenación del Litoral del Norte: Arucas - Moya - Santa María de Guía, approved on 16 February 2023. The aim of the PTP15 is the integrated planning of the Territorial Management Area nº6 defined in the PIO-GC by virtue of its natural or functional characteristics.

This territorial plan covers a wide coastal strip in the north of Gran Canaria, specifically in the municipalities of Arucas, Moya and Santa María de Guía, with the main objective of structuring, regenerating and organising this strategic area and the establishment of coastal facilities, recreational and nautical services and other uses, as well as residential and logistical commercial activities.

The PTP-15 defines for the San Felipe area certain specific guidelines with a direct impact such as:

- Recovery of the coastal edge, currently occupied by buildings.
- The demarcation of the ravine channels.
- The establishment of a priority restoration area (Charco de las Palomas - San Felipe), capable of regenerating the environmental values of the area, by means of actions such as ecological regeneration, cleaning of rubbish and debris, restoration of slopes, etc.
- Structuring facilities of supramunicipal interest for economic values, where an area of leisure and sports facilities related to the open space and or linked to the sea is proposed, especially for Surfing (El Roque - Playa de San Felipe). These actions must have a series of criteria in relation to San Felipe such as coordination with the new residential area of the population centre or the corresponding integration of the seafront promenade in San Felipe.
- Structuring green axis that will reach San Felipe by requalifying the old Cuesta de Silva road and will extend along the current GC-207.

More specifically, the PTP-15 establishes a series of actions to improve the scope of the intervention area.

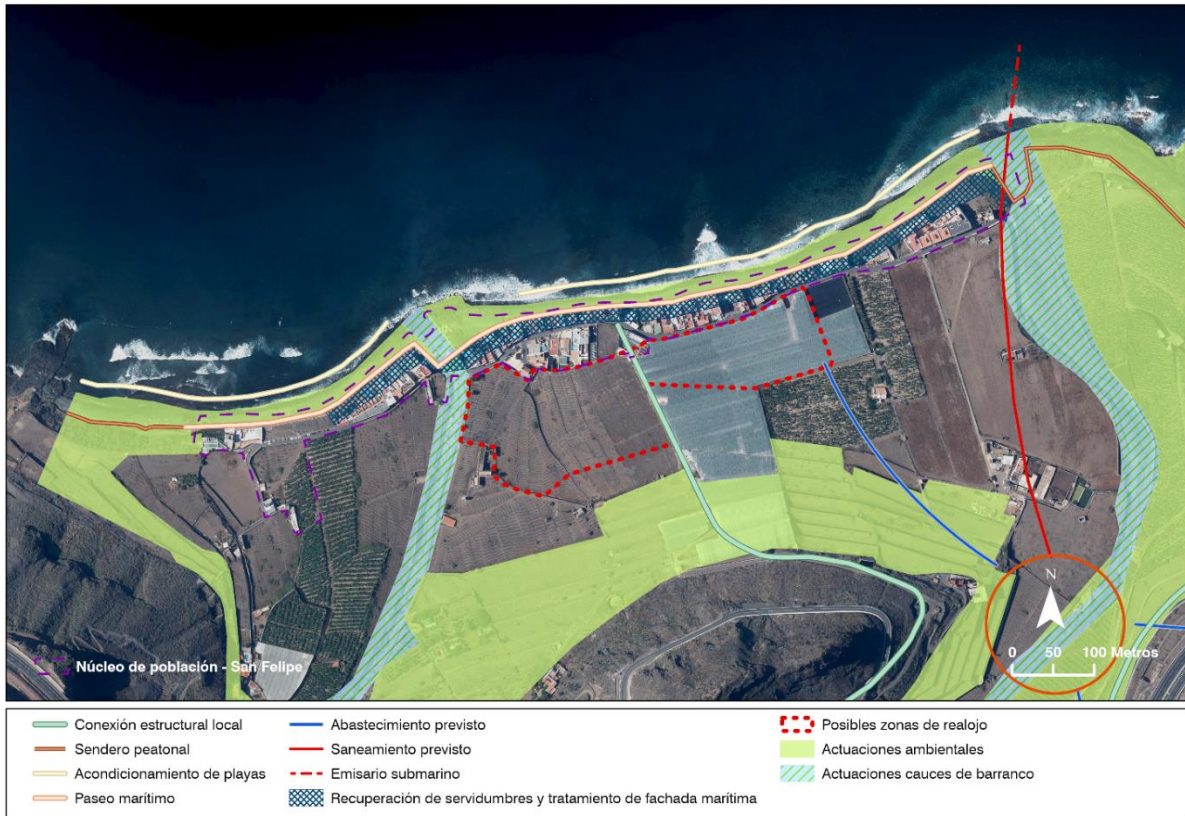


Figure 38. Actions foreseen by the PTP-15

Source: Own elaboration based on data from PTP-15.

- Possible rehousing areas: An area is established for the possible rehousing of the dwellings located in the DPMT to the south of the Camino de San Felipe, currently occupied by abandoned terraces and greenhouses that are currently being exploited.
- The development of the San Felipe beach and the San Felipe coastline.
- Location of a new pumping station with connection to the San Felipe sewage station and its channelling to the submarine outfall.
- Recovery of the easement, occupied by dwellings that do not comply with current coastal legislation.
- Priority restoration of the coastal strip.
- Promenade in connection with the pedestrian path along the coastal strip.
- Road in connection with the local road network, this connection would be made from the GC-751 at the Lomo del Verdugado, where this road currently runs.

2.3.3 Municipal Planning: Plan General de Ordenación (Master Plan)

The Master Plan of the municipality (PGO), constituted by the document of Final Approval of the Revision of the Master Plan of Santa María de Guía, published on 17/05/2017, specifies the main uses, defines and establishes the different classes, categories and subcategories of land.

Regarding the class and category of land that have been established for the intervention area and its immediate surroundings, the following are distinguished:

- Urban land consolidated by urbanisation (SUCU-6).
- Rustic Land for Landscape Protection (SRPP-1): for the preservation of the landscape value, natural or anthropized, and of the physiographic characteristics of the land, as well as the traditional uses that have shaped the landscape.
- Rustic Land for Natural Protection (SRPN-2): for the preservation of natural or ecological values and resources, including hydrological and forestry resources when they are subject to conservation, recovery and, where appropriate, traditional use.
- Rustic Land of Territorial Protection (SRPT). It corresponds to the category of common rustic land in the subcategory that corresponds to its destination.
- Rustic Land of Coastal Protection (SRPL). For the management of the maritime-terrestrial public domain and the transit and protection easement areas, when they are not classified as urban or developable and in them are present natural values that justify this categorisation.



Figure 39. Land classes, categories and subcategories

Source: Own elaboration based on data from PGO

Bearing in mind that the intervention area is located mainly within Consolidated Urban Land (SUCU-6), the conditions to be met by the buildings are indicated below.

Article 209.- Building typology b2

- Typology: Closed block building.
- Predominant use: residential use in single-family dwellings. Community uses, in the corresponding category, for plots classified as such in the detailed plans of uses and typologies.
- Complementary uses: commercial uses that do not impede or disturb the predominant use and are located on the ground floor with independent access, commercial use in the category of commercial premises, offices in the categories of private offices and professional offices, type 'A' and 'B' warehouses and domestic workshops, and finally the use of garages, with a minimum of 1 parking space per dwelling on unconsolidated urban land and land for development.
- - Alternative uses: Collective housing, public uses that can be implemented because they are viable in this type of building, private offices and commercial premises.
- Plot: The minimum plot size is 120 m². The minimum length of the front boundary shall be 6 m and it must also be possible to inscribe a circle of 6 metres.
- Building height: The maximum height shall be two storeys and 7 m (cornice). The premises permitted on the ground floor will have a maximum clear height of 3.50 m.
- Buildability: The maximum buildable area of the plots is 1.80 m² built per m² of plot area. On corner plots it will be 2.00 m² / m² provided their minor depth does not exceed 15m.
- Occupation: The occupation of the plot is established by a percentage or by application, where appropriate, of the building limit lines on the plot represented in the detailed development plans or the maximum buildable depth. The percentage occupation will be 90%, with the unoccupied area being used as a ventilation and light courtyard. The percentage of occupation may be increased to 100% when the ground floor is used as a domestic or commercial workshop or warehouse, as long as forced ventilation is guaranteed. On corner plots it will be 100%, provided that the minimum depth does not exceed 15m. The maximum buildable depth is set at 20m, except when the detailed planning establishes this by means of a building limit line drawn for this purpose for urban planning reasons. In plots with front and rear facades, an increase of up to 40 metres is tolerated.
- Occupation: The occupation of the plot is established by a percentage or by application, where appropriate, of the building limit lines on the plot represented in the detailed development plans or the maximum buildable depth. The percentage occupation will be 90%, with the unoccupied area being used as a ventilation and light courtyard. The percentage of occupation may be increased to 100% when the ground floor is used as a domestic or commercial workshop or warehouse, as long as forced ventilation is guaranteed. On corner plots it will be 100%, provided that the minimum depth does not exceed 15m. The maximum buildable depth is set at 20m, except when the detailed planning establishes this by means of a building limit line drawn for this purpose for urban planning reasons. In plots with front and rear facades, an increase of up to 40 metres is tolerated.
- Setbacks: In general, setbacks and courtyards are expressly prohibited in typology b2, except for existing buildings which, on the entry into force of this PGO, have a private garden on the façade, as shown on the detailed development plans, and which are necessary to form a continuous façade that corresponds to the building typology in place. Likewise, for this typology, a setback of the façade plan is foreseen according to the detailed development plans with respect to the official alignment or lateral or front boundaries, for those plots that comply with the provisions of article 192 a) 1. b and a) 2 of these regulations. Plots bordering on rural land

must comply with the setbacks established in article 214 of these regulations. Likewise, the building to be constructed may be set back a minimum of 2 metres as a view easement if the adjoining plot has a building with openings on the dividing wall or interior façade.

- Overhangs: Overhangs of closed or open bodies of buildings are permitted up to a maximum of 50% of the total length of the façade. Covered or uncovered balconies are permitted with a total length of no more than 25% of the total length of the façade, and if they exist, they are counted as open overhangs. Open overhangs count for 50% and closed overhangs for 100% for the purposes of volume and buildability. The minimum height of the overhang above any point of the road surface shall be 3.50 m or more. The maximum overhang of overhangs shall be 1 metre or 0.20 cm less than the pavement. Overhangs are not permitted in streets less than 8 m wide.
- Courtyards: In accordance with the general regulations, hanging patios are permitted on the ground floor provided that the free height between the floor of the patio and the first-floor slab is at least 60 cm and the free height under the patio is not less than 2.20 m. A patio is not required on plots with a façade that fronts onto 2 or more streets and whose minimum depth does not exceed 15 m.

Note: the corrective measures for plots of building typology 'b' in contact with rural land established in article 214 of these regulations must be applied.

Article 211.- Building typology b3

Typology: Building in Closed Block

- Predominant use: Residential use in single-family and collective dwellings. In the plots of this typology that are classified in the development plans as 'CDI', the predominant use will be that inherent to this use as regulated in these regulations.
- Complementary uses: professional offices, commercial use in the category of commercial premises, domestic workshop, Type II automotive workshop and Type I repair workshop, type 'A' and 'B' warehouses (useful for commercial development) and garage use, with a minimum provision of 1 parking space per dwelling on unconsolidated urban land and developable land categorised by this Plan.
- Alternative uses: community residence use, commercial use in the categories of commercial premises and shopping centre, commercial use, domestic workshop and class 'A' and 'B' warehouses. For plots classified as CDI no alternative uses are proposed.
- Building height: The maximum height above street level will be 3 storeys, ground floor plus 2 storeys, the clear height of the ground floor being 3'50 m, when the ground floor use is commercial, offices, warehouse workshops or industries, or when the ground floor slab is intended to be overhanging. In the case of ground floor residential use, the free height may be lowered to the limit established for compliance with habitability conditions. In any case, the height of the cornice above ground level shall not exceed 10m. The crowning height above ground level shall not exceed 11.50m. In gable roofs, the height above ground level measured to the lower plane of the eaves shall not exceed 10 m and that of the projection of the ridge above the plane of the façade to the street level shall not exceed 11.50 m.
- Plot: The minimum plot area shall be 120 m². The minimum length of the façade will be 6 m, and the maximum depth of the plot will be 25 m, or half that of the block at that point, which may be adapted to the conditions of the resulting plot due to adjoining existing buildings.
- Buildability: The maximum buildable area of the plots is 2.70 m² built per m² of plot area. On corner plots it will be 3 m²/m² when its minor depth does not exceed 15m.
- Occupation: The occupation of the plot shall be 90%, with the unoccupied area being used for

ventilation and light courtyards. Unless the ground floor is used for commercial or storage purposes, in which case the occupancy may be increased to 100% if forced ventilation is guaranteed. On corner plots the occupancy will be 100% when the minimum depth does not exceed 15m.

- **Setbacks:** Setbacks to the front boundary and façade courtyards are expressly prohibited, except when, due to conditions inherent to the topography where the slope is excessive, a setback from the façade plane of the building is recommended and if this is provided for in the development plans by establishing the building boundary line. On the other hand, for this typology, a setback of the façade plane is foreseen according to the detailed development plans with respect to the official alignment or side or front boundaries, for those plots that comply with the provisions of article 192 a) 1. a and a) 2 of these regulations. Plots bordering on rural land must comply with the setbacks established in article 214 of these regulations.
- **Overhangs:** Overhangs of closed or open bodies of buildings are permitted up to a maximum of 50% of the total length of the façade. Covered or uncovered balconies are allowed whose total length does not exceed 25% of the total length of the façade, with any open overhangs being counted as open overhangs. Open overhangs will count for 50% and closed overhangs for 100% for the purposes of buildability. The minimum height of the overhang above any point of the road surface shall be 3.50 m or more. The maximum overhang of overhangs shall be 1 metre. Overhangs are not permitted in streets with a width of less than 8 metres.
- **Others:** Courtyards on party walls will be tolerated. More plot depth will be tolerated on facades facing two streets or a street and open space.
- **Courtyards:** The provisions of ordinance b2 will apply.

Note: Taking into account the existence of blocks within ordinance b3 of less than 12 metres in depth measured perpendicularly from street to street, in these cases it will be permitted to consume 3m²/m² of buildability and 100% occupancy in floors upon payment to the council of the buildability in excess of the maximum permitted by these regulations.

The PGO identifies three buildings in the surroundings of the intervention area that are out of planning and that are currently located in Rural Land of Territorial Protection.



Figure 40. General urban planning guidelines

Source: Own elaboration based on data from PGO.

From the graphic delimitation of the urban land classification within the intervention area, we can define the surfaces of the different uses and categories.

Table 18. Zoning of the PGO in Urban Land and mapped areas

Management areas	Sup. (m ²)
Areas Referred to the Special Plan for the San Felipe Coastal Frontage	14116,7
Buildings subject to the fourth Transitional Provision 1 and 2. c) of the Ley de Costas (Coastal Law)	1719,3
Building tipology	Sup. (m ²)
b1	280,0
b1 In dependence on coastal law	72,8
b2	9635,1
b2 In dependence on coastal law	940,7
b3	3063,1
Uses / Open Spaces / Infrastructures	Sup. (m ²)
Open Spaces	2174,6
Private Open Spaces	1107,1
Pedestrian ("Rodonal")	3329,9
Pedestrian	79,1
Religious Facilities	94,7
Social Facilities	342,4
Social-health-care facilities	61,5

Source: Own elaboration based on data from PGO.

Finally, the General Plan establishes for the area the obligation to develop a Special Plan for the development of the coastal front of San Felipe. In this regard, Annex III of the Revision of the General Plan for the Development of Santa María de Guía, indicates the following specific determinations for the development of this Special Plan:

SPECIAL PLAN FOR THE FAÇADE OF THE COASTLINE OF SAN FELIPE

a) Conditions for its formulation, planning and development

Derived from the mandate of the Plan Insular de Ordenación de Gran Canaria (PIO-GC) for the area of San Felipe to have a continuous promenade connecting it with the urban centres of Roque de San Felipe, La Barranquera, Casas Quemadas, San Andrés, Quintanilla and El Puertillo, and to recover the easements of the public domain invaded by buildings, this PGO refers the development of the area to a Special Plan, which must comply with the following determinations:

- Order the layout and detailed design of the promenade located in the transit easement, which will include a cycle lane, in accordance with article 99 of the PIO-GC, running parallel to the coast and ending at the promenade already planned by the PGO.
- To arrange the public open spaces that accompany the seafront promenade located on plots that are affected by the seafront promenade or protection easements, and that

the bottom of the resulting plots are unbuildable.

- To achieve an improvement and environmental requalification of the buildings not affected by the promenade, through the conditioning of the façade towards the sea, establishing in the resulting private plots the legal urbanistic regime of application which will be the one established by the Transitional Provision 4^a 2. c) of the Coastal Law.
- Provide land reserves for vehicle parking in sufficient quantity to guarantee parking outside the transit easement zone, in accordance with Article 30.1 a) of the Coastal Law.
- Establish easements for access to the sea in accordance with the provisions of articles 28 and 53 of the Coastal Law.

Once the technical and economic analysis of the real impact of the pre-existing buildings that have been affected and cannot be maintained has been carried out, they will be accounted for and a detailed social study will be carried out, in order to determine the relocation of the families affected, in such a way that there is no undesired uprooting.

b) Adaptation to the PIO-GC and the PTP for development of the North Coast

The temporary development of this Special Plan will be subject to the approval and specification by the territorial planning, development of the PIOGC of the specific planning conditions, without prejudice to those established in section a) and of the economic-administrative management instruments offered by these territorial plans to allow the necessary actions to be carried out. Obviously, those dictated by the PTP will take precedence in the event of contradiction between the two.

2.3.4 Coastal Legislation

The intervention area has a clearly defined boundary of the Public Maritime Terrestrial Domain established by the Coastal Law. In the process of processing the regulatory limits of this law, the Coastal Demarcation approved the delimitation of the 20-metre protection easement zone, adjusting to the exceptional nature of the coastal front built prior to the Coastal Law and classified as consolidated urban land. However, as we have indicated, the PGO refers the area to a Special Plan for the Coastal Frontage, taking into account that in the Fourth Transitory Provision of the PGO's Detailed Planning Regulations it is indicated that:

Until the Special Plan for the San Felipe coastline frontage is definitively approved and enters into force, pre-existing residential buildings prior to the Coastal Law located in transit and protection easements will be subject to the provisions of the Fourth Transitional Provision 1, 2b and c of Law 22/1998, of 28 July, on Coasts and Transitory Provisions that develop them of the General Coastal Regulations, approved according to Royal Decree 876/2014, of 10 October.

The following Transitional Provision is also established for residential buildings on urban land included in the area of the Special Plan for the San Felipe coastline façade:

For the purposes of their legalisation the typology of application will be b3 for buildings located from number 1 to 3 of the GC-751 Lugar Diseminado San Felipe and b2 for the rest of the buildings included in the aforementioned Special Plan.

In any case, this Special Plan for the Coastal Frontage must contain the express justification of each and every one of the requirements established in the Third Transitory Provision 3.3.2^a of the Coastal Law, justifying the delimitation of the section of seafront whose homogeneous treatment it is proposed to obtain, as well as the graphic documentation both in plan and in elevation of the current state and the proposed state with the building works for which authorisation is requested, duly delimited. The surface of the coastline within the area delimited as maritime-terrestrial public domain, within the intervention area, occupies 49.740,5 m² (1.7%). Within the area delimited by the DPMT, it can be observed that some areas of plots and buildings are within this delimitation. In addition, an element protected by the catalogue of protection of the municipality is identified for its high heritage value, the bunker - machine gun niche.

As for the surface of the protection easement, within the intervention area it occupies 34.259,5 m² (1.2%) integrating most of the different properties in the study area. In fact, 85 plots of land intersect or are within the protection easement, as well as different sections of the road.

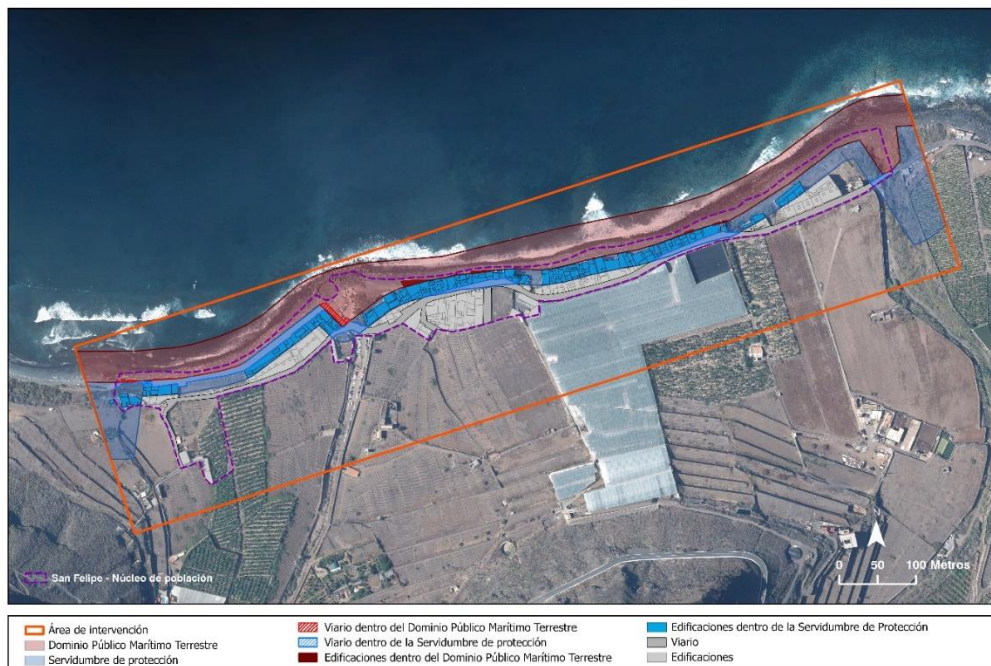


Figure 41. Impact of the DPMT and the protection easement

Source: Own elaboration based on data from PGO

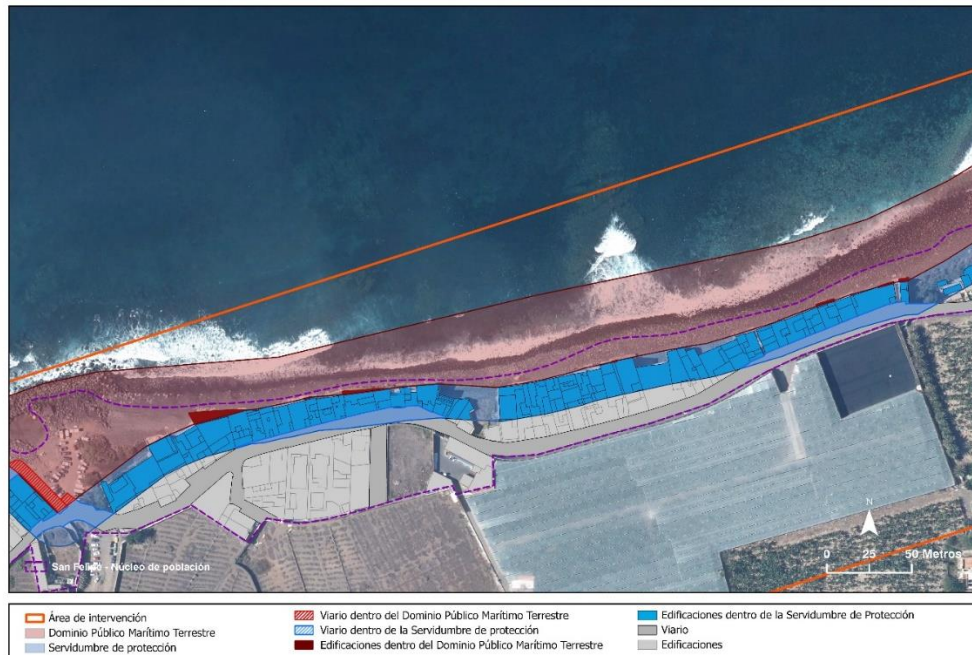


Figure 42. Impact of the DPMT and the protection easement (detail)

Source: Own elaboration based on data from PGO

2.3.1 Other Environmental Protection Figures affecting the area

In the intervention area no environmental protection figure has been identified, however, in the surrounding area there is a Protected Natural Space included in the Canary Islands Network of Protected Natural Spaces, the Doramas Rural Park (C-12), with more than 18 ha (0,5%) within the intervention area. This protected natural area covers 3,586 ha in the municipalities of Moya, Valleseco, Fingas, Santa María de Guía, Arucas and Teror and includes the Barranco Oscuro Integral Nature Reserve (C-2) and the Special Nature Reserves of Azuaje (C-4) and Los Tilos de Moya (C-5).



Figure 43. Figures of environmental protection in the surroundings of the intervention area

Source: Own elaboration based on data form Red Canaria de Espacios Naturales Protegidos

2.4 Heritage and Landscape

The north of Gran Canaria has a rich historical and cultural heritage. In the specific case of San Felipe, as it is located on what is historically known as the coast of Farailaga, Lairaga, Ayraga, it has some elements of interest that date back to the pre-Hispanic period. In addition, the early settlement of the area, which began with the foundation of the San Felipe Neri Hermitage in 1672-1677, has led to the existence of elements of great historical and cultural value. These elements are linked to the predominant economic activities in the area and, to a lesser extent, to other historical processes of interest. They also reflect, in some cases, the influence of international military conflicts of the 20th century, providing a rich historical dimension to the locality.

This section includes the main heritage elements of its historical and cultural legacy, the heritage resources of the agricultural area and natural resources, especially those related to the blue spaces, and finally, the landscape and its characteristic elements.

2.4.1 Historical and cultural heritage

2.4.1.1 Main heritage elements

Within the urban area of the town of San Felipe, some elements of great historical value stand out. Firstly, the hermitage of San Felipe, which is closely linked to the village. In 1672, according to historical documents, Captain Felipe de Sosa Navarro and his sisters ordered the construction of a small church, creating a patronage (1677) and a bond over the lands they owned. However, the chapel fell into disuse and deteriorated until its complete ruin. In 1925, it was rebuilt and, subsequently, alterations were carried out in 1990. Despite the disappearance of the initial hermitage and the structural modifications, the hermitage still conserves one of the original elements from 1672, the sculptural piece of San Felipe de Neri (Socorro, 1994). In addition, coinciding with the reconstruction of 1926, the bells cast in 1925 are still preserved together with another bell added in 1940.

Likewise, in the middle of the 20th century, some defensive bunkers built during the Franco dictatorship are still visible, despite Spain's supposed neutrality in World War II. In this sense, due to the geographical conditions and its closeness to the Axis Alliance, some ports in the Canary Islands served as supply points for Italian and German ships and submarines during the Second World War. In response to this, the Allied powers agreed on intervention plans, such as 'Operation Warden', which, although it was not carried out, involved the sabotage and sinking of several German and Italian ships in Puerto de la Luz. Faced with this situation of regional instability, the need to defend the northwest of Gran Canaria against the British arose and, given that the north coast of the island lacked military defence elements, and that San Felipe beach was one of the beaches where troops could land, two machine gun nests were built on San Felipe beach, which are still standing today.

2.4.1.2 Elements (“Bienes Inmuebles”- Assets) of Ethnographic Interest

The Foundation for Ethnography and the Development of Canarian Crafts (FEDAC) is an autonomous body dependent on the Cabildo of Gran Canaria which, among its tasks, has developed the Ethnographic Charter of the island. The Charter identifies a series of constructive elements associated with the productive, extractive and commercial activities of traditional culture. In the intervention area and its immediate surroundings, we find various assets of these characteristics, which are a legacy of the past, and which are currently elements of great historical and cultural value. They are associated in most cases with the agricultural activity of the area, such as various hydraulic structures and agricultural structures such as alpendres (farmhouse/barn), terraces, etc. There is only one ethnographic element recorded in the Charter within the urban centre, the Pilar de San Felipe (Code 09620), of recent construction and related to water activity.



Figure 44. Elements (Bienes Inmuebles) of Ethnographic Interest in the area and its surroundings

Source: Own elaboration based on data from FEDAC

Table 19. Assets of Ethnographic Interest in the area and surrounding area

Name	Activity	Age	Code
Cadenas (Chains)	Agriculture	S. XX	07656
Conjunto de bancales (Terraces)	Agriculture	S.f	08208
Estanques (2) (Ponds)	Hydraulics	S. XX	08221
Vivienda, estanque, alpendre y bancales	Agriculture	S.f	08209
Muros (Walls)	Agriculture	S. XIX	08210
Alpendre (Farmhouse)	Agriculture	S. XIX	08211
Aljibe (Water Deposit)	Hydraulics	S. XIX	08212
Estanque (Pond)	Hydraulics	S. XIX	08214
Estanque (Pond)	Hydraulics	S. XIX	08215
Estanque (Pond)	Hydraulics	S. XIX	08220
Lavadero (Washhouse)	Hydraulics	S. XIX	08223
Pozo, lavadero, aljibe (Well/Cistern)	Hydraulics	S. XX	08224
Horno de Teja (Tile kiln)	Extractive - harvesting industries	S. XVIII	08226
Paisaje etnográfico (Ethno Landscape)	Agriculture	S. XIX	08228
Pilar de San Felipe (Fountain)	Hydraulics	S. XX	09620
Monumento funerario de Los Alvarado	Other singular assets	S. XIX	09621
Minas de San Andrés 1 y 2 (Mines)	Hydraulics	S. XX	09783

Source: Own elaboration based on data from FEDAC

2.4.1.3 The municipal protection catalogue

The locality of San Felipe also incorporates various elements that are registered in the catalogue for the protection of architectural and ethnographic heritage, as established in the General Development Plan (PGO).

Table 20. Municipal Protection Catalogue (architectural and ethnographic heritage)

Name	Code	Name	Code
Puente (Bridge)	101	Vivienda	174
Nichos de ametralladora (2)	163	Alpendre (Farmhouse)	175
Vivienda (Antigua Escuela)	164	Paisaje bancales del morro del Verdugado	176
Vivienda (House)	165	Vivienda (House)	177
Vivienda (House)	166	Horno de cal (Lime kiln)	178
Aljibe (Cistern)	167	Estanque (Pond)	179
Lavadero (Washhouse)	168	Estanque (Pond)	180
Camino real (Ancient Road)	169	Cantenera y acequia (Irrigation ditch)	181
Estanque (Pond)	170	Puente barranco de Moya (Bridge)	183
Horno de cal (Lime kiln)	171	Estanque (Pond)	423
Vivienda (House)	172	Estanques (2) (Ponds)	424
Muros de contención (Walls)	173		

Source: Own elaboration based on data from PGO



Figure 45. Elements protected by the Municipal Protection Catalogue

Source: Own elaboration based on data from Plan General de Ordenación municipal

In total, 23 elements have been identified for this locality, which are detailed in the table below. These include historic buildings, cultural landscapes and other components of high cultural value that require specific protection and conservation measures.

The characteristics, state of conservation and detailed description of the listed elements can be found in the specific Annex.

2.4.1.4 Archaeological sites

On the other hand, the Island Archaeological Charter drawn up by the Cabildo de Gran Canaria establishes the archaeological sites inventoried in the vicinity of the area. The following table shows the eight inventoried elements in the surroundings of the intervention area:

Table 21. Inventory of Archaeological Sites Identified by the Island Archaeological Charter

Name	Description	Code
Cueva canaria	A group of artificial caves 200 m east of Cenobio de Valerón, above the old main road to the north.	23002
Barranco Hondo	Natural cave with main and secondary rooms on the left bank of the Barranco Hondo.	23003
Vergara II	Located at the top of the Vergara mountain, we can identify 2 vertical silos made in the tuff that are clogged with sediments.	23006
El Ojito – La Lapa	A complex made up of several overlaps and an area where aboriginal ceramic material can be seen, some of which contain human remains.	23010
La Alargada I	Group related to the Alargada II, it would be a small settlement of houses, which would be covered by crops of the farm.	13004
La Alargada II	Group related to the Alargada I, it would be a small settlement of houses, which would be covered by crops from the farm and banana crops.	13005
Fairalaga Low I	Almost at the vertical limit of the bed of the Barranco de Moya, two funerary overlaps have been identified, one of them with documented human skeletal remains.	23015
Marcujada	The archaeological site consists of a large overlap, which may have been used as a burial cave.	13006

Source: Own elaboration based on data from Carta Arqueológica Insular

The following map shows the approximate location of the archaeological sites in the vicinity of the intervention area for site security reasons.



Figure 46. Zoning of archaeological sites in the surrounding area

Source: Own elaboration based on data from Carta Arqueológica Insular

The site closest to the town centre (La Alargada I) is located in the municipality of Moya, next to the mouth of the Barranco de Moya ravine, and testifies to the use of the area by the aboriginal settlers before the creation of the town of San Felipe.

2.4.2 Agricultural heritage

San Felipe has historically been linked to agricultural production, historically being the main economic activity in the area. Its topographical characteristics have conditioned a unique agricultural landscape in the area due to the use of systems of terraces or chains, a series of human interventions in hillside areas which, through the construction of walls, configure optimal areas for agricultural activity. The creation of these flat terraces on very steep slopes from the lowest elevations to very steep coastlines has allowed agricultural development and the exploitation of the territory, transforming the landscape. The terraces have, therefore, in addition to their value for agricultural production, a high heritage and cultural value, as they are the legacy of the tradition and construction techniques of the past.

In the surroundings of the intervention area, the existence of a large number of these constructions can be seen, many of them in production and others abandoned. Several terraces, as well as the resulting landscape, are listed in the municipal catalogue of architectural and ethnographic protection and in the FEDAC's catalogue of properties of ethnographic interest.



Figure 47. Zoning of terraces in the surroundings of the intervention area

Source: Own elaboration based on data from GRAFCAN

On the other hand, agricultural activity in this type of area has been associated with the historical crops of the Canary Islands which, at the time, were the main economic driving force of the islands. Specifically, in the municipality of Santa María de Guía, its climatic conditions,

water resources and relief have favoured different crops such as sugar cane, grapevines, etc. However, since the 19th century, as in much of the archipelago, banana cultivation has played a fundamental role. This crop has expanded greatly in the area and continues to do so today, with a large number of hectares dedicated to the sector, although it has lost importance over the years, as evidenced by the large number of abandoned terraces. Even so, the agricultural value and the inherent landscape is characteristic of this part of the island, which increases the historical and cultural value of the area around the intervention area.



Figure 48. Main crops in the area

Source: Own elaboration based on data from GRAFCAN

2.4.3 Blue Heritage (Coastal Hydrodynamics)

The blue heritage plays a relevant role in the area due to its influence on the current local economy, the cultural identity in the area of intervention, the landscape characterisation of the north coast of the island and sporting practices. The coast of San Felipe is characterised by great dynamism and morphodynamic vulnerability due to its geomorphological characteristics and exposure to waves. It is a morphodynamically very active space due to the large amount of energy discharged by the incident waves, generating both strong wave currents and breakers along the entire coastline of the study area.

Firstly, it is important to note that this coastal region, which extends from San Felipe to El Puertillo, has a high tourist attraction linked to the sea. Along this stretch, there are various natural pools and pools, as well as quiet and sandy beaches, which attract a large number of visitors throughout the year, especially in summer.

On the other hand, the attraction related to water sports is influenced by the morphological characteristics of the coast and the currents that occur in this area of the island, favouring the formation of different types of waves. These characteristic favours the creation of interesting conditions for the practice of sports such as surfing and bodyboarding. As a result, the coastal strip has become an outstanding and popular spot for sports, especially at Vagabundos Beach.

The singular value of these breaks has influenced the inventorying of some of these waves by official bodies such as the Surfing and Sailing Federation's Catalogue of waves of interest sent to the Cabildo of Gran Canaria; the delimitation of the area as a surfing area by the POEME; or the National Inventory of natural sports facilities. The Catalogue of waves of interest for surfing, bodyboarding, windsurfing and kitesurfing points to a proposal to protect the waves both in the intervention area and in the aforementioned coastal strip, although, as there is currently no associated regulatory document, they have not been included among the effects derived from legislation and planning.

In the case of the breakers, it is observed that most of them have a plunging break profile, with a wide range of breaking wave sizes from 1 to 8m. This implies, given the profile of the beaches, that waves below 2 m break very close to the shore, and therefore very close to the project site (1 m bathymetry strip). In this sense, it can be seen that this area of breakers has a unique value for surfing, especially bodysurfing, due to the type of waves that form tubes. Although there are several breakers of regional interest, there are two of national interest:

- Derecha de El Circo, a long, tubular wave that breaks at mid and high tide, with favourable and weak winds from a light S and W component (the closest to the project intervention area, and which coincides with its operation at mid and high tide).
- Izquierda de El Circo, a long, tubular wave that breaks at mid and low tide, therefore, somewhat further from the shore, and with favourable and weak winds from the S and W components.

In addition, other waves of regional interest have been identified in the space outside the mapped areas, not included in the aforementioned catalogue, following indications from the sportsmen and women who practise in the area.

- Derecha del Colegio: spilling wave breaking at mid-tide, swell size 1 to 1,5 m, swell direction NW to NE. Implies that it breaks very close to the shore in front of the sports field.
- Derecha de los Pisos: plunging wave, dry and forceful, very shoreward, with a swell size of 1 to 4 m, with swell directions from W to NE, its final stretch would be close to the project intervention area.

- Las Charinas: spilling-plunging wave, long and manoeuvrable, breaking at medium and low tide, and therefore further away from the coastline and the area affected.

These waves should be taken into consideration in recognition of their natural, cultural, sporting, social and economic value in the intervention area. From a sporting point of view, we note the presence of two surfing areas in the National Census of Sports Facilities (Vagabundos surfing area and El Circo surfing area) corresponding to these waves of interest in the surf break catalogue.



Figure 49. Proposed protection of waves of interest in the area

Source: Own elaboration based on Visor Cartográfico de la Herramienta de Pilotaje del Litoral Canario HPL

As for assets associated with blue and coastal heritage, other elements that fall into various categories have been previously identified in the municipal planning catalogue, to which we refer for further information.

In addition to these elements, the coastline of San Felipe has been delimited as a submerged cultural heritage protection zone, with the name of San Felipe beach - Puerto de Silva, this protection is due to the fact that historical records indicate that according to Olmo Canales S. (2011): 'Diego de Silva and 200 soldiers who had been surrounded around 1466 by the Guanarteme de Gáldar in this same city were able to embark on the beach. According to tradition, it was in the vicinity of this place, in Los Bañaderos on the coast of Lairaga, that four men abducted Princess Tenesoya, niece of Guanarteme de Gáldar, when she was taking a bath in these waters. As far as the use of the port itself is concerned, it seems to be restricted to the 16th and 17th centuries, when it appears on the maps of Torriani in 1592 and Castillo y León in 1686. However, it is Sosa (1994) who specifies that it was only used when the weather was good, as it was completely open to winds from the NW, N and NE [...]. The records obtained in the Ecocartographic Study of the Northern Zone of the coast of Gran Canaria point to the presence of chains on the seabed, although we still do not know their possible chronological attribution. Apparently, although in a vague way, there are also oral references that point to the presence of ceramic remains and anchors in these waters.



Figure 50. Submerged cultural heritage protection zoning

Source: Own elaboration based on data from Gobierno de Canarias

The presence of these elements adds value to the blue heritage of the area, although, in principle, they do not strictly affect the conditions of the intervention area.

2.4.4 Landscape value

San Felipe's landscape value is based on the combination of natural and cultural elements that make up a unique environment. It is an environment dominated by the agricultural landscape, which is particularly relevant despite the fact that it is in the process of being abandoned. However, there is also a strong presence of the coastal landscape, made up of different beach formations that make the area attractive, associated with elements such as the Cuesta de Silva cliff, to the west of San Felipe, a geoform of visual interest and which has a low degree of anthropisation in this sector.

With regard to the processes that cross, on the one hand, the agricultural landscape and the ravines, they are highly anthropised due to the layout of access tracks to farms and the existence of rubbish dumps and rubbish dumps. The coastal strip is also undergoing a process of transformation due to human occupation and urban development. However, actions are planned to recover the landscape quality of the coastal area, as indicated in the PGO, pointing out the need to create areas for the restoration, rehabilitation and conditioning of the coastline from an environmental and landscape point of view, due to the high quality of these values.

The landscape and morphological characteristics of the study area are common to the surrounding area. San Felipe is part of Environmental Unit 71, San Felipe/Bañaderos. This environmental unit covers an area of 274,22 hectares along the coastal strip between these two towns and their immediate surroundings. Within this environmental unit, the presence of a subsystem of marine platform stands out, a surface that, after remaining submerged under water for a considerable period of time, has been devastated by the erosive action of the sea, adopting a relatively flat topography whose inner limit is formed by a fossil cliff.

It is an area with a low capacity for use, mainly due to the physical limitations of the relief and the lithologies present in the area. In addition, the area is part of the northern desert environment, as is a large part of the northern coastal strip, which further conditions its development. The overall degree of erosion and potential erosion risk in the study area is very low - low, with soil loss rates of less than 20 MT/ha/year, indicating relative stability in terms of soil degradation.



Figure 51. Zoning of the environmental unit of the study area

Source: Own elaboration based on data from Cartografía Potencial del Medio Natural (1995)

On the other hand, it is observed that the visual basin in the coastal area of the neighbourhood is very wide, with the buildings being the main element that obstructs the visual basin in the coastal front, especially the set of terraces that are behind this line of buildings. In this sense, two observation points of interest have been defined in the intervention area: the first corresponds to the upper levels of the tallest multi-family buildings located on the eastern edge of the town centre and the second observation point corresponds to the bunker - machine-gun niche located on the coastline at the mouth of the San Felipe ravine at a height of approximately 4 metres.

The visual basins generated have been calculated for a distance of 850 metres and a horizontal angle of 60°. It can thus be seen that most of the San Felipe coastline is in the line of sight of all the buildings on this strip and despite the volumetric differences between the buildings, the visual field is very wide.

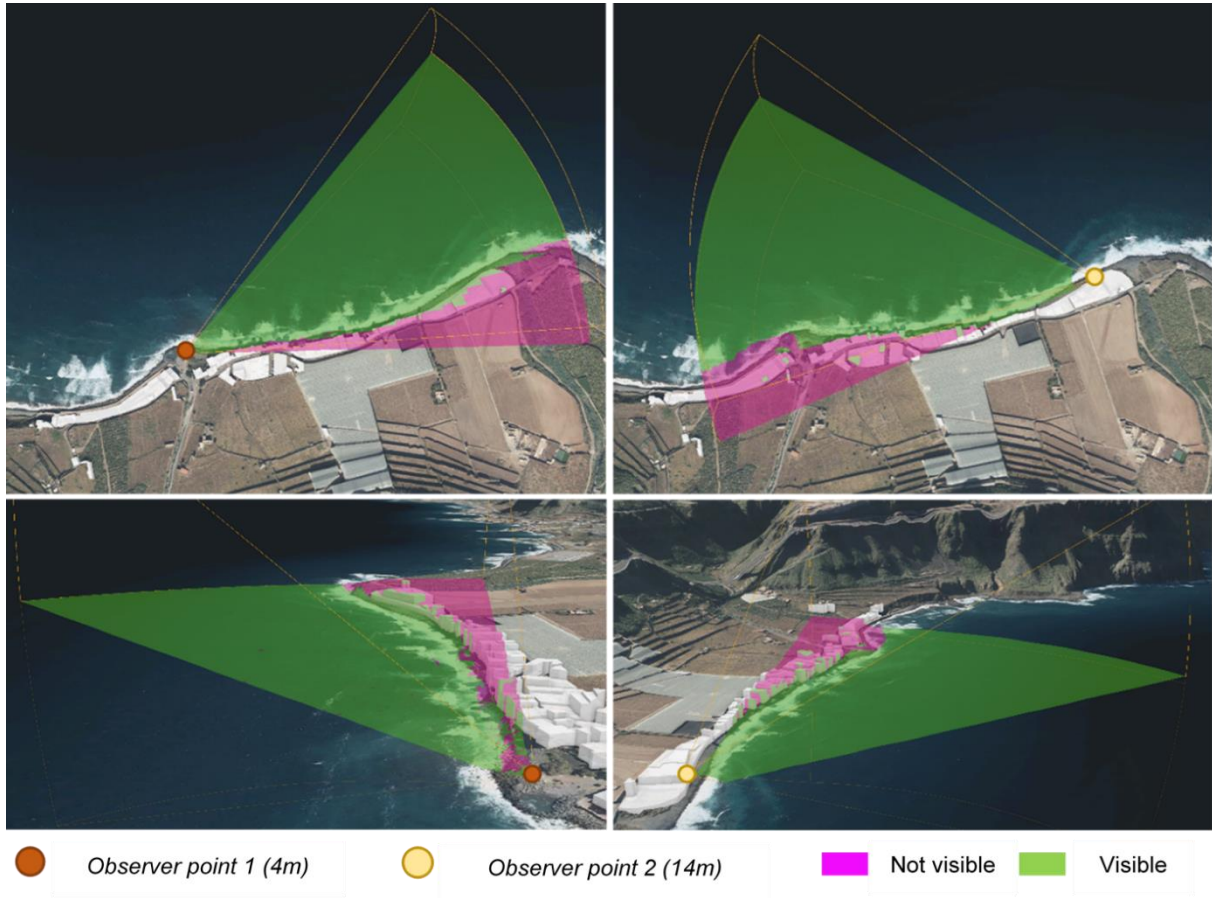


Figure 52. Visual basins from observation points

Source: Own elaboration

The coastal front of the beach of callados and bolos is a representative landscape unit of the environment, although the buildings have modified the initial natural conditions and prevent an overall view of the rural space.

2.5 Socio-Economic Study

2.5.1 Demographic characteristics

The study area is located in the municipality of Santa María de Guía, one of the 21 municipalities of the island, and the eleventh in terms of population. The municipality itself has population characteristics that have historically been associated with the activities of the agricultural sector. This sector, largely influenced by the orographic characteristics of the territory, has conditioned the distribution and concentration of the population in the municipality, with a wide dispersion of small settlements extending from the highest points of the municipality, at an altitude of 1.549 metres, to the coastal strip, where the intervention area is located.

Regarding the evolution of the population, we can observe that the municipality has experienced a population decline throughout the historical series analysed, with a cumulative annual growth rate of -0,06% between 2000 and 2022. This regression is related to the loss of relevance of the primary sector in the island's Gross Domestic Product (GDP) and the lack of an expanding urban centre. However, this trend is not the same in the rest of the island's municipalities, as the cumulative annual growth rate for the island's territory during this period is 0,64%, but it is similar to the population situation in other municipalities of Gran Canaria which share characteristics with Santa María de Guía with a high degree of rurality and historically have been mainly linked to the agricultural and livestock sector.

Specifically, the neighbourhood of San Felipe, for this same historical period, has seen cyclical population dynamics, with phases of population loss (2001-2006; 2012-2017) followed by phases of increase, in both cases not very significant. Despite these fluctuations, the population centre of San Felipe has registered an accumulated increase in population, reaching 290 inhabitants in 2022, a number not seen since 2012, according to data from the Canary Islands Institute of Statistics (ISTAC).

Evolution of the population in San Felipe (2000 - 2022)

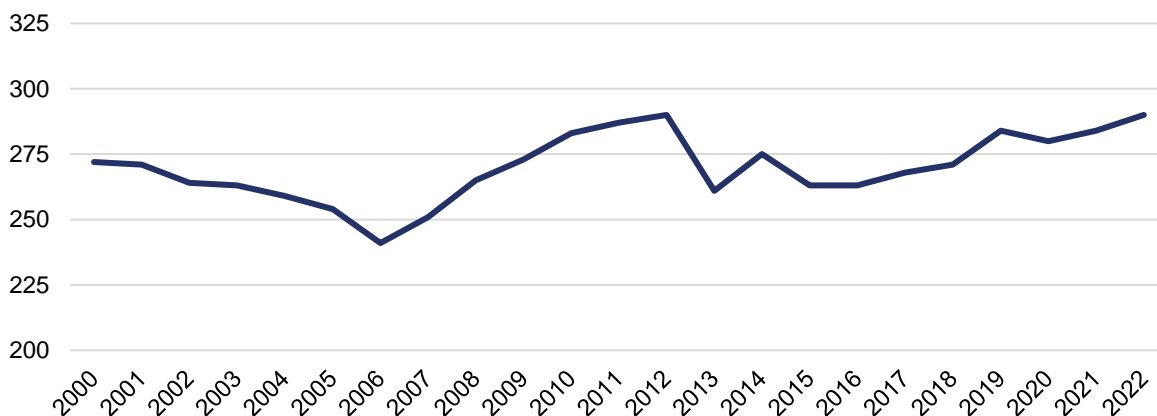


Figure 53. Evolution of the population in San Felipe, 2000 – 2022

Source: Own elaboration based on data from ISTAC

In this sense, in contrast to the population dynamics of the municipality, San Felipe has experienced slight cumulative population growth.

Evolution of the population in San Felipe and the municipality (2000 - 2022)

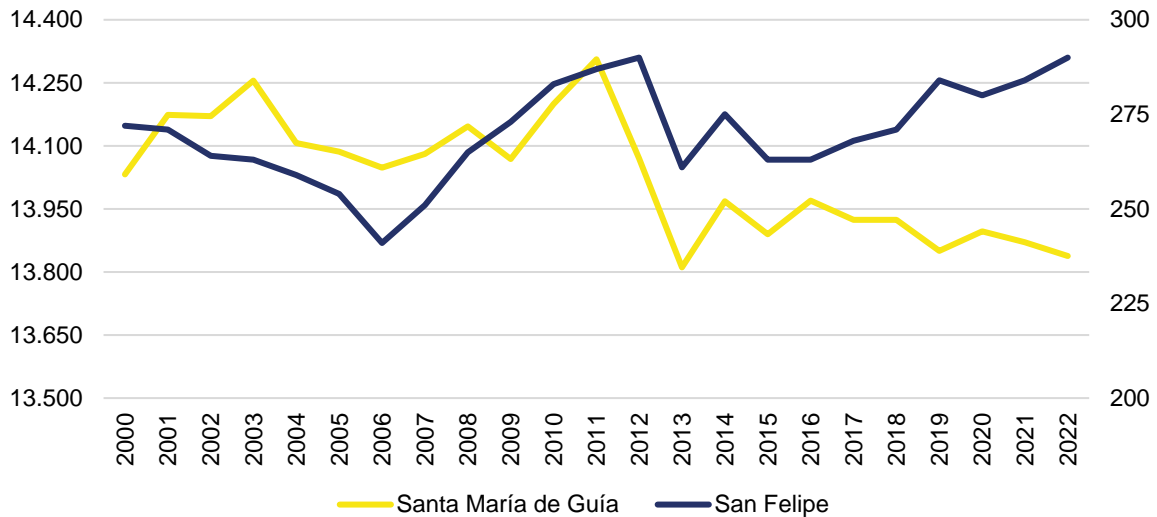


Figure 54. Evolution of the population in San Felipe and the municipality

Source: Own elaboration based on data from ISTAC

Regarding the structure of the neighbourhood's population, it can be seen that in 2000 San Felipe already had an ageing population pyramid. However, by 2012, the population pyramid, despite having the characteristics of an ageing population, shows a clear imbalance at its base, which is evidence of a drop in birth rates and a decrease in the young population, something that is maintained in 2022.

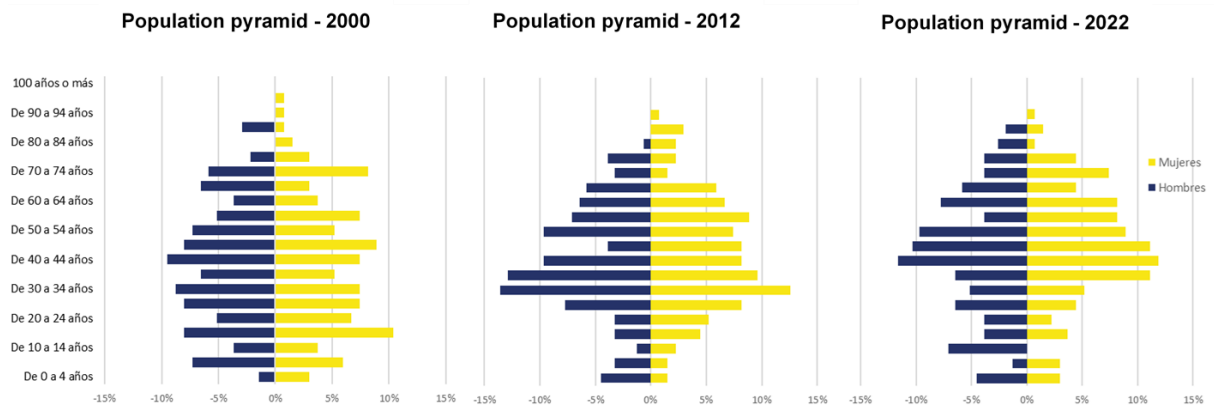


Figure 55. Evolution of the population pyramid of San Felipe, 2000 - 2012 - 2022

Source: Own elaboration based on data from ISTAC

As can be seen in the population pyramid for the year 2022, the most evident trend is that of an ageing population; the most represented age group is 15 to 64 years (71,7%), followed by > 65 years (18,6%) and finally between 0 and 14 years (9,65%). The generalised reduction of

the population in the younger age brackets reveals an unbalanced structure where the largest number of residents is in the age brackets over 40 years old.

Lastly, regarding the place of birth of the residents of the study area, 84,1% are of island origin (Canary Islands), while 7,93% are from mainland Spain and the remaining 7,93% from abroad.

2.5.1.1 Dwelling and household

The distribution of principal and non-principal dwellings in the census tract of the study área (3502301006) reflects an upward trend towards the use of dwellings as second homes and for tourism purposes. The 2021 census suggests that 40% of dwellings are not used as a primary residence. This proportion in the type of housing according to its use is significant, indicating a housing dynamic that could be influenced by factors associated with employment and economic activity, constituting the intervention area as a dormitory neighbourhood or for weekend and summer use. In fact, according to data from the 2021 census and the 2011 census, we can observe a significant increase in second homes, from 14% to 39%.

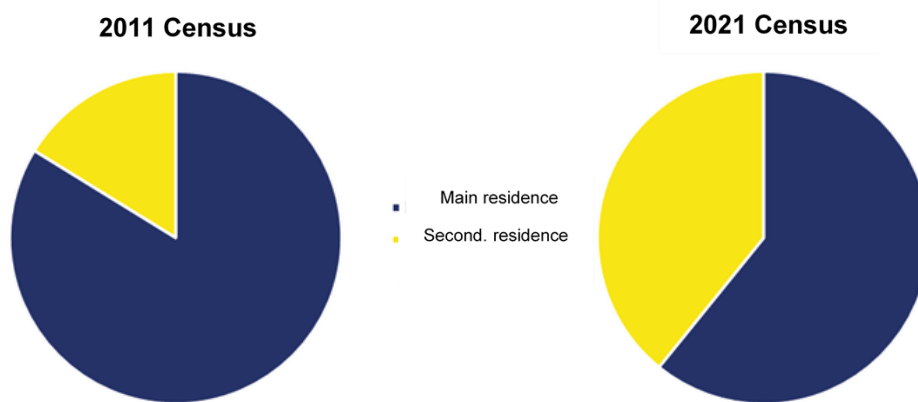


Figure 56. Distribution of main and non-main dwellings in the census tract

Source: Own elaboration based on data from INE, 2011 y 2021

In the case of the dwellings in the study area, 271 dwellings have been registered in the land registry, with an average surface area of 104,67 m², although these values vary according to the number of dwellings in the property. In this sense, those properties with 3 or more dwellings have a surface area ranging from 40,75 m² to 97,5 m², with an average surface area of 70,6 m², although there are dwellings with a much smaller surface area, barely exceeding 40 m², with notable differences compared to the 184,6 m² average surface area of the single-family dwellings. Despite the differences in useful surface area, multi-family dwellings predominate, occupying 70,1% of the total dwellings in the population centre, while the rest of the dwellings (2,9%) are single-family dwellings or comprise only 2 dwellings.

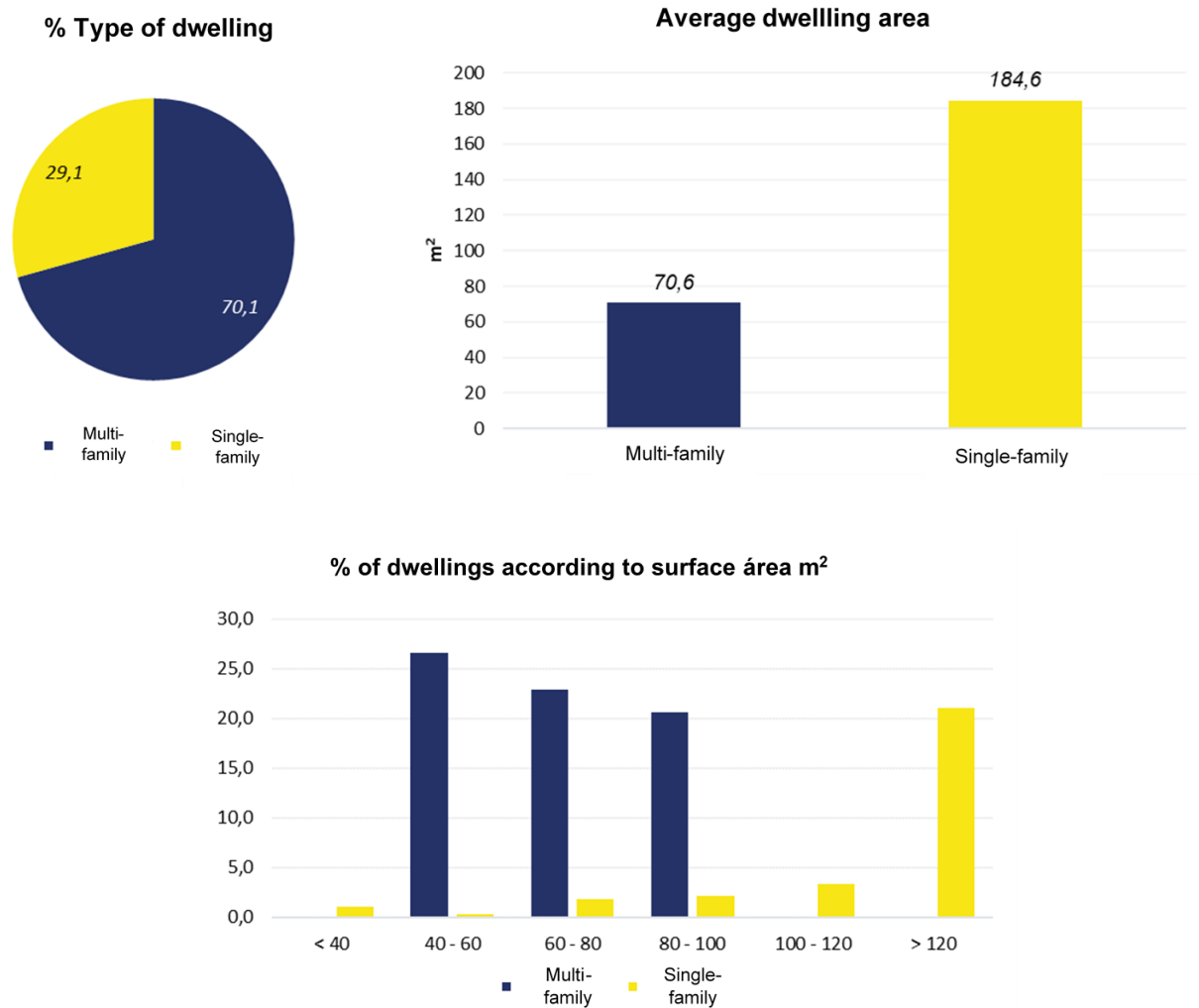


Figure 57. Distribution of dwelling type and average area according to typology
 Source: Own elaboration based on data from Catastro

Taking into account that the population nucleus is 6,59 ha and that there are 271 total dwellings, the neighbourhood has a housing density of 41,12 dwellings per hectare, an average density given the characteristics of San Felipe.

Regarding households, for the census section of the intervention area, 559 households are identified in the 2021 census, which means that the section has lost 61 households compared to the 2011 census. In terms of household composition, one-person households predominate as in the previous census, however, there are significant changes in the composition of these households.

Characteristics of households

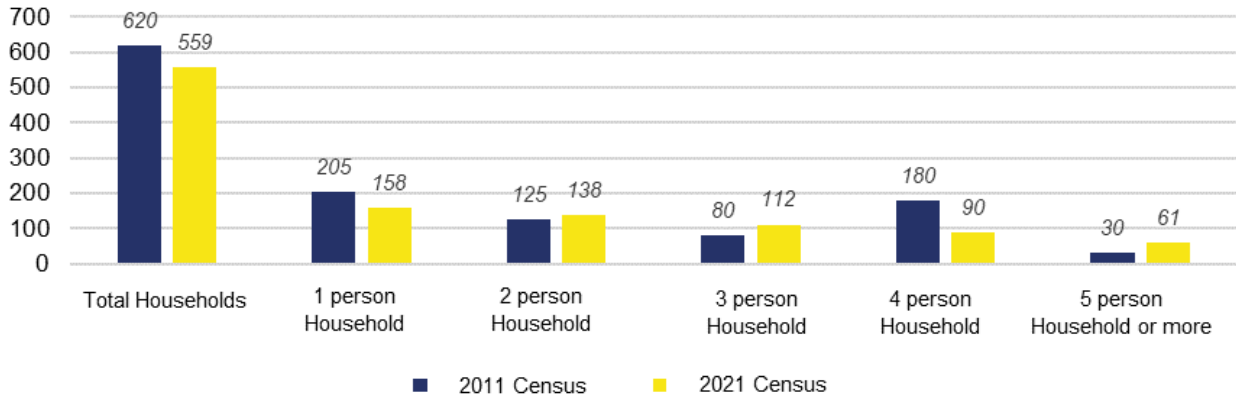


Figure 58. Characteristics of households in the section of the study area, 2011, 2021

Source: Own elaboration based on data from INE

As can be seen in the graph comparing the 2011 and 2021 censuses, the number of 4-person households has decreased significantly, in line with the dynamics of the population in Spain. However, the increase in households of 5 or more people is noteworthy, which seems to indicate a trend towards a greater presence of households with greater social vulnerability in the census section.

With respect to the age of the housing stock indicated by the Cadastre, we observe that residential properties are on average 55 years old. However, when we analyse the dwellings in detail, most of them were built between 1985 and 2011 (60,5%).

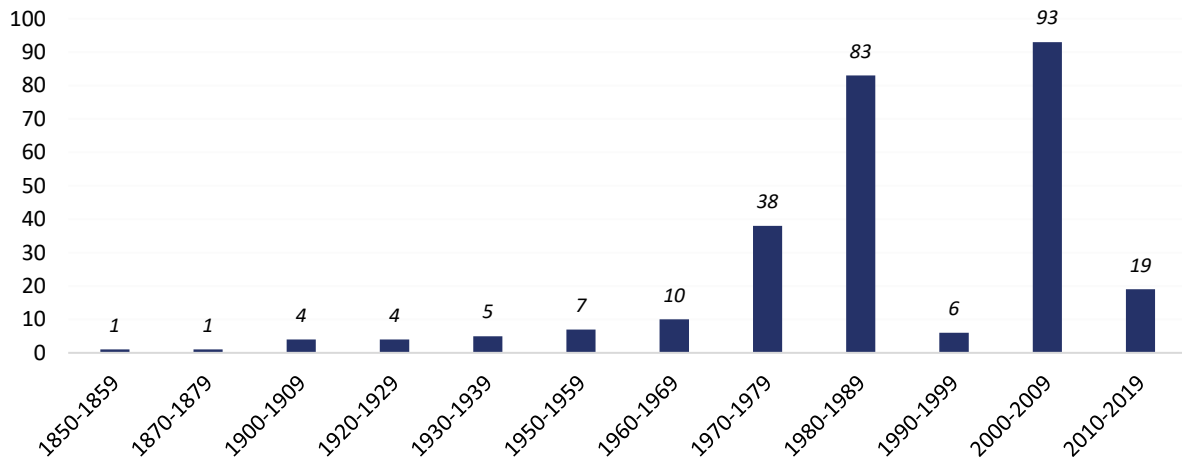


Figure 59. Evolution of housing construction in the study area

Source: Own elaboration based on data from Catastro

Regarding the characteristics of the properties, in the analysis of the energy rating of the buildings and dwellings in the study area, according to official data provided by the Energy Directorate, the properties in San Felipe have mostly a poor energy rating, with the predominant category being G, the lowest in terms of energy efficiency. This is followed by

category D, which also reflects low levels of efficiency. Of the properties analysed, none reach the highest energy efficiency category (Category A), nor higher than category D.

On the other hand, according to MITECO data, regarding the energy certification of buildings, fewer properties are identified with an energy certification, only 15, of which only one of them reaches the highest category (A), the rest have a poor energy quality (1- D ,2 - E, 1 - F, 10 - G).

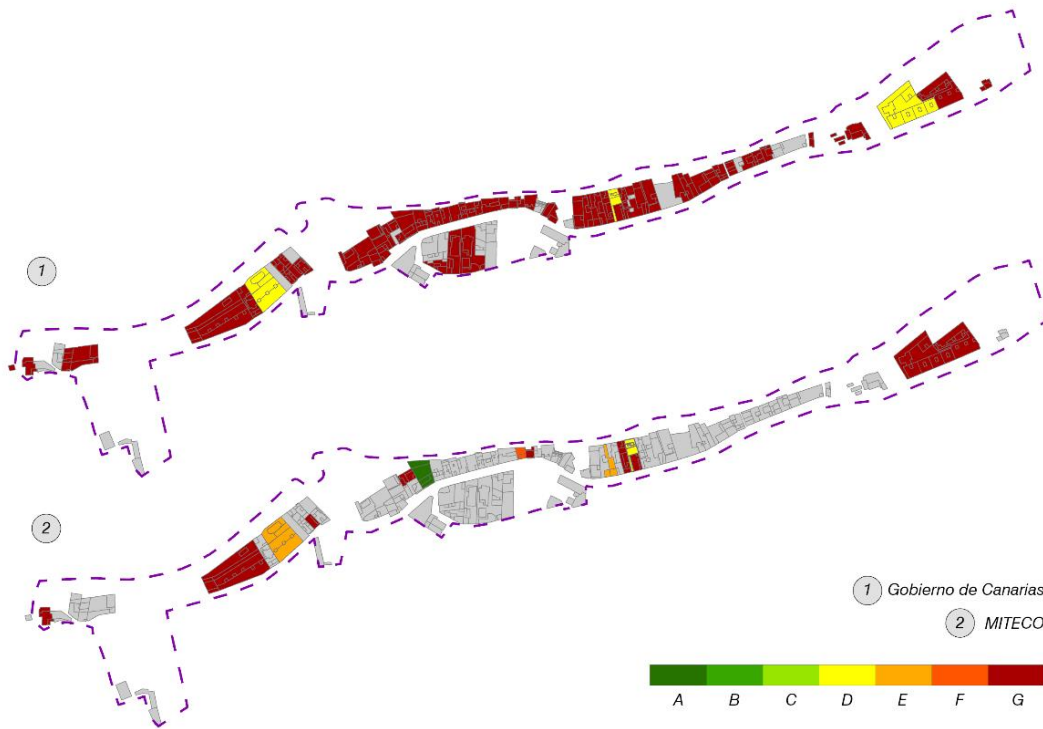


Figure 60. Calification - Energy certification of buildings in the study area

Source: Own elaboration based on data from Gobierno de Canarias and Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO)

With regard to other housing indicators, the Housing Observatory of Gran Canaria (OBSERVIGC) provides relevant data on the accessibility and quality of housing in the study area. In terms of accessibility, according to current regulations (Law 8/1995, Royal Decree 556/1989, Decree 227/1997, CTE-SUA), only 2 residential buildings have a high accessibility category, 7 have intermediate accessibility, 4 have low quality and 62 buildings have very low accessibility, while no data is available on the level of accessibility of the rest of the buildings.

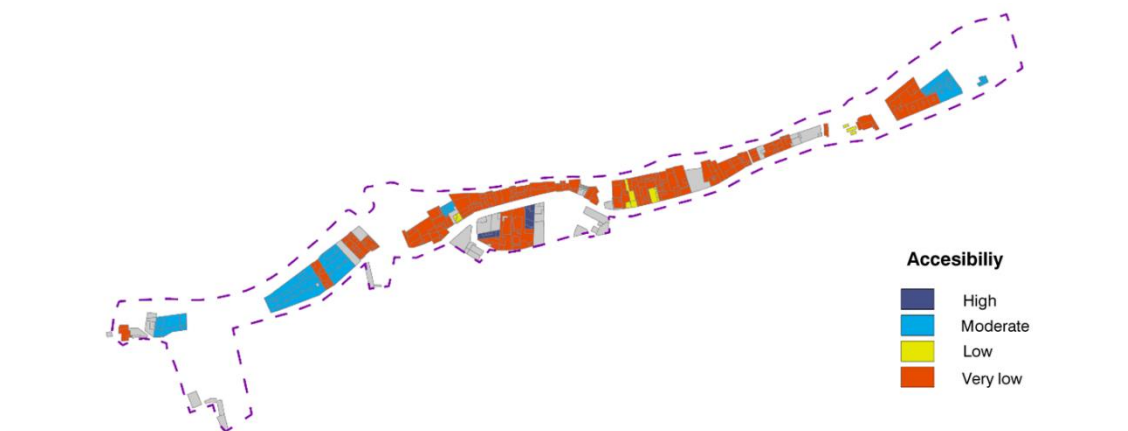


Figure 61. Accessibility of dwellings

Source: Own elaboration based on data from OBSERVIGC

Finally, regarding the quality of housing, also assessed by OBSERVIGC, only 3 buildings are identified with a housing quality classified as high, 46 buildings have an intermediate quality, 28 buildings are classified with a low quality, and for the rest of the buildings no information is available on their quality.

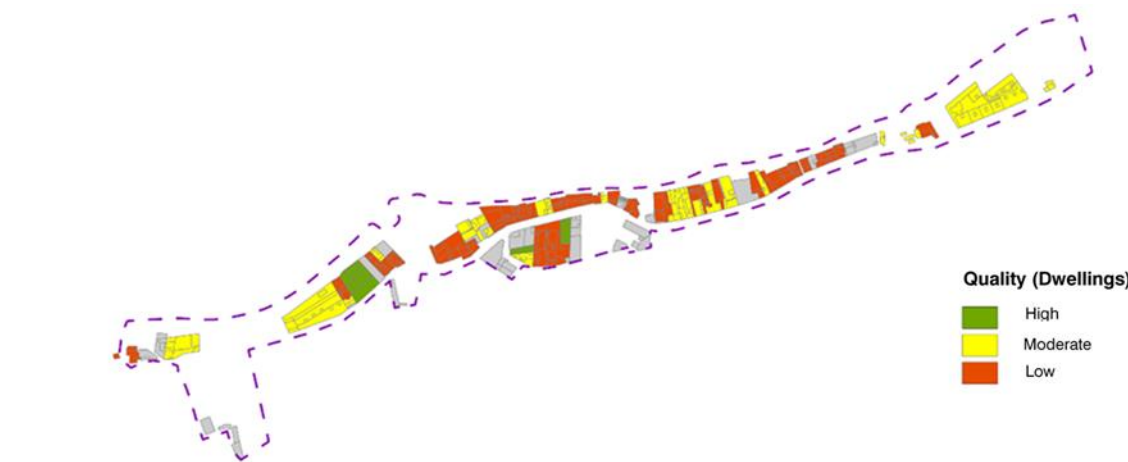


Figure 62. Dwellings quality

Source: Own elaboration based on data from OBSERVIGC

2.5.2 Local economy

The municipality of Santa María de Guía, like other municipalities in the northern region of Gran Canaria, has experienced a significant economic decline. These municipalities, which have historically been strongly associated with agricultural activity, are continually losing land dedicated to farming, partly due to the lack of investment, the evolution of the labour market and the change in the island's economic base.

The lack of economic development plans, the loss of relevance of the sector and changes in urban dynamics have conditioned the economic development of these municipalities.

However, as in the rest of the archipelago, some sectors continue to experience growth. In particular, tourism, which until now has not been actively exploited in the northern region, is beginning to increase its contribution to the GDP of the municipalities and to gain relevance in the island context.

The predominant economic activities in San Felipe are mainly divided into two sectors:

- **Agricultural sector:** This sector has historically been the most relevant in the northern sector of the island and in the specific area of San Felipe. However, it is experiencing a continuous decline, evidenced by the abandonment of terraces and the decrease in the cultivated area, in this sense there has been a decrease of 23,55 hectares of agricultural area used in the immediate surroundings between the ravines of Moya and San Felipe between 1955 and 2019, as can be seen in the analysis of orthophotos for this period (GRAFCAN, 2019).



Figure 63. Evolution of the cultivated area. 1955 - 2019

Source: Own elaboration based on data from GRAFCAN

The predominant crop in the area around the intervention area is bananas, which have been characteristic of this part of the island since the end of the 19th century. At present, the cultivated area is divided into small and medium-sized farms that sell their products to the local and regional market. The highest quality produce is sent to the mainland market. Vegetable production for local consumption also stands out.



Figure 64. Main crops in the study area and immediate surroundings.

Source: Own elaboration based on data from GRAFCAN

- Service sector (restauration): Although to a lesser extent, this sector also has some relevance. There are currently two catering establishments in operation.

The tourist attraction of the area is a potential driving force for the economic development of the intervention area, particularly in relation to water sports activities. The uniqueness of the San Felipe coastline has led to the conversion of many homes into holiday accommodation, making it the second most important activity after agriculture. In the analysis of the tourism sector, it is possible to identify various types of tourist accommodation offered on the main holiday accommodation booking platforms. On the one hand, on the Airbnb platform, 17 properties are listed, while on the Booking platform, 13 accommodations are offered. These advertisements highlight the sporting activity, the particularities of the surroundings and the coastal landscape, such as the beach of San Felipe and the ponds of San Lorenzo, as the main attractions for visitors.



Figure 65. Approximate location of accommodations offered on the Airbnb platform

Source: Own elaboration based on data from Airbnb

In addition to this accommodation offered on leading online platforms, 23 extra-hotel accommodation establishments have been identified in the category of Holiday Dwellings, regulated by the Canary Islands Government, with a total of 97 beds.



Figure 66. "Holiday Dwellings" identified in San Felipe

Source: Own elaboration based on data from Grafcan – Gobierno de Canarias

2.5.3 Infrastructure, equipment and facilities

The analysis of the existing infrastructures, facilities and endowments in the population centre of San Felipe is key to understanding the functional characteristics of the neighbourhood and its capacity to meet the needs of the population. In the identification of the different elements that structure the infrastructure, facilities and endowments available, as well as their characteristics point to certain limitations that suggest actions for improvement to optimise urban functioning and the quality of life of the residents.

2.5.3.1 Road network

Regarding the road system, the central element of the neighbourhood is the Camino de San Lorenzo, a road that ends in a dead-end street within the nucleus, which restricts the mobility and accessibility of the area. However, significant efforts have been made over the years to improve the road network, especially the modernisation of the material used in the transport network, which previously consisted of an unpaved track, although despite this and due to the fact that the road is recurrently occupied by parked vehicles in specific situations there are visibility difficulties and even danger for pedestrians.

The most recent roads include the promenade, known as Avenida Francisco Montesdeoca Suárez, which is approximately 655 metres long. This avenue includes a breakwater that reduces the risk of exposure to waves and connects with the initial part of the San Felipe beach. It also includes the dead-end street José Salgado Roque, which, like the avenue, is classified as a roundabout access road according to the General Development Plan. Another relevant aspect of the road system is that at present there is only one access road to the town, which connects to the GC - 751 and the GC - 2 motorway, which articulates the connection to the coastal strip in the north of the island in connection with the capital and the main urban centres such as Guía, Gáldar and Agaete. It is thus the central axis for urban growth in this region.

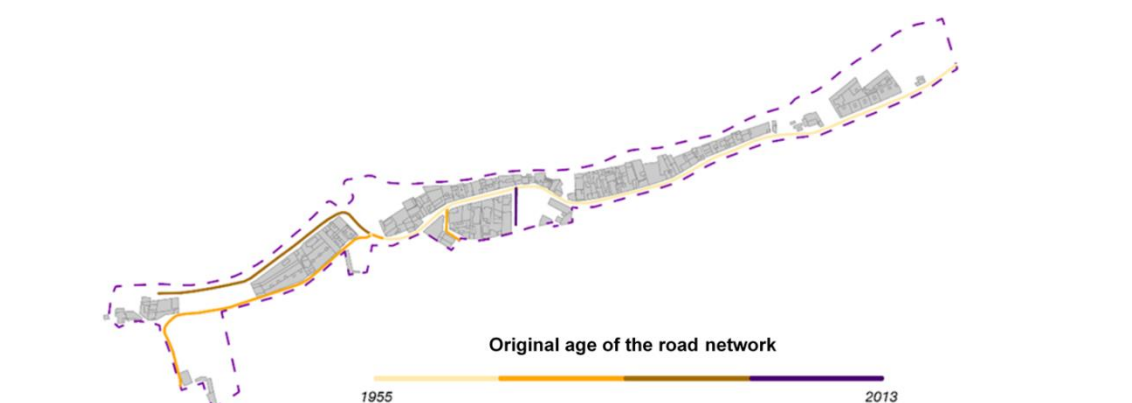


Figure 67. Temporal evolution of the main road in San Felipe

Source: Own elaboration

On the other hand, from the territorial planning defined in the PTP-15, actions are contemplated to improve the road infrastructure of San Felipe with the creation of a road connecting with the population centre from the GC-751 at the height of Lomo del Verdugado, where this road currently runs. This is a local road that would have a direct connection with the GC-2, thus improving accessibility to the neighbourhood and mobility in the area.

2.5.3.2 Supply and sewage network

On the one hand, the supply network is laid out along the main road of the study area with proposals for improvements located in José Salgado Roque St. On the other hand, the sewerage network is more complex than the supply network, due to the specific characteristics of the population centre. In this case, the network has two pumping stations that channel the wastewater to the Wastewater Treatment Plant (WWTP), located approximately 1 kilometre inside the Barranco de Moya, outside the boundaries of the town and serving other urban and rural settlements located at higher altitudes, as well as some isolated dwellings. Once the wastewater is directed towards the treatment plant and has received secondary treatment at the WWTP, it is reintroduced into the sewage network for authorised discharge into the sea, via an underwater outfall located almost 1 kilometre from the coast. Likewise, as in the case of the supply network, the General Development Plan establishes specific improvement proposals for the extension of the network.



Figure 68. Water supply and sewerage network and connection to WWTP

Source: Own elaboration based on data from PGO

2.5.3.3 Public lighting

The public lighting in the study area is distributed longitudinally along the main road in the neighbourhood, also extending along the promenade. This configuration ensures continuous and efficient lighting in the busiest areas, providing optimal conditions for safety and visibility in these areas. In accordance with the General Development Plan (PGO), proposals have been established for specific improvements to the lighting system in José Salgado Roque St. and in a section of the final part of the general cul-de-sac, which provides access to two dwellings. These improvements seek to optimise lighting coverage in areas that are currently deficient, ensuring a more uniform and functional lighting network for residents.



Figure 69. Distribution of public lighting in San Felipe

Source: Own elaboration based on data from PGO

2.5.3.4 Equipment and facilities

Finally, regarding the facilities and amenities in San Felipe, the following have been identified:

- Two facilities of a social nature:
 - The Valerón Neighbourhood Association, the main street and José Salgado Roque Street, a building constructed in 2012, and which offers a multi-purpose space and small cafeteria.
 - Adjoining the San Felipe hermitage is a building linked to the public space of the neighbourhood square.

- A religious facility:
 - The Hermitage of San Felipe, which serves as a place of worship and is a point of reference in the neighbourhood due to its historical relevance.

- A health and care facility:
 - A space that is located near the San Felipe beach and is destined for the Red Cross rescue and lifeguard service, which provides assistance in emergencies and support in preventive and surveillance activities.



Figure 70. Existing facilities in the study area

Source: Own elaboration based on data from PGO

Finally, although it is not included as a facility, the village has a small sports court of approximately 281 m² near the access to the neighbourhood and next to the village's wastewater pumping station.

2.6 Coastal dynamics

2.6.1 Study of swell

2.6.1.1 Wave propagation

Wave propagation, rip currents and sediment transport processes have been simulated on the basis of the data obtained from the maritime climate and the granulometric study carried out in this project. The objective is to know the wave heights at various control points in the study area, as well as the behaviour of sedimentary processes.

Part of this analysis has been used to study wave breakage, a key factor in the knowledge of the calculation wave height. This height will serve as the basis for the dimensioning of the perimeter wall of the prototype.

The results of the propagations can be consulted in more detail in the file 'Graficos_SMC_SAN_FELIPE', information that forms part of the reports made, together with this report for this work.

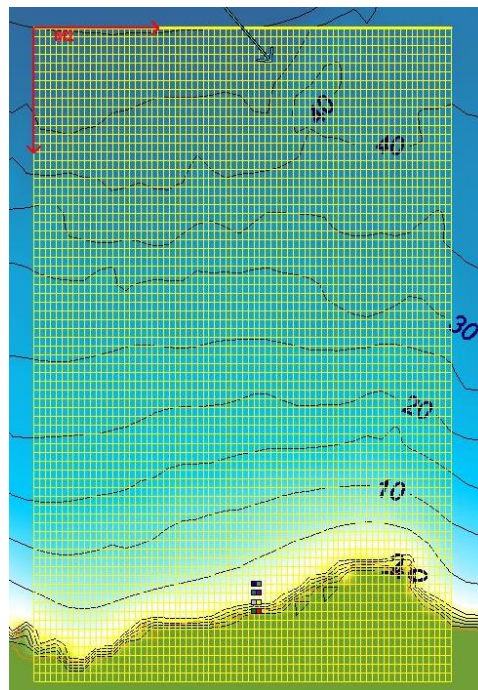


Figure 71. Mesh used for the wave propagations of the N

Source: Own elaboration

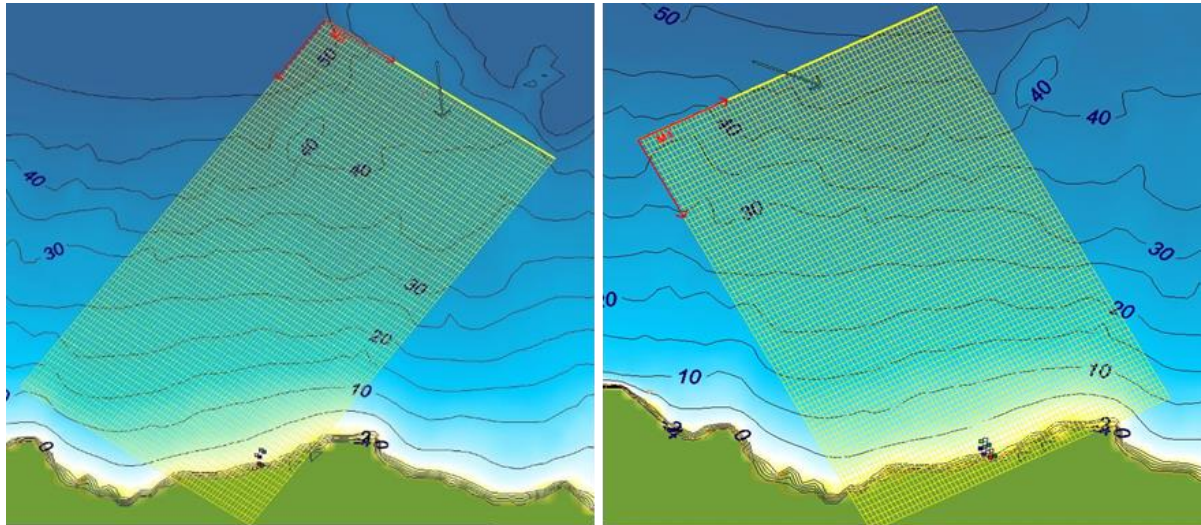


Figure 72. Meshes used for 1st and 4th quadrant wave propagations

Source: Own elaboration

2.6.1.2 Wave break analysis

This project will analyse the breakage suffered by the waves against the coast of San Felipe. It is important to know this because it will give us information about the breakage that the prototype may suffer. Breakage requires a special analysis, since, for structures located in shallow waters, it is almost always the most unfavourable situation. In spite of this, most shallow water marine projects do not usually analyse rupture situations.

Most of the failures of maritime works in the Canary Islands are due to breakage situations, especially on the N and W coasts, located in shallow waters with respect to large incident storms, a situation in which the prototype will be found.

It will be analysed separately:

- Breakage against the coast.
- Breakage against a maritime structure.

The study of the calculation wave height is related to the study of the breaking behaviour of the waves that reach the coast, i.e. it is essential to know the depth interval where the breakage will occur both on the coast and at the foot of the structure to be designed, in order to know whether it is inside or outside this interval. Similarly, it is necessary to know the height of the wave, whether breaking or not, at the base of the structure to dimension its defence.

Breakage against the coast of San Felipe

The study of wave breakage off the coast of San Felipe shows that the waves break in the Plunging type when the volute or tube is formed, the breakage is produced by the wave falling forward, or Spilling, the breakage starts at the crest of the wave, without the volute or tube being formed. They are characterised by foam on the crest. This type of break is found on beaches with low slopes and high perpendiculars.

Considering the maritime climate data for the average regime, the wave break is of the plunging type and breaks with heights varying between 1.50 and 3.30 metres with depth intervals between -1.5 and -3.5 metres, depending on the season of the year. For autumn and winter swells the breaking heights are higher, between 1.60 and 3.30 metres approximately, with these swells arriving mainly from the N and NNW directions and associated with breaking intervals between -1.70 and 3.40 metres deep. The next season with significant break heights is spring, where these vary between 2.25 and 3.28 metres, with a predominantly N direction, with the break interval being between -2.40 and -3.50 metres deep. The summer is the one with the lowest break heights, between 1.50 and 2.40 metres, with directions from the N and NNE, establishing its break interval between -1.50 and -2.60 metres depth (see table below).

For the extreme regime, the wave breaking is of the spilling type, where the breaking heights vary between 5.10 and 8.22 metres, depending on the direction of origin. The intervals vary between depths of -6.80 and -12.80 metres. The highest wave height is from the NNW, and the lowest wave height is from the WNW, as can be seen in the following table.

Table 22. Swell break on the coast of San Felipe for the mean swell regime

Wave breaking against the shore – Average regime			
Period	Rotura	Hb (m)	Depth of rupture (m)
Annual	N – Plunging	1,63 – 3,16	-1,69 ↔ -3,41
Winter	NNW – Plunging	1,79	-1,86
	N – Plunging	2,39 – 3,25	-2,49 ↔ -3,38
Spring	N– Plunging	2,25 – 3,28	-2,39 ↔ -3,54
Summer	N– Plunging	1,48 – 1,97	-1,56 ↔ -2,13
	NNE– Plunging	2,38	-2,61
Autumn	N– Plunging	1,63 – 3,00	-1,69 ↔ -3,18

Source: Own elaboration

Table 23. Swell break on the coast of San Felipe, for the extreme swell regime

Wave breaking against the shore – Extreme regime			
Direction	Break	Hb (m)	Depth of rupture (m)
NE	Spilling	5,88	-9,88
NNE	Spilling	6,97	-11,71
N	Plunging	7,61	-12,78
NNW	Spilling	8,22	-11,84
NW	Spilling	7,74	-10,37
WNW	Spilling	5,10	-6,83
NE	Spilling	5,88	-9,88
NNE	Spilling	6,97	-11,71

Source: Own elaboration

Breakage against the prototype

The study of wave breakage against the prototype that is to be designed as a defence on the coast of San Felipe is carried out. This study analyses whether the wave arrives broken, unbroken or breaks against the prototype (Afonso, 2023b; Afonso, 2023c; Afonso 2023d), which is why the foot of the prototype can be found in three situations as shown in the figure below.

For this analysis, the results of the extreme maritime climate regime obtained for the coast of San Felipe and the SMC software (G.I.O.C, n.d) have been used to carry out the wave propagations. The foot of the protection wall that takes the greatest depth in the initial prototype (whose characteristics, dimensions and orientations may vary with respect to the final design) would be at approximately -1,88 metres with respect to Mean Sea Level. The calculation method used in this analysis is the one proposed by Juan A. Afonso (1988): Refraction + Diffraction method.

The results of the study show that the interval where the wave break occurs [-2,15, -3,18] in metres, is just in front of the foot of the preliminary projected structure (-1,88 m). The structure is located in a BROKEN WAVE zone, so the calculation wave height to be used for the sizing of the structure will be the one obtained from the Hb of the Broken Wave at high tide, which is 3,15 metres, as can be seen in the following table.

Table 24. Results obtained from the analysis of wave breaking versus the prototype

Prototype protection wall			
NO BREAK	Hb (m)	ds (m)	
PMVE	3,16	-1,88	
BREAK	Hb (m)	db min - db max (m)	Bathymetric (m)
PMVE	5,51	6,06 ↔ 8,33	-4,51 ↔ -6,78
BROKEN WAVE	Hb (m)	db min - db max (m)	Bathymetric (m)
PMVE	3,15	3,70 ↔ 4,73	-2,15 ↔ -3,18

Source: Own elaboration

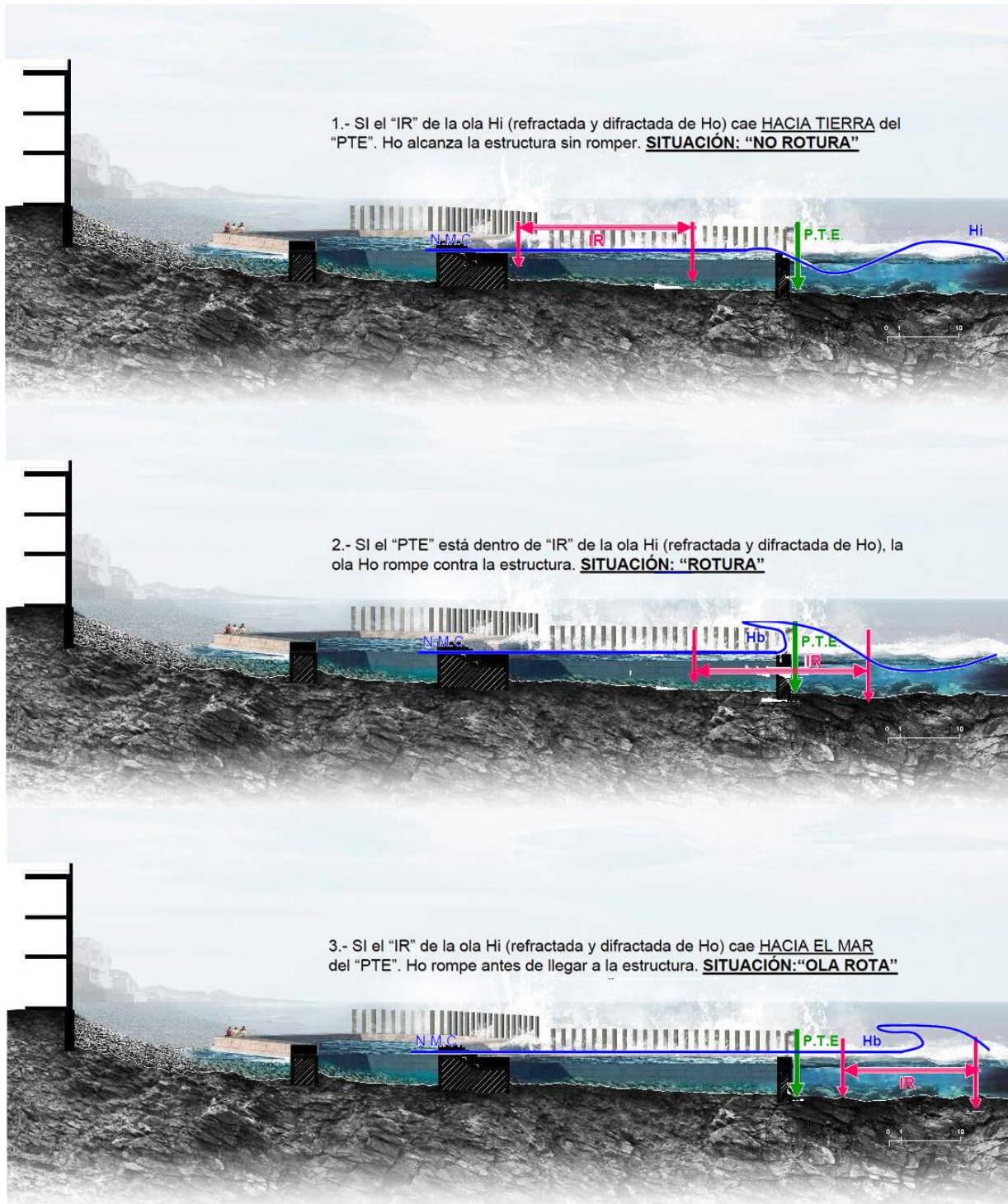


Figure 73. Situations of the prototype foot versus the breakage interval (IR)

Source: Own elaboration

2.6.2 Current survey of the coast of San Felipe

2.6.2.1 Study of native material

Knowledge of the native material of the coast is essential to know how it behaves under the influence of waves. For this purpose, sediment samples were taken and analysed during the work of the 'Estudio Ecocartográfico del North de Gran Canaria' (Gobierno de España, 2008), in the following 'Ecocartográfico'. The samples analysed were all samples from the subtidal zone, between the depths of -10 m and -38 m. In total 15 sediment samples have been consulted, of which 10 are at intermediate depths, between -10 m and -26 m, and 5 are at high depths, between -34 m and -38 m. The location of these samples is shown in the figure below. The average grain size characteristics are shown in the table below.

Table 25. Sediment particle size characteristics of the San Felipe coastline

Type sediment	Depth	Granulometry
Coarse sand	Deep waters	1,25 mm
Fine sand – very fine	Intermediate waters	0,212 mm

Source: Ecocartographic Study of the North of Gran Canaria

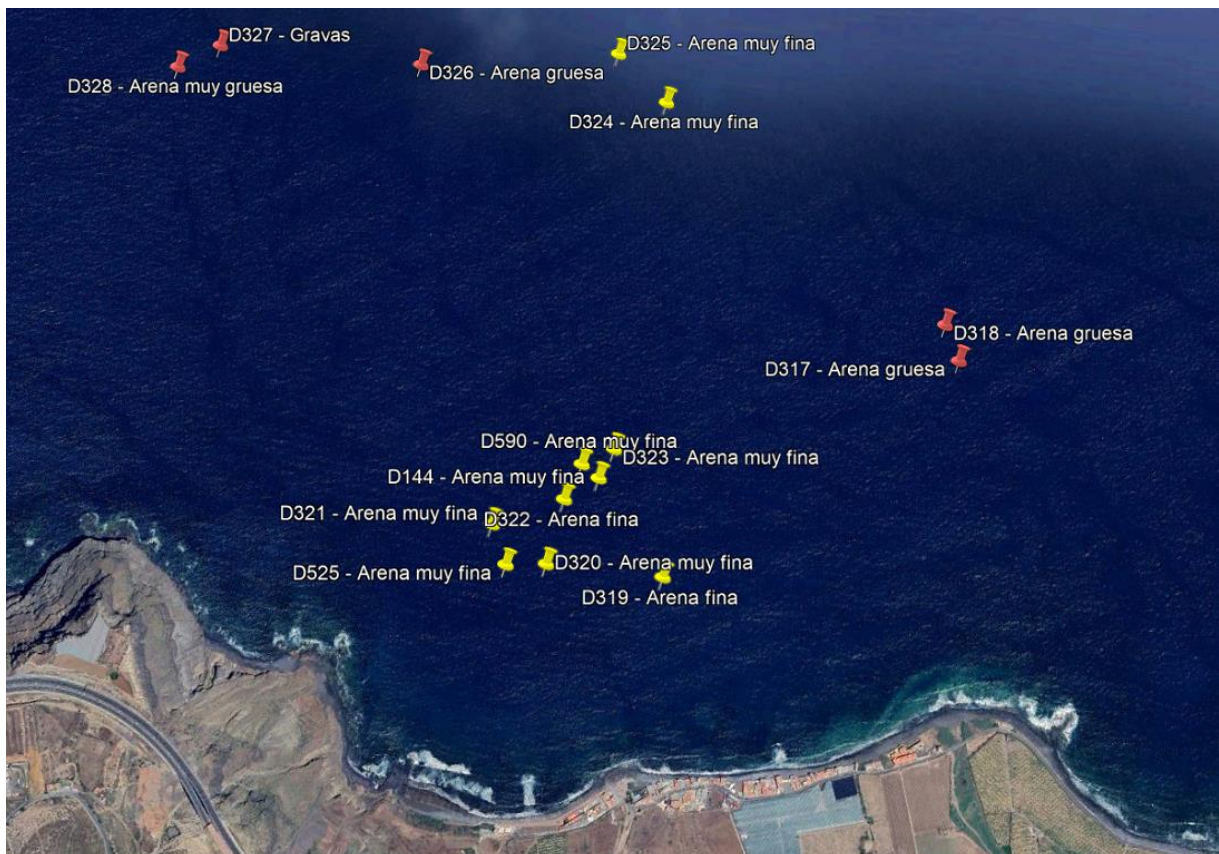


Figure 74. Location of granulometric samples off the coast of San Felipe

Source: Google Earth

2.6.2.2 Study of the profiles of the coast of San Felipe

In this section the profile behaviour of the coast of San Felipe will be studied. A series of profiles has been established, from which the following aspects will have to be determined (Afonso, 2024):

1. The Significant Transport Limit or STL, i.e. the depth at which the sediment stops moving due to the influence of waves.
2. Establish whether they are complete, incomplete or submerged beach profiles.
3. Establish whether for each profile the beach behaves as a bar or a step.
4. Establish whether for each profile the beach is reflective or dissipative.

The coast of San Felipe is an open natural beach, i.e. it is unprotected as it has no headland or breakwater at either end. It is located in the physiographic unit delimited by Punta de Guanarteme and Punta del Camello, i.e. on this stretch of coast both points act as two total barriers to the passage of sediments. This physiographic unit can be zoned into sub-units, dividing its coastline into sections which have basically the same characteristics with respect to coastal dynamics, with each zone acting and reacting in a similar way. The coast of San Felipe has been included in the physiographic sub-unit between the mouth of Barranco de San Felipe and the mouth of Barranco de Moya. For this beach, the profiles to be studied are shown in the following figure.

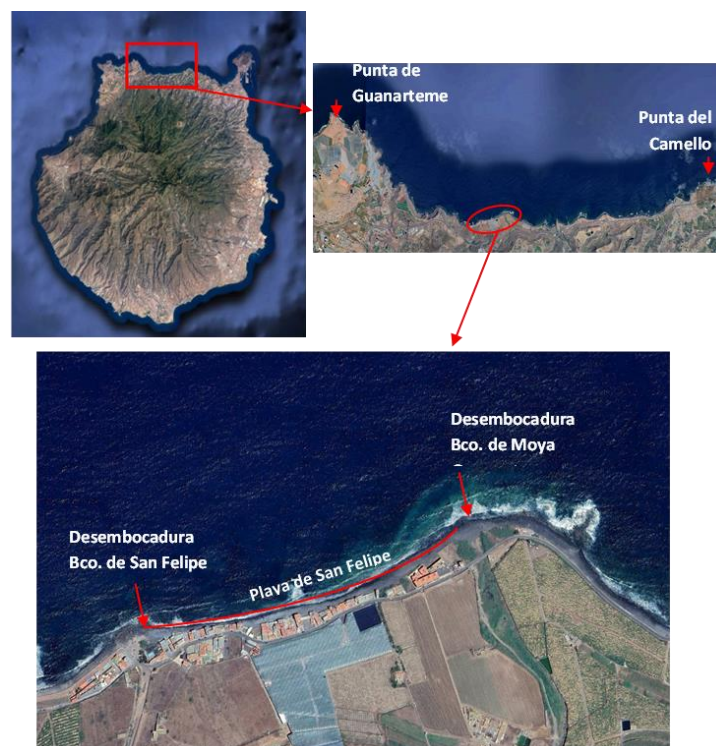


Figure 75. Physiographic features of the intervention area

Source: Own elaboration

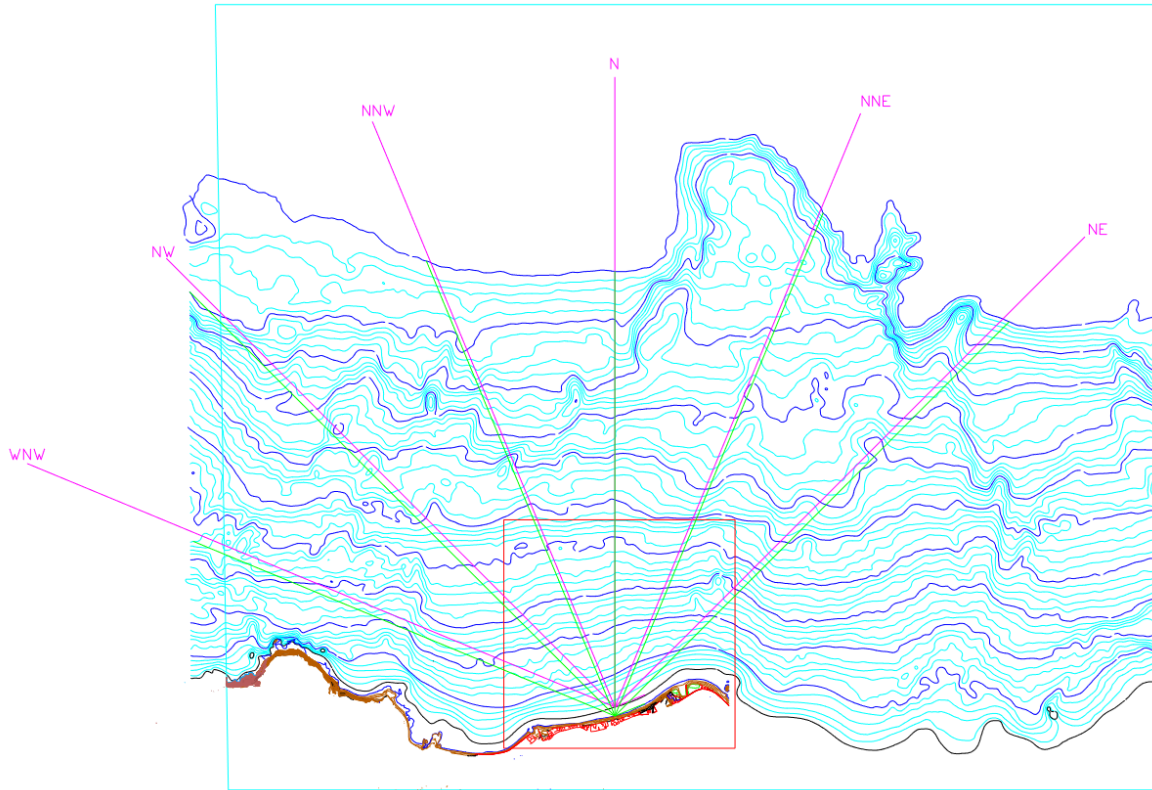


Figure 76. Profiles to study on the coast of San Felipe

Source: Own elaboration

Significant Transport Limit

The Significant Transport Limit (STL) or also known as the Closure Depth is the point in the profile from which NO sediment movement occurs. In other words, the phenomena of coastal dynamics are no longer at work. In other words, it is the depth at which the seabed, whatever its nature, is not significantly affected, not even by the strongest storms that may reach the coast, and it is therefore where the active beach ends and the beach base begins.

This depth of closure can often be established as a guide by observing the bathymetry, since where there are changes in the bathymetric lines it indicates that the LTS can be established in that area. In this case, methodologies of different authors have been used for its calculation. The following tables show the results obtained.

Table 26. LTS depths for the medium regime swell off the coast of San Felipe

Significant Transport Limit (m)		
Period	Direction	LTS Depth (m)
Annual	N	-7,88
Winter	NNW	-10,50
	N	-10,50 ↔ -13,42
Spring	N	-5,57 ↔ -7,88
Summer	N	-5,57
	NNE	-5,57
Autumn	N	-7,88 ↔ -15,50

Source: Own elaboration

Table 27. LTS depths for the extreme regime swell off the coast of San Felipe

Significant Transport Limit (m)	
Direction	LTS Depth (m)
NE	-10,99
NNE	-11,73
N	-11,98
NNW	-12,76
NW	-13,03
WNW	-12,10

Source: Own elaboration

Classification of the sedimentary mass by morphology

The coast of San Felipe can be classified as a beach with an incomplete profile, as it has Indeformable Front Bottoms (FFI), but also as a submerged beach, as when the high tide occurs the dry beach disappears, due to its movement being cut off at the top by the houses, as can be seen in the following figure.



Figure 77. Situation on incomplete profile beach (left) and submerged beach (right)

Source: Own elaboration

Response of the Sedimentary Mass

Being a beach with an Incomplete Profile Sedimentary Mass, the response of the beach will be analysed according to the wave directions obtained from the maritime climate.

Indeformable frontal bottoms, either formed by a coastal rocky rill or by highly embedded boulders (typical at the mouths of gullies on volcanic islands), support the Incomplete Profile beaches and are the base of the beach. They determine whether the profile of the sedimentary formation will be step ($mp < ms$) or bar ($mp > ms$).

The ms is the slope of the active beach is the slope between the shoreline and the active depth. The mp is the slope of the base of the beach and is the slope between the active depth and the LTS. These slopes will be calculated for all wave directions to which the beach of the San Felipe coast is subjected.

The results (Table 6) show that for medium regime waves the beach behaves mainly as a bar, except in the autumn season when it behaves as a step. It can be established that for normal waves the slope between the shoreline and the active depth is gentler than the slope at the base of the beach, i.e. material accumulates on the beach.

For storms, those coming from the 1st quadrant (NNE and N) make the beach behave as a bar, while for the 4th quadrant (N, NNW, NW and WNW) the beach behaves as a step. For more energetic waves (4th quadrant) the slope between the shoreline and the active depth is steeper than the slope at the base of the beach, i.e. material is lost from the beach.

Table 28. Sediment mass response as a function of mean and extreme wave regime

Medium regime					
Annual	$ms < mp$	“Barra”	Summer – N	$ms < mp$	“Barra”
Winter	$ms < mp$	“Barra”	Summer – NNE	$ms < mp$	“Barra”
Spring	$ms < mp$	“Barra”	Autumn	$ms > mp$	Step
Extreme regime					
NE	$ms < mp$	“Barra”	NNW	$ms > mp$	Step
NNE	$ms < mp$	“Barra”	NW	$ms > mp$	Step
N	$ms > mp$	Step	WNW	$ms > mp$	Step

Source: Own elaboration

Beach Reflectivity

Qualitatively, we can classify beaches by their reflectivity in 2 ways:

1. Reflective beach, a beach in which the waves reflect on it with little loss of energy.
2. Dissipative beaches dissipate the incident waves.

Dissipative beaches are usually gently sloping sandy beaches, hardly gravel and pebbles. Reflective beaches are usually made of gravel and pebbles, although there may also be sandy beaches.

The results obtained show that the beach on the San Felipe coast is a reflective beach.

2.6.2.3 *Sediment Transport Study*

For the study of sediment transport, the wave propagations carried out have been taken into account. The propagations of the most representative cases with the highest frequency of occurrence have been analysed, both in the medium and extreme regimes, the latter for waves with return periods of 70, 100 and 500 years, obtaining data on the speed of breaking currents and potential transport rates, with a coarse grain size ($D_{50}:1,25\text{mm}$).

The results show that for both mean and storm surges, those coming from the N and NNE produce the strongest rip currents in the La Bajilla area and the central area of the San Felipe coast. On the other hand, the swells coming from the NW have a greater impact in the vicinity of the exit of the San Felipe ravine. These currents take the highest values during low tide, and in relation to these, the maximum values are around:

- For medium regime waves between 0,15 and 0,24 m/s.
- For storm surges with Tr 70 years between 0,50 and 0,72 m/s.
- For storm surges with Tr 100 years between 0,50 and 0,78 m/s.
- For storm surges with Tr 70 years between 0,50 and 0,75 m/s.

The simulations also show that the currents produced by mean waves occur between the shoreline and approximately 5 metres depth, and the currents produced by storm surges occur between the shoreline and approximately 10 - 13 metres depth. In both cases these processes are identified close to the values obtained from the significant transport limit.

As for the potential transport, that produced by the medium regime swells, it takes an E → W direction. The highest values occur in the central area of the San Felipe coast, and during low tide. It is observed that for some N swells just off the central area of the San Felipe coast there is a change in the outward transport.

For the storm surges, the behaviour for the three return periods studied is very similar. The potential sediment transport takes direction E → W when storms occur from the NNE and N, while storms from the NW cause the transport to take direction W → E. Waves from the N cause vortices in the transport, both in La Bajilla, in the central area of the coast of San Felipe and in the vicinity of the exit of the San Felipe ravine. These vortices cause a transport towards the coast in the area of La Bajilla, while in the central area and in the vicinity of the ravine, this transport is towards the outside waters. The maximum values are around:

- For storm surges with Tr 70 years, between 30 and 54 m³/h/ml.
- For storm surges with Tr 100 years, between 28 and 54 m³/h/ml.
- For storm surges with Tr 70 years, between 36 and 58 m³/h/ml.

2.7 Climate change risk assessment

The assessment of the risk associated with climate change makes it possible to identify and address the potential impacts that may occur, facilitating the definition of appropriate adaptation measures for the area of intervention and those critical areas. This section analyses the main risk factors affecting the area, such as coastal flooding, sea level rise and coastal erosion. From this analysis, based on first-rate sources of information, the assets and elements with the greatest exposure and risk of being affected are precisely identified, providing a solid basis for the planning of adaptation and protection actions.

2.7.1 Background

According to the IPCC (2022), climate change is a change in the state of the climate that can be identified by changes in the mean value of the variability of its properties, persisting over an extended period, typically decades or longer. Climate change can be due to natural internal processes or external forcings such as modulations of solar cycles, volcanic eruptions and persistent anthropogenic changes in atmospheric composition or land use. At present, climate change due to human influence is unequivocal and is especially related to increases in greenhouse gas (GHG) concentrations and land use change.

Climate change in turn leads to increased risks, defined by the IPCC Sixth Assessment Report (2022) as the potential for adverse consequences for human and ecological systems due to dynamic interactions between climate hazards, human and ecological exposure and vulnerability to hazards. These consequences include damage to health, loss of life, critical infrastructure, impacts on the socio-economic fabric and disruptions to ecosystems.

In this sense, risk is made up of different variables, firstly, hazard or threat, which refers to those events or trends of a natural or anthropic nature that may cause loss of life, damage to the socio-economic and/or natural fabric. Moreover, these hazards can be of two types, extreme, such as adverse natural phenomena (drought, torrential rains, etc.), or gradual (sea level rise, temperature increase).

Secondly, exposure, which refers to all those people, assets, ecosystems, infrastructures, livelihoods, etc. that may be negatively affected by hazards.

Thirdly, vulnerability, as the predisposition to be affected by climate change and different hazards, integrating concepts and elements that include sensitivity or susceptibility to damage and the lack of capacity to cope and adapt.



Figure 78. Risk componets

Source: 6th Report of Working Group II of the IPCC (AR6)

In this context of climate change, the Canary Islands, as an island territory, have certain particularities that make it a fragile territory with a very high risk (Fernández, 2008). On the one hand, the human system is characterised by the concentration of population in coastal areas and a socio-economic fabric centred on tourism, favoured by the existing climatic conditions and fundamentally linked to coastal environments. On the other hand, the ecological system is characterised by a high level of biodiversity, which is very sensitive to external factors and is highly fragmented by human activities.

These factors make the Canary Islands a territory particularly exposed to threats such as drought, coastal flooding (Vousdoukas et al., 2020), rising sea levels and rising temperatures, with a greater impact on the easternmost islands and those with the highest population density, such as Gran Canaria, where the intervention area is located.

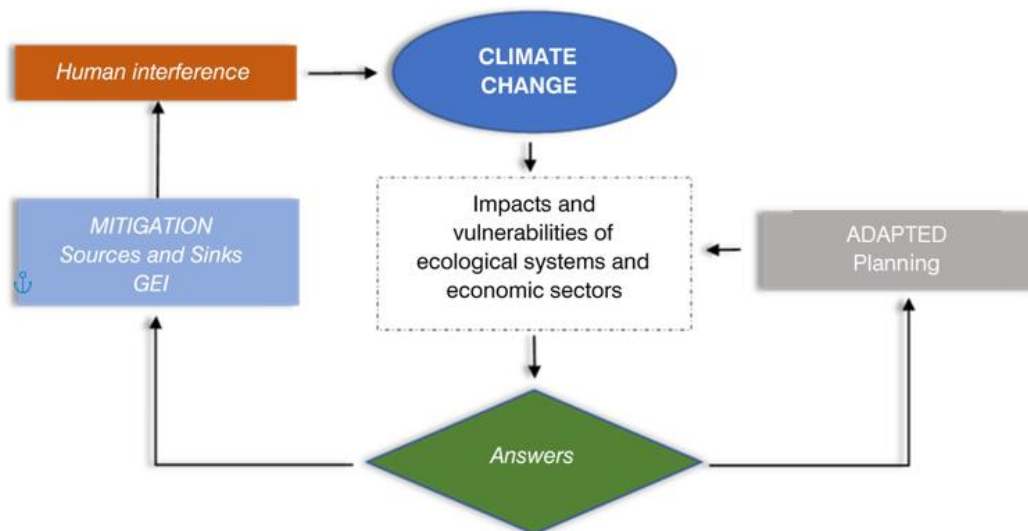


Figure 79. Adaptation, mitigation and complementary strategies

Source: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

Thus, the implementation and development of measures to adapt to the effects of climate change is configured as the main tool against climate change in the archipelago, as they seek to limit the risks derived from climate, the vulnerability of natural and human systems, as well as their resilience.

Under the broad regulatory framework in force to combat climate change, integrating adaptation to its adverse effects and improving the resilience of the territory, we find different regulations and reference documents from which actions and projects aimed at combating and adapting to climate change emerge. These regulations include:

I. Law 7/2021 on Climate Change and Energy Transition. Which establishes some general criteria for coastal areas in Title V, on measures to adapt to the effects of climate change:

- Article 20. Consideration of climate change in the planning and management of the maritime-terrestrial public domain.
- Article 21. Consideration of climate change in territorial and urban planning and management, as well as in interventions in the urban environment, in building and in transport infrastructures.

II. The National Plan for Adaptation to Climate Change (PNACC) 2021 - 2030. Specifically with regard to the coasts and the marine environment, it sets out the following guidelines:

- Develop tools for risk analysis and the definition of adaptation initiatives on the coast and at sea.
- Develop adaptation initiatives and promote nature-based solutions for the stabilisation and protection of the coastline against climate risks.
- Encourage consideration of climate-related coastal risks in spatial, infrastructure and urban planning in coastal areas.
- Incorporate climate change adaptation criteria into the planning and management of marine protected areas.

It also sets out different lines of action:

- Line of action 7.1. Development of tools for risk analysis and the definition of adaptation initiatives on the coast and at sea.
- Line of action 7.2. Changes in the regulatory framework to facilitate coastal and marine adaptation.
- Action Line 7.3. Integration of coastal risks into plans and programmes that include the coastal space.
- Line of action 7.4. Development of adaptation initiatives in the Public Maritime Terrestrial Domain and related spaces.
- Line of action 7.5. Promoting institutional coordination and social participation for adaptation on the coast and at sea.

III. Law 6/2022, of 27 December, on climate change and energy transition in the Canary Islands. It defines the main guidelines for coastal management (third final provision):

1. Within a maximum period of five years from the entry into force of this law, coastal management guidelines shall be drawn up and approved, aimed at:
 - a) The liberation of uses in the coastal strip by minimising urban pressure and other intensive uses, the regeneration and recovery of coastal ecosystems and the natural landscape, as well as the different infrastructures.
 - b) Under the principles of precaution, prevention of impacts and risks, adaptation of coastal habitats to new climatic conditions, promotion of coastal green infrastructure and guarantee of conservation for the sustainable continuity of the tourist sector as the driving force of the Canarian economy, the coastal planning guidelines will establish criteria for the achievement of these objectives in order to reduce the risks to the population and promote the strengthening and adaptation of coastal ecosystems.
2. Within the framework of the coastal planning guidelines and the technical planning instructions, the instruments that carry out the urban planning of the coast will carry out a specific study of the maritime-terrestrial public domain easement zone; of the areas of influence to minimise risks, make easements and parking areas effective, ensure the survival of species and habitats, such as ravines, salt marshes, flood areas or dune areas and, when necessary, in the 500-metre zone of influence, to facilitate the urban development operations necessary to comply with the objectives of these guidelines.

IV. Island Strategy for Adaptation to Climate Change and Promotion of the Low Carbon Economy in Gran Canaria. First document at island level, published in 2018, which addresses adaptation to climate change in its various facets (Cabildo de Gran Canaria, 2018). In the coastal area, the strategic line N.1 Strengthening the Conservation of Marine and Terrestrial Biodiversity stands out. This line of work includes among its actions Action N.1.2. Natural restoration of the coastline at risk of marine flooding, which promotes nature-based solutions to reduce the impacts of flooding.

For the coastal strips, the strategy calls for the following guidelines:

- Avoid construction on the coastal stretches most susceptible to flooding and carry out restoration projects with morphologies and vegetation more adapted to marine intrusions, and eliminate morphological structures on the coast (breakwaters and similar) prone to create catastrophic flood risks, and which generate artificial beaches at the cost of creating areas of coastal erosion.
- Analyse and monitor coastal ecosystems to diagnose on the one hand the most vulnerable ones and on the other hand what the best solutions might be.
- Addressing the loss of coastal resources: Rising sea levels and the increased destructive power of coastal storms produce diverse impacts on the coastline, including shoreline retreat.

Within this reference regulatory framework, some approaches have been developed in the assessment of climate risks in coastal areas. These include projects such as the analysis of floodable coastal areas (ARPSIs), risk analysis cartographies such as RIESGOMAP, or the development of the PIMA Adapta Costas initiative, which allows us to assess the risk of different areas of the archipelago and which we apply in this study to the intervention area.

Climate change risk assessment allows us to identify, analyse and prioritise the possible impacts on natural and human systems (IPCC, 2023). This assessment provides a holistic view to determine the levels of exposure, vulnerability and sensitivity of a given area to extreme climate events and to the gradual changes induced by climate change itself. Where Risk is the result of the combination of Hazard + Exposure + Vulnerability ($R = H + E + V$).

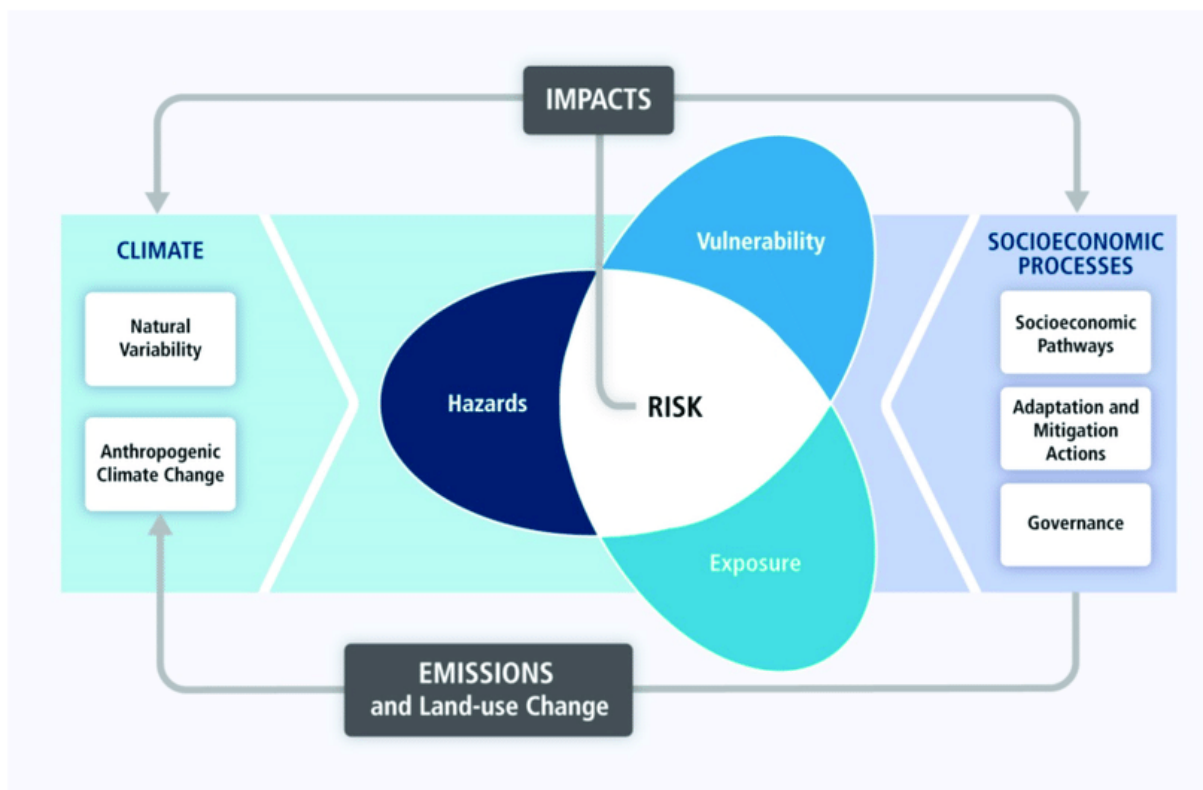


Figure 80. Core concepts for risk assessment

Source: IPCC (AR5, 2014)

In the risk assessment process, key aspects to be considered are the precise identification of the risk elements, the geographical scope and the time scale.

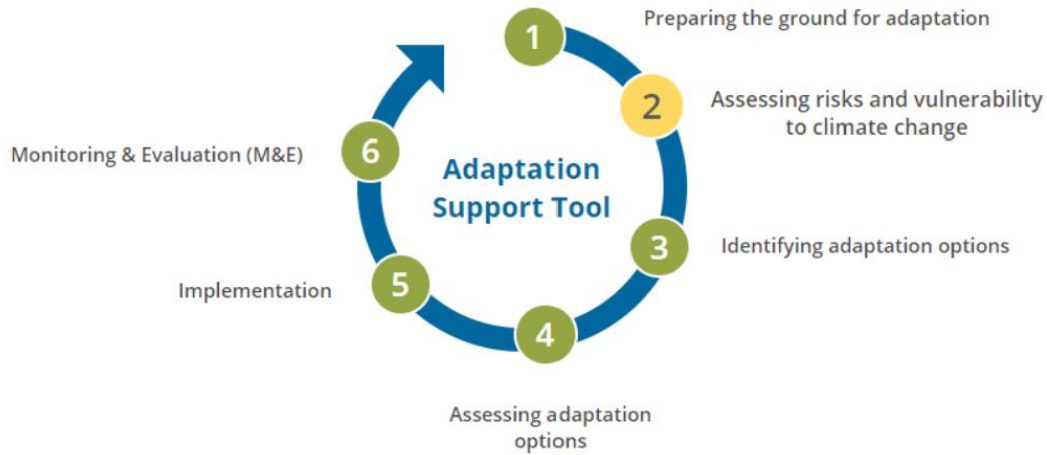


Figure 81. Risk and vulnerability assessments the adaptation cycle

Source: Adaptation Support Tool (Climate-ADAPT)

The main risks affecting the population centre have been selected and prioritised, compiling and exhaustively analysing all the available information. This process has allowed both a detailed assessment of each of the risks and the identification of the most vulnerable elements, including infrastructures and the exposed population. Likewise, those critical points in the neighbourhood that are most susceptible to the processes derived from climate change, such as rising sea levels, coastal erosion, coastal flooding, etc., have been located. This analysis provides a basis for decision-making and the implementation of adaptive measures to protect and improve the resilience of the environment and the resident population.



Figure 82. Overview of risk assessment

Source: Own elaboration

2.7.2 Reference Documents

2.7.2.1 Areas of Significant Potential Flood Risk

Since 2014 and in its most recent versions, we have had the Areas of Significant Potential Flood Risk (ARPSIs) developed by the Hydrographic Demarcation of Gran Canaria. This document defines the exposure sectors in coastal areas and generates a flood probability map for two return periods, T100 and T500. For the area around San Felipe, the coastal ARPSI (ES120_ARPSI_0035) is identified (Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria, 2023a), located in the urban area, without including Vagabundos beach in its entirety.



Figure 83. Zoning of ARPSIs and rates of return in the study area

Source: Own elaboration based on data from MITECO

The methodology followed for the definition of flood risk focuses on identifying the impact on the population and activities due to the potential high risk of flooding by tides and waves with high danger. The effects on habitats of community interest are also included as a calculation variable.

The mapping resulting from the assessment of the exposed areas shows a flood stain in its most extreme configuration. Only three buildings are outside the flood risk zone, the rest of the buildings and the population centre are at risk of flooding both for a return period of 100 years and for a return period of 500 years.

2.7.2.2 Riesgomap

On the other hand, the project called ‘Prevention of Natural and Technological Risks in Territorial and Urban Planning - RIESGOMAP’, generates a graphic tool with specific risk maps for the island territory. In the specific case of San Felipe, the flooding area defined in ARPSI 0035 is assumed; however, this risk is estimated based on the hazard identified in the territory, analysis of the exposed elements and the vulnerability of these elements.



Figure 84. Total Coastal Risk Index in the study area

Source: Own elaboration based on data from RIESGOMAP

In this sense, the total coastal risk integrates economic risk and social risk, reaching medium and high values in most of San Felipe, the values are concentrated mainly in the urbanised area, while the medium values are in the areas surrounding the intervention area. Only a small part of the population centre, which includes three of the properties in the urban area, is not included in this coastal risk zoning.

2.7.3 PIMA Adapta Costas Canarias

The project Plan de Impulso al Medio Ambiente para la Adaptación al Cambio Climático, and its application in the archipelago, has enabled the development of risk mapping on the coast called PIMA Adapta Costas Canarias. Framed within the National Plan for Adaptation to Climate Change, the document carries out a detailed assessment of climate risks in the coastal strips of the Canary Islands, with the aim of estimating the impacts of climate change in these areas. Factors analysed include marine flooding, coastal erosion and rising water temperatures, phenomena that affect both ecosystems and coastal communities.

In addition, the project focuses on the analysis of the socio-economic and ecological effects of these risks, providing a holistic view of how populations and natural environments may be affected, an approach that is key to developing effective adaptation strategies in the most vulnerable areas.

This source of information is particularly relevant for the San Felipe area, as its geomorphological characteristics, population, infrastructure and proximity to the sea significantly expose it to the adverse effects of climate change. Therefore, the results obtained from this project will become a fundamental tool for managing and mitigating climate risks in San Felipe, ensuring more resilient and sustainable planning.

2.7.3.1 Surface loss of coastal stretches due to structural coastal erosion (SNMM)

Regarding the surface loss of sandy beaches due to structural coastal erosion caused by the rise in mean sea level, we observe that the coastline of the intervention area reaches the highest erosion values. In fact, analysing only the island of Gran Canaria, these two beaches or coastal stretches are among the 21 beaches with the highest percentage of surface loss by 2100 in an RCP8.5 scenario of the 143 beaches analysed.



Figure 85. Percentage of surface loss - structural coastal erosion (SNMM), RCP8.5 P95 2100

Source: Own elaboration based on data from PIMA Adapta Costas Canarias

Table 29. Percentage of surface loss due to structural coastal erosion (SNMM)

ISLAND	2050		2100	
	CC MEDIO (RCP4.5-P50)	CC EXTREME (RCP8.5-P95)	CC MEDIO (RCP4.5-P50)	CC EXTREME (RCP8.5-P95)
Gran Canaria	8,27	10,58	32,19	50,22
Tenerife	11,43	14,76	37,94	56,40
Lanzarote	13,13	15,91	40,81	59,29
Fuerteventura	12,85	15,54	37,80	53,10
La Palma	8,03	10,34	27,18	44,16
La Gomera	4,95	7,96	21,92	34,15
El Hierro	3,80	5,61	16,65	28,21
<i>Canary Islands Average</i>	<i>10,07</i>	<i>12,80</i>	<i>33,91</i>	<i>51,02</i>
Beach of San Felipe	17,3	22	60	100
Coast of San Felipe (1)	10,1	9	30	50,6
Coast of San Felipe (2)	16,1	18	54,6	87,1
Coast of San Felipe (3)	17,8	20,5	60	94,1

Source: Own elaboration based on data from PIMA Adapta Costas Canarias

As can be seen from the data obtained, the intervention area and its coastal environment show a high degree of structural coastal erosion. In the different climatic scenarios, significant losses of beach area and coastal front widths are expected, with the coastline of callados and bolos retreating.

2.7.3.2 Critical Infrastructure Affected by Coastal Processes

With regard to infrastructures likely to be affected by coastal processes, PIMA Adapta identifies several elements of the road network in the study area that could be compromised. These include the GC-751 road in San Felipe and the GC-751 towards San Felipe, both of which are considered to be affected under the RCP 8.5 climate scenario projected for the year 2100. More specifically, in the town centre, two of the main roads are expected to be significantly affected: the old GC-751 or Camino de San Felipe, and Avenida Francisco Montesdeoca Suárez.

Road area affected (%). RCP8.5 P95 2100 TR500

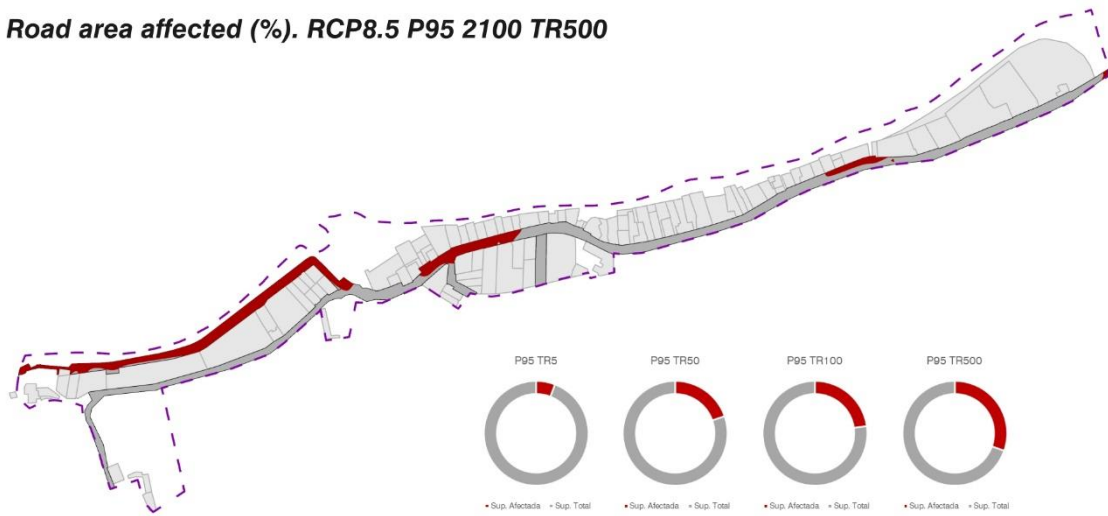


Figure 86. Percentage of road area affected RCP8.5 P95 2100 TR 500

Source: Own elaboration based on data from PIMA Adapta Costas Canarias

Table 30. Percentage of road area affected in different climate scenarios

Road area affected by coastal flooding processes (%)				
Climate scenario	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500
RCP8.5 P95 2100	6,7	17,2	21,5	30,9
RCP8.5 P95 2045	0	0,5	5,4	14,9
RCP4.5 P95 2100	0,32	13,7	16,1	24,5
RCP4.5 P95 2045	0	0,5	6,4	15,4

Source: Own elaboration based on data from PIMA Adapta Costas Canarias

2.7.3.3 Overall Risk - Synthetic Risk Index

On the other hand, it is observed that different areas of the San Felipe reach moderate values in the PIMA Adapta synthetic index risk. As the project indicates, the synthetic index 'aims to combine the probable damages of coastal erosion and flooding in 2050 and 2100 on the population (40%), the economy (30%), heritage (15%), and terrestrial ecosystems and habitats (15%)'. These percentages therefore define the weight of each component in the calculation of the Index.



Figure 87. Synthetic Risk Index of the study area

Source: Own elaboration based on data from PIMA Adapta Costas Canarias

For the intervention area, a slight average global risk has been identified, with 4 areas with a moderate risk. It should be noted that, in the case of San Felipe, the risk will be fundamentally associated with the population, as the rest of the variables included in this index are not significant for the urban area. Therefore, the relative weight of risk is reduced by at least 50% due to the lack of economic, heritage and environmental elements of high value. Only one habitat of community interest is identified (located at the mouth of the Moya river) and three elements are included in the municipal catalogue of protection, two of which are in areas with moderate risk.

2.7.3.4 High cumulative risk areas

Finally, in relation to the cumulative risk of the coastal strips analysed by the PIMA Adapta project, the intervention area is located in one of these high cumulative risk zones. The zoning of this high-risk area corresponds to the coastal strip parallel to the GC-2 motorway, a stretch of coast between San Felipe and El Puertillo de Bañaderos. For the strip, the PIMA gives a cumulative value per hectare in the risk index of 3.5. In addition, it indicates that coastal processes involve risks mainly on urban-residential settlements developed along the coastline along this stretch, including also the coastal road that connects them (GC-2) and occasional effects on productive agricultural land.



Figure 88. Coastal stretch identified as high cumulative risk area

Source: Own elaboration based on data from PIMA Adapta Costas Canarias

2.7.4 Risks associated with coastal flooding and erosion in San Felipe

The study area is located in a coastal area whose processes associated with climate change pose a significant risk to the population. PIMA Adapta has identified the main factors affecting this stretch of the island's coastline, thus providing a solid database for assessing and planning adaptation measures. From this information, it is possible to detail the areas, elements and dwellings in San Felipe that are most likely to be affected by these processes under various climate scenarios and over different time horizons. This assessment not only makes it possible to identify the most vulnerable areas, but also to establish which areas require spatial reorganisation, the definition of new planning guidelines or the implementation of specific projects for adaptation to climate change in the context of global change.

2.7.4.1 Impacts resulting from coastal flooding processes

The effects of coastal flooding processes have been analysed for the different climate scenarios projected to 2045 and 2100, as shown below.

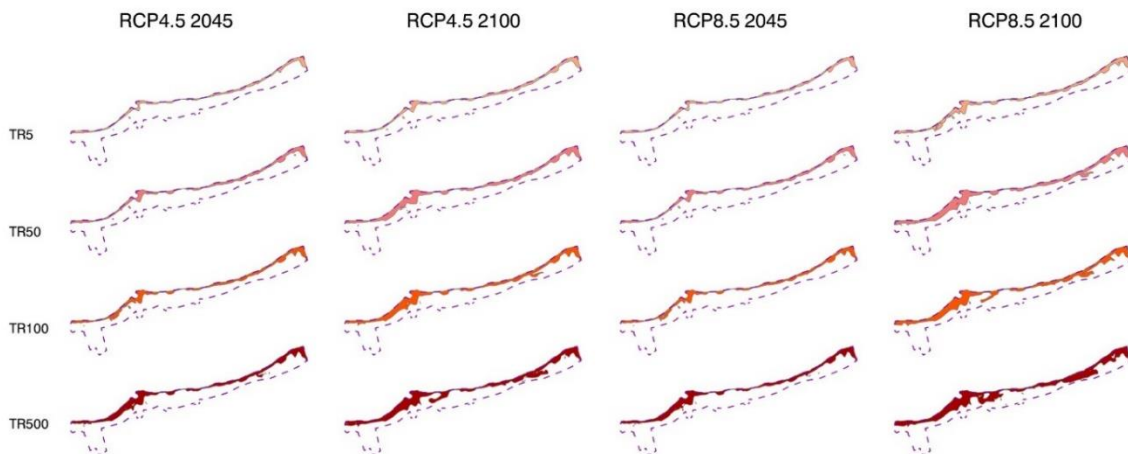


Figure 89. Impacts of flooding processes and climate scenarios

Source: Own elaboration based on data from PIMA Adapta Costas Canarias

In the case of San Felipe, we can observe a very significant impact with implications for material goods and people. In this sense, the projections point to effects close to 40% of the population nucleus, where up to 90% of the neighbourhood's dwellings are located.

Area of the population nucleus affected (%). RCP8.5 P95 2100 TR500

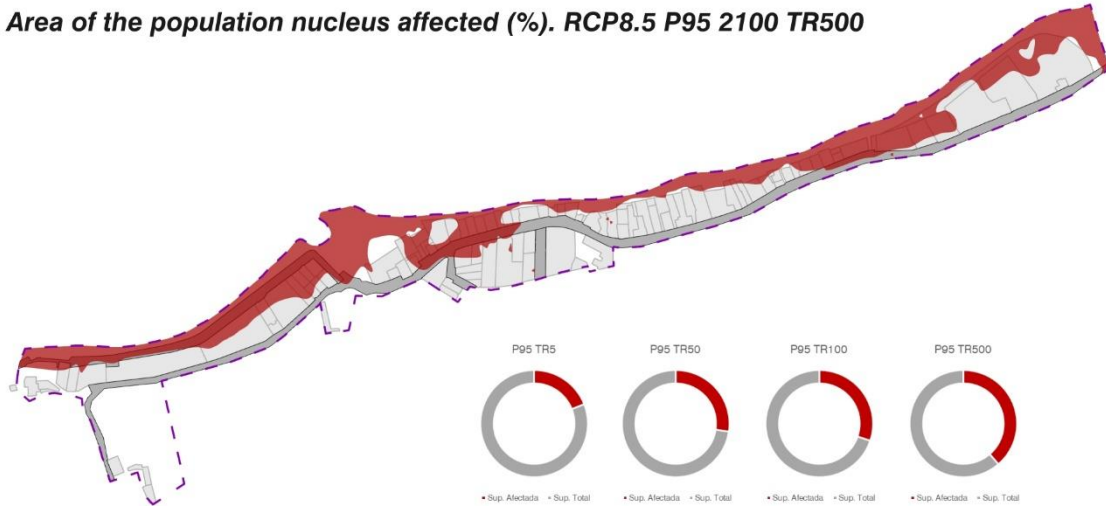


Figure 90. Percentage of affected population nucleus RCP8.5 P95 2100 TR500

Source: Own elaboration based on data from PIMA Adapta Costas Canarias

Table 31. Percentage of affected population centre area and climate scenarios

Area of the population nucleus affected by coastal flooding processes (%)				
Climate scenario	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500
RCP8.5 P95 2100	19,1	27,4	30,2	38,7
RCP8.5 P95 2045	12,0	15,7	18,4	24,2
RCP4.5 P95 2100	15,0	22,9	25,9	32,9
RCP4.5 P95 2045	11,9	15,8	18,8	25,1

Source: Own elaboration based on data from PIMA Adapta Costas Canarias

With regard to the cadastral plots affected by coastal flooding, there are notable differences depending on the different climate scenarios and return rates, with minimum values in the RCP4.5 and RCP8.5 P95 scenarios projected to 2045 with a return rate of 5 years, which affects 14% of the plots in the population centre. On the other hand, the maximum values correspond to the RCP8.5 P95 scenario in 2100 for a return rate of 500 years, where 66% of the plots in San Felipe will be affected.

Affected Cadastral Plots (%). RCP8.5 P95 2100 TR500

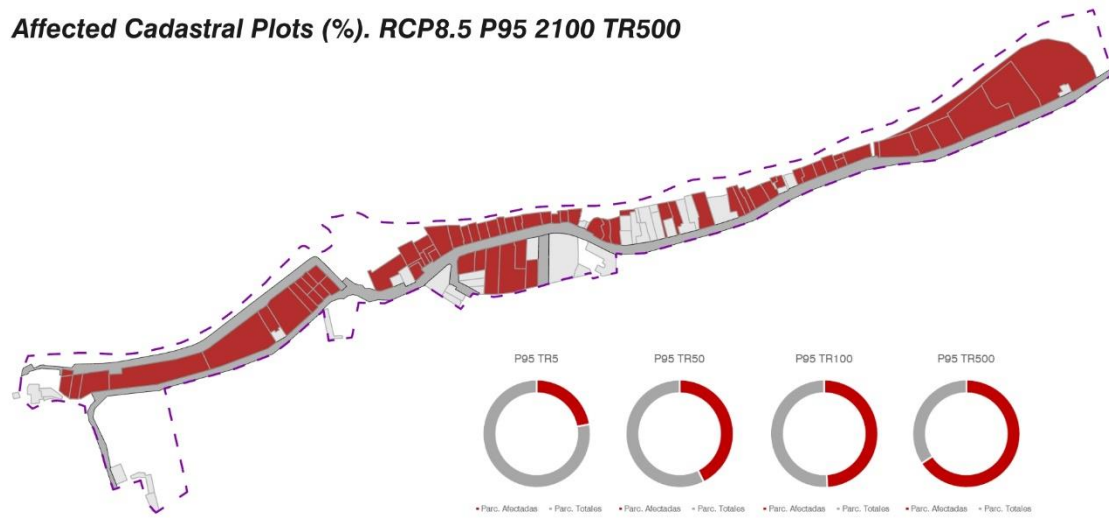


Figure 91. Percentage of cadastral parcels affected RCP8.5 P95 2100 TR500

Source: Own elaboration based on data from PIMA Adapta Costas Canarias

Table 32. Percentage of affected cadastral parcels and climate scenarios

Cadastral plots affected by coastal flooding processes (%)				
Climate scenario	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500
RCP8.5 P95 2100	22,4	43	49,5	66,4
RCP8.5 P95 2045	14	17,8	23,4	38,3
RCP4.5 P95 2100	16,8	34,6	41,1	55,1
RCP4.5 P95 2045	14	18,7	23,3	39,2

Source: Own elaboration based on data from PIMA Adapta Costas Canarias

As with the plots, the values oscillate in the same way, in this sense in the scenarios RCP4.5 and RCP8.5 P95 projected to 2045 with a return rate of 5 years 46.5% of the dwellings would be affected, while the maximum value is reached with RCP8.5 P95 in 2100 with a return rate of 500 years, affecting almost 89% of the dwellings in the neighbourhood.

Affected Dwellings (%). RCP8.5 P95 2100 TR500

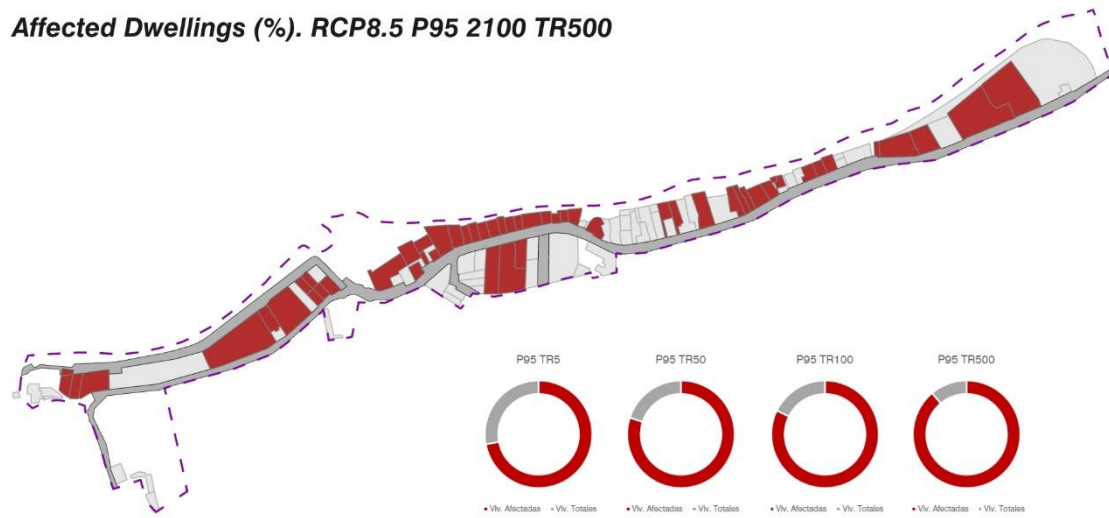


Figure 92. Percentage of dwellings affected RCP8.5 P95 2100 TR500

Source: Own elaboration based on data from PIMA Adapta Costas Canarias

Table 33. Percentage of households affected and climate scenarios

Dwellings affected by coastal flooding processes (%)				
Climate scenario	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500
RCP8.5 P95 2100	72,0	80,1	82,3	88,9
RCP8.5 P95 2045	46,5	70,1	71,9	78,2
RCP4.5 P95 2100	48,3	76,7	79,3	83,4
RCP4.5 P95 2045	46,5	70,1	71,9	78,2

Source: Own elaboration based on data from PIMA Adapta Costas Canarias

The data obtained show a high degree of exposure, even in more favourable scenarios RCP4.5 and with reduced return periods. There is clear evidence of the phenomenon with severe impacts on waterfront dwellings. In the summer of 2024, three dwellings were affected by strong waves.

2.7.4.2 Impacts arising from changes to the coastline

With regard to the structural change of the San Felipe coastal environment, understood as the permanent (or long-term) change in the mean position of the coastline influenced by the rise in mean sea level and waves, the data allow us to identify direct processes of retreat or advance of the coastline. Obtained by subtracting the current mean shoreline position (2020) from the future mean shoreline position (2045 and 2100), the following results are detected:



Figure 93. Structural change of the coastline in San Felipe, RCP8.5 P95 2100

Source: Own elaboration based on data from PIMA Adapta Costas Canarias

Table 34. Structural change of the San Felipe coastline and climate scenarios

Climate scenario	Structural Change - AOI		
	MIN	MÁX	AVERAGE
RCP8.5 P95 2100	1,3	22,9	9,5
RCP8.5 P95 2045	0,9	15,6	6,4
RCP4.5 P95 2100	0,3	4,8	1,9
RCP4.5 P95 2045	0,2	4,8	1,7

Source: Own elaboration based on data from PIMA Adapta Costas Canarias

In addition, the extreme retreats of the coastline have been identified for the main climate scenarios with return rates of 5, 25 and 50 years. We can thus observe how, for all projections, the minimum retreat of the coastline is greater than 10 metres, reaching maximum values of 47,5 metres by 2100 in the RCP8.5 scenario and with a return rate of 50 years.

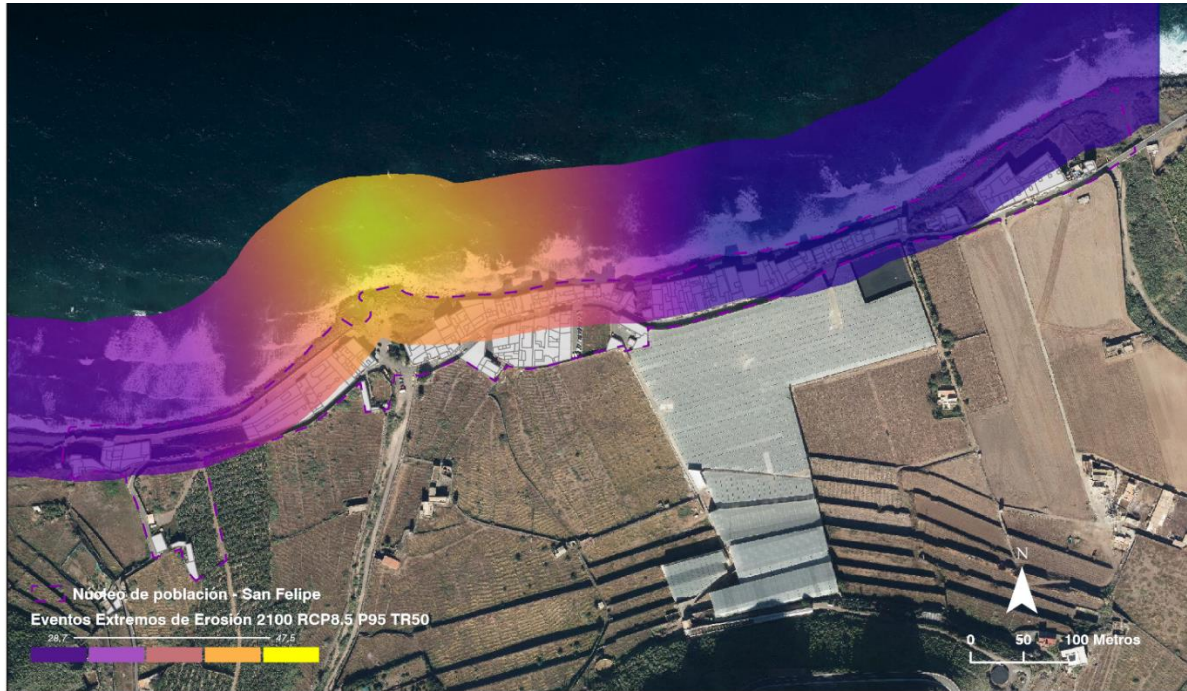


Figure 94. Extreme erosion events, changes on the shoreline, RCP8.5 2100 TR50

Source: Own elaboration based on data from PIMA Adapta Costas Canarias

Table 35. Shoreline retreat due to extreme events and climate scenarios

Climate scenario	Extreme shoreline retreats			
	TR5 Average	TR25 Average	TR50 Average	Máx
RCP8.5 P95 2100	26,8	31,0	32,8	47,5
RCP8.5 P95 2045	12,6	16,3	17,9	32,1
RCP4.5 P95 2100	19,7	23,1	24,5	37,1
RCP4.5 P95 2045	13,3	17,4	19,2	35,3

Source: Own elaboration based on data from PIMA Adapta Costas Canarias

In relation to the digital shoreline analysis (DSAS) carried out using the USGS software and using the digitised shorelines for the years 1955, 1977, 1998 and 2020, a significant regression has been identified in a large part of the San Felipe coastline, especially in those coastal areas where defence mechanisms such as breakwaters have not been built.

Thus, the promenade and its breakwater is presented as the only area where a gain has been recorded throughout the time series as it is the main area where there have been gains in net changes in the coastline with maximum values of 14 metres, as well as a positive value in the linear regression rate with maximum values of 0,2 m/year, defining the accretion in the coastal stretch. On the other hand, erosion is generalised for the rest of the coastal stretch with net values of coastline loss of up to 25 m in areas of callados due to the great dynamism of this type of beaches and a regression rate of 0,32 m/year in some sectors. In this sense, erosion is greatest on the beach of Vagabundos and between the section at the mouth of the San Felipe and Moya ravines, but it is notable in the rest of the study area, with the exception of the promenade.



Figure 95. Net changes and annual mean regression. 1955 - 1977 - 1998 – 2020

Source: Own elaboration

Table 36. Net changes and annual mean regression

Net Shoreline Change (NSM) (m)		Linear regression rate (LRR) (m/year)	
Average value (loss)	-7,6	Average value (loss)	-0,13
Minimum value (loss)	-25,8	Minimum value (loss)	-0,32
Maximum value (increase)	14,01	Maximum value (increase)	0,2

Source: Own elaboration

2.7.5 San Felipe Coastal Vulnerability Index (CVI)

The Coastal Vulnerability Index (CVI) is an index developed by the United States Geological Survey (USGS) adapted from the vulnerability index of Gornitz et al. (1994) and the sensitivity index of Shaw et al. (1998) and is one of the most widely used indices for the assessment of coastal vulnerability in the context of climate change, sea level rise and coastal erosion and flooding (Ramieri et al., 2011). The index is made up of an equation that makes it possible to assess this vulnerability based on the integration of different variables:

$$CVI = \sqrt{\frac{a * b * c * d * e * f}{6}}$$

Figure 96. Formula for the calculation of the CVI

Source: USGS

Where a, b, c, d, e and f represent the risk values associated with the variables of geomorphology, coastal slope, sea level variation rate, coastal erosion/accumulation rate, mean tidal range and mean wave height, respectively. Once these variables have been analysed, categories are defined for each of them with values from 1 to 5, with 1 being the lowest vulnerability rank and 5 the highest.

The analysis of each of these variables has been carried out on the basis of primary sources (LiDAR, Ecocartographic, Topobathymetric, etc.), but specific modifications have been made to some categories proposed in the index itself, as in the case of the geomorphological characterisation, as some of these are not representative of the island and others of relevance on the island have been included (abrasion platform, callaos beach, etc.).

Table 37. Variables that make up the coastal vulnerability index analysis (CVI)

Vulnerability	Very Low	Low	Media	High	Very High
Variable	1	2	3	4	5
Geomorphology		Low coastal cliffs	<u>Abrasion platforms</u>		
		High coastal cliffs	<u>Rocks</u>	<u>Barras</u>	<u>Stone beaches</u>
			<u>Damns</u>		<u>Sand beaches</u>
			<u>Breakwater</u>		
			<u>Ports</u>		
Slope	=> 8%	<u>8% - 4%</u>	<u>4% - 2%</u>	<u>2% - 1%</u>	< 1%
Relative sea level change (mm/year)	< 1,8	1,8 - 2,5	2,5 - 2,95	2,95 - 3,16	<u>> 3,16</u>
Shoreline erosion-acreage (m/year)	> 2	2 - 1	<u>1 / -1</u>	-1 / -2	< -2
Mean tidal range	Acreage		Stable		Erosion
Mean wave height	>6	6 - 4,1	4 - 2	<u>1,9 - 1</u>	< 1
	< 0,55	0,55 - 0,85	0,85 - 1,05	1,05 - 1,25	<u>> 1,25</u>

Source: Own elaboration based on data from USGS

In the case of San Felipe, after segmenting the coastline into 50-metre stretches, the calculated CVI indicates a high coastal vulnerability in most of the coastal strip of the town centre, becoming very high on the edge of the sandy beach of San Felipe and moderate just at the mouth of the Moya ravine.



Figure 97. Coastal Vulnerability Index (CVI) in San Felipe

Source: Own elaboration

The rise in sea level is one of the main threats arising from climate change in coastal areas, especially in those geographical contexts where the population, goods, infrastructures and economy are concentrated on the coast, as is the case of island territories and the area of intervention. Rising sea levels have direct consequences on flooding and coastal erosion. In the case of the intervention area, it has been identified that the average sea level has fluctuated considerably, in fact, for the 1992 - 2022 time series of the Las Palmas 2 tide gauge (Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, s.f.), the rate of sea level rise is 3,98 mm/year.

Average Sea Level Values (1992 - 2022)

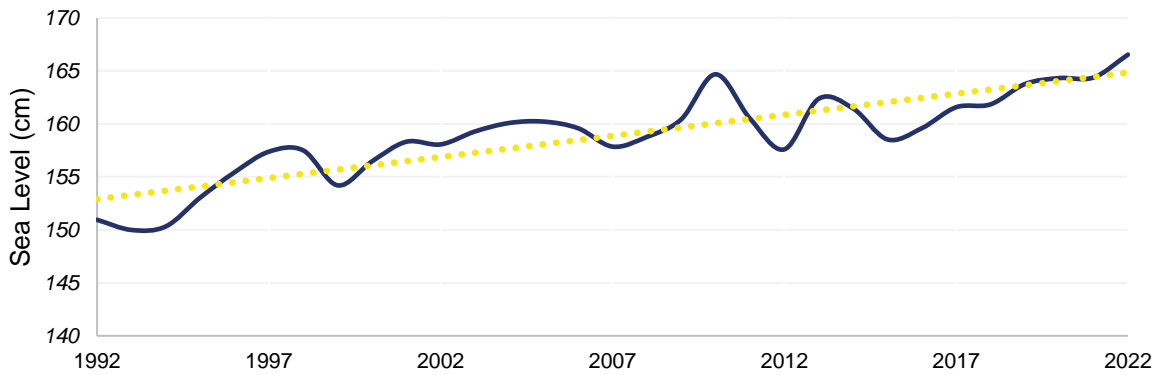


Figure 98. Average Sea Level Values, Mareógrafo of Las Palmas 2 (1992 - 2022)

Source: Own elaboration based on data from Puertos del Estado

Some projections, such as those developed jointly by the IPCC and NASA for Las Palmas de Gran Canaria (port) point to a sea level rise in 2050 ranging from 0,26 m to 0,30 m in the worst-case scenario SSP5-8.5.

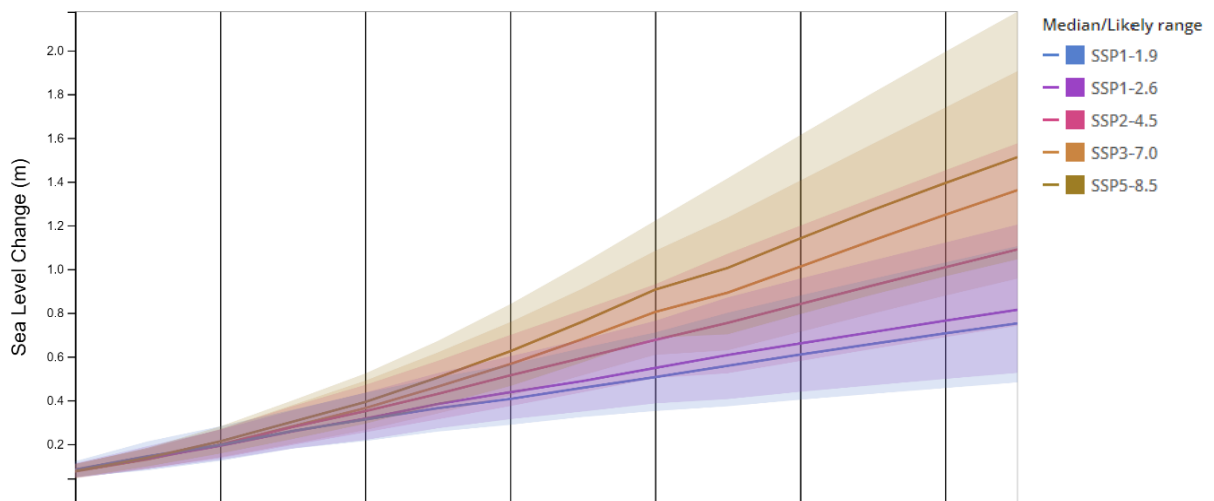


Figure 99. Projected sea level rise in the different SSP scenarios

Source: Sea Level Projection Tool (NASA), IPCC Working Group I (AR6)

In the case of the intervention area, sea level rises are estimated to range from 13 cm in 2030 to 1,5 metres in 2150 under a SSP5-8.5 climate scenario. This could mean a coastal retreat of up to 18,5 metres inland in those areas of lower elevation and slope of the coastal strip.

Table 38. Projected sea level rise in the different SSP scenarios

Scenarios	Projected sea level change (m) (mean confidence - 50th quantile)												
	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100	2110	2120	2130	2140	2150
SSP1-1.9	0,14	0,19	0,26	0,31	0,36	0,40	0,45	0,49	0,55	0,59	0,64	0,69	0,73
SSP1-2.6	0,13	0,19	0,25	0,31	0,38	0,43	0,48	0,54	0,59	0,65	0,70	0,75	0,80
SSP2-4.5	0,13	0,19	0,27	0,34	0,42	0,51	0,59	0,67	0,75	0,83	0,91	1,00	1,08
SSP3-7.0	0,13	0,19	0,28	0,36	0,46	0,56	0,68	0,80	0,89	1,01	1,12	1,24	1,35
SSP5-8.5	0,13	0,21	0,30	0,39	0,50	0,62	0,76	0,90	1,00	1,13	1,26	1,39	1,51

Source: Own elaboration based on data from Sea Level Projection Tool (NASA) and IPCC Working Group I (AR6)



Figure 100. Coastal setback areas by SLR by elevation (0, 1; 0,5; 1,0; 1,5)

Source: Own elaboration based on data from Sea Level Projection Tool (NASA)

With the analysis of Coastal Vulnerability and the data obtained on exposure and sensitivity of the built space, two main plausible areas for the location of adaptation interventions are detected. With the tasks to be carried out in the diagnosis phase, through the evaluation and validation of technicians and with public participation, the ideal intervention sector will be identified.



Figure 101. Coastal setback areas by SLR by elevation (0,1; 0,5; 1,0; 1,5). (Detail)

Source: Own elaboration based on data from Sea Level Projection Tool (NASA)

The initial conditions determine these two preferential areas, the first is located in the central area of the village of San Felipe (AREA 1) and covers a frontage of 14 buildings. Specifically, the buildings on the plots identified with the number 6 to 18, equivalent to postal numbers 41 to 56. The length of Area 1 is 125 metres.

The second area (AREA 2) is located in the eastern area covering a total of 8 buildings next to the sports area (former educational centre) and the sewage pumping station. It consists of plots 19 to 27, identified by post numbers 11 to 20. The coastal front of this area is 86 metres long.



Figure 102. Delineation of areas at greatest risk from sea level rise

Source: Own elaboration

3 Final considerations

The **historical evolution** of the San Felipe neighbourhood reveals a process of growth characterised by spontaneous and unregulated development, born around agriculture and developed along the coastal strip. The public space in the area also requires an improvement in urban quality, offering spaces for pedestrians to enjoy and facilitating traffic management. These factors, together with the age of the housing stock, reinforce the need for more sustainable urban planning strategies adapted to the current context of exposure and risk to climate change.

The analysis has also shown a **rich biodiversity** of flora and fauna, highlighting its capacity to host endemic and protected species under various forms of protection, reflecting its environmental importance. In the marine environment, algae communities have been identified, some of which are protected, as well as various species of molluscs and crustaceans.

The surroundings of the intervention area show a high degree of anthropic processes, which has resulted in a scarcity of vegetation. The most representative species in this area are the tarajal (*Tamarix canariensis*) and the saltmarsh (*Atriplex ifniensis*), which are found mainly at the mouth of the Moya ravine. Despite the evident loss of biodiversity, unique species and some endangered species have been identified, highlighting the need to conserve and restore the areas where these species thrive.

Finally, the 'Inventory of Vulnerability and Risks of the Biodiversity of Gran Canaria in the face of Climate Change' (CIEGC, 2016) points out that climate change could lead to the proliferation of introduced species, which represents an additional challenge for biodiversity in the area. This underlines the importance of implementing preventive environmental management to mitigate negative impacts and protect local ecosystems.

Regarding the **effects** of existing regulations and planning, the intervention area is subject to sectoral regulations and the island's urban and territorial planning. Firstly, with regard to **territorial planning**, the Insular Planning Plan (PIO), through the Partial Territorial Plan 15 (PTP-15), defines a series of strategic actions, highlighting the development of the coastline by means of a pedestrian promenade and the road connection to the south, avoiding the current situation of a cul-de-sac.

Secondly, from the **municipal planning** point of view, the General Management Plan (PGO) of the municipality organises the area, establishing the different categories and classes of land, as well as the permitted uses in the area. With regard to the structural conditions of the San Felipe planning, the partial location of buildings within the Public Maritime Terrestrial Domain (DPMT) is identified, which generates a conflict with the current Coastal legislation. For this reason, the PGO includes the 'Special Plan for the Coastal Façade of San Felipe', which establishes a series of determinations aimed at recovering the easements of the DPMT and the construction of the promenade.

The **heritage** and landscape **analysis** of San Felipe reveals a remarkable historical and cultural value that extends from pre-Hispanic times to the end of the 20th century. This heritage includes a variety of protected elements, such as agricultural and hydraulic infrastructures, as well as religious and defensive structures. The Hermitage of San Felipe, founded in 1672, is one of the most significant elements, and the agricultural terraces, although many are abandoned, continue to be a testimony to traditional Canarian architecture and are protected by various catalogues. In the intervention area, the old school stands out, located in the central-eastern area of the urban centre. In addition, the area has a blue heritage that attracts tourists and sportspeople, especially in water activities such as surfing, which adds value to its coastline. Some waves of interest for the practice of nautical sports have been identified and, finally, the existence of possible elements of underwater heritage, still to be explored.

The **socio-economic analysis** of the area has been developed in a census section made up of the population centre itself. The area has 290 residents. San Felipe has an ageing demographic structure. There is currently a process of transformation of the housing stock, with an increase in the presence of second homes and holiday homes.

With regard to **coastal dynamics**, taking into account the maritime climate data for the medium regime, a *plunging* wave break has been observed, with heights varying between 1.50 and 3.30 metres with depth intervals between -1,5 and -3,5 metres, depending on the season of the year. For the extreme regime, the wave breaking is of the *spilling* type, where the breaking heights vary between 5,10 and 8,22 metres, depending on the direction of origin. The intervals vary between depths of -6,80 and -12,80 metres. The highest swell height is from the NNW, and the lowest swell height is from the WNW. The analysis also provides data on the behaviour in profile of the coast of San Felipe, for which the depth at which the sediment stops moving due to the influence of the waves (Significant Transport Limit or STL) has been analysed. The results of the analysis of the coastal dynamics have confirmed the initial hypotheses for the implementation of a pool in such a way that it serves as a protection and energy dissipator, while at the same time not affecting the waves.

Finally, based on the **analysis of coastal vulnerability to climate change** and the data obtained on the exposure and sensitivity of the built space, two main plausible areas have been identified for the location of adaptation interventions:

- The first is located in the central area of the village of San Felipe (SCOPE 1) and covers a frontage of 15 buildings, between post numbers 41 and 56.
- The second area (SCOPE 2) is located in the eastern area and covers a total of 8 buildings next to the sports area and the sewage pumping station. These are the dwellings identified with the post numbers 11 to 20.

With the information obtained throughout the various sub-tasks that make up WP2, the technical and participatory diagnosis can be addressed in the next phases, which will allow the final scope of action and the implications of the intervention to be defined.

4 References

AEMET (2016). Catálogo-Guía de Fenómenos Meteorológicos Adversos que afectan a la Isla de Gran Canaria. Agencia Estatal de Meteorología, 104 pp. Accesible en: <https://www.energiagrancanaria.com/wp-content/uploads/2019/03/catalogofmagran-canariaaemet.pdf>

Afonso, J. A. (2023a). 'Criterios para la elección del punto WANA-SIMAR y dudas más frecuentes. En: Apuntes VI Maestría Interuniversitaria en Ingeniería de Puertos y Costas, ULL - ULPGC. Octubre, 2023.

Afonso, J. A. (2023b). 'Determinación del temporal de cálculo en las obras marítimas. Obtención de las Hs a pie de obra, análisis de la no rotura'. En: VI Maestría Interuniversitaria en Ingeniería de Puertos y Costas, ULPGC – ULL. Noviembre, 2023.

Afonso, J. A. (2023c). 'Determinación del temporal de cálculo en las obras marítimas. Obtención de las Hs a pie de obra, análisis de la ola rota. En: Apuntes VI Maestría Interuniversitaria en Ingeniería de Puertos y Costas, ULPGC – ULL. Noviembre, 2023.

Afonso, J. A. (2023d). 'Determinación del temporal de cálculo en las obras marítimas. Obtención de las Hs a pie de obra, análisis particular de la rotura. En: Apuntes VI Maestría Interuniversitaria en Ingeniería de Puertos y Costas, ULPGC – ULL. Noviembre, 2023.

Afonso, J. A. (2024). 'Análisis del perfil de formaciones sedimentarias costeras. En: Apuntes VI Maestría Interuniversitaria en Ingeniería de Puertos y Costas, ULPGC – ULL.

Ayuntamiento de Santa María de Guía (2017). Plan General de Ordenación de Santa María de Guía. Aprobación definitiva 8 de mayo de 2017. Boletín Oficial de Canarias, 17 de mayo de 2017, n. 94. <https://plangeneralguiagc.es/PGO2017/inicio.html>

Bosman, D.E., Scholtz, D.J.P. (1982). A Survey of Man-Made Tidal Swimming Pools along the South African Coast. Coastal Engineering, 2504-2513. <https://doi.org/10.1061/9780872623736.152>

Cabildo de Gran Canaria (2018). Estrategia Insular de Adaptación al Cambio Climático e Impulso de la Economía Low en Carbono en Gran Canaria. Interreg/MAC 2014-2020, 134 pp. Accesible en: <https://www.energiagrancanaria.com/descargas/estrategia-de-adaptacion-al-cc-gran-canaria-20212709.pdf>

Cabildo de Gran Canaria (2023). Plan Territorial Parcial Ordenación del Litoral del North, Arucas, Moya, Sta. M.^a de Guía (PTP-15). Aprobación definitiva 6 de febrero de 2023. Boletín Oficial de Canarias, 16 de febrero de 2023, n. 33 https://planesterritoriales.idegrancanaria.es/?ucode=PTP-15_20220930_PLENO_APDEF

Cabildo de Gran Canaria, FEDAC (s.f.). Carta Etnográfica de Gran Canaria. <https://fichacarta.fedac.org/>

Chazarra-Bernabé, A., Flórez García, E., Peraza Sánchez, B., Tohá Rebull, T., Lorenzo Mariño, B., Criado, E., ... & Botey, M. R. (2018). Mapas climáticos de España (1981-2010) y ETo (1996-2016). Agencia Estatal de Meteorología

CIEGC (2016). "Inventario de Vulnerabilidad y Riesgos de la Biodiversidad de Gran Canaria frente al Cambio Climático. Especies Exóticas Invasoras e Incendios Forestales". En: *Diagnóstico de Riesgos y*

Vulnerabilidades y adaptación al cambio climático en la isla de Gran Canaria, Cabildo de Gran Canaria, 167 pp. Accesible en: <https://www.energiagrancanaria.com/wp-content/uploads/2019/03/inventariobiodiversidad.pdf>

Coastal Engineering Research Center (US). (1984). *Shore protection manual* (Vol. 1). Department of the Army, Waterways Experiment Station, Corps of Engineers, Coastal Engineering Research Center.

Consejería de Transición Ecológica, Lucha contra el Cambio Climático y Planificación Territorial (2022b). *PIMA Adapta Costas. Evaluación del riesgo frente al cambio climático en las costas de Canarias*. Cartográfica de Canarias S.A. https://opendata.sitcan.es/upload/medioambiente/pima/20220531IP_ResumenPIMA.pdf

Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria (2023a). *Estudio ambiental estratégico. Plan hidrológico y plan de gestión del riesgo de inundación*. https://aguasgrancanaria.com/pdfs/PlanHidro/ES120_EsAE_PH_PGRI_Memoria_Fdo.pdf

Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria (2023b). Memoria. Plan hidrológico de Gran Canaria. https://www.aguasgrancanaria.com/pdfs/PlanHidro/ES120_PH_PP-Memoria-completa.pdf

Fernández, I. G. (2008). *Estrategia canaria de lucha contra el cambio climático*. Agencia Canaria de Desarrollo Sostenible y de Lucha contra el Cambio Climático. <https://adaptecca.es/sites/default/files/documentos/estrategia-canaria-de-lucha-contra-el-cambio-climatico.pdf>

G.I.O.C. (s.f). *SMC – Sistema de modelado costero*. Grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas, Universidad de Cantabria, & Dirección General de Costas, Ministerio de Medio Ambiente, Gobierno de España.

Gobierno de España (2008). *Estudio ecocartográfico de la zona North del litoral de la isla de Gran Canaria*. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, Gobierno de España, & TYPESA Ingenieros Consultores y Arquitectos

Gobierno de Canarias (2021). *Mapas de riesgos: RIESGOMAP*, <https://opendata.sitcan.es/dataset/riesgomap>

Gobierno de Canarias (s.f.). *Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias*. <https://www.biodiversidadcanarias.es>

Gornitz, V. M., Daniels, R. C., White, T. W., & Birdwell, K. R. (1994). The development of a coastal risk assessment database: vulnerability to sea-level rise in the US Southeast. *Journal of coastal research*, 327-338.

GRAFCAN. (s.f.). *Memoria General del Mapa de Vegetación de Canarias*. https://www.idecanarias.es/resources/Vegetacion/Memoria_MapaVegetacion.pdf

Instituto Geológico y Minero de España (s.f.). *Descripción de las unidades geológicas de Gran Canaria*. https://www.idecanarias.es/resources/GEOLOGICO/GC_LITO_unidades_geologicas.pdf

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental*

Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2023). *Climate Change 2021 – The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896>

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2023). *Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability: Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>

ISTAC (2024). *Banco de Datos del Instituto Canario de Estadística, 2024*, Gobierno de Canarias.

Martínez-Chamorro, J. (2010). *Plan de Adaptación de Canarias al Cambio Climático*. Agencia Canaria de Desarrollo sostenible y Cambio Climático. https://adaptecca.es/sites/default/files/documentos/plan_de_adaptacin_de_canarias_al_cambio_climtico.pdf

Ministerio para la Transición Energética y el Reto Demográfico (2017). *Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa Española*. https://www.miteco.gob.es/content/dam/mitesco/es/costas/temas/proteccion-costa/estrategiaadaptacionccaprobada_tcm30-420088.pdf

Ministerio para la Transición Energética y el Reto Demográfico (2023). *Guía para la evaluación de riesgos asociados al cambio climático*. https://www.miteco.gob.es/content/dam/mitesco/images/es/guia_evaluacion_riesgos_cambio_climatico_2023_tcm30-570075.pdf

Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible (s.f.). *Clima medio de oleaje - Nodo SIMAR 4035011*. Área del Medio Físico, Puertos del Estado.

Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible (s.f.). *REDMAR - Red de mareógrafos de Puertos del Estado. Puerto de Las Palmas*. Área del Medio Físico, Puertos del Estado.

Olmo Canales, S. (2011). *El Patrimonio Arqueológico Subacuático de Gran Canaria*. Cuadernos de Patrimonio Histórico, nº 10, Cabildo de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria, pp. 172-173.

Ramieri E, Hartley A, Barbanti A, Duarte Santos F, Gomes A, Hilden M, Laihonon P, Marinova N, Santini M (2011) *Methods for assessing coastal vulnerability to climate change*, European topic Centre on climate change impacts, vulnerability and adaptation (ETC CCA) technical paper, Bologna (IT) 93, October 2011. https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-cca/products/etc-cca-reports/1/@_@download/file/TP_1-2011.pdf

Sánchez, J., Ríos, C., Pérez-Chacón, E., & Suárez, C. (1995). *Cartografía del potencial del medio natural de Gran Canaria*. Cabildo Insular de Gran Canaria. Universitat de València (Estudios generales), Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Shaw, J., Taylor, R. B., Forbes, D. L., Ruz, M. H., & Solomon, S. (1998). *Sensitivity of the coasts of Canada to sea-level rise* (p. 114). Ottawa: Geological Survey of Canada.

https://www.academia.edu/download/47917793/The_Sensitivity_of_the_Coasts_of_Canada_20160809-28151-cltsp.pdf

Socorro, M. D. L. R. H. (1994). "En torno a dos imágenes del seiscientos: San Felipe Neri y San Benito de Palermo", *Almogaren: revista del Centro Teológico de Las Palmas*, (13), 239-249. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7864265.pdf>

Templado J., BallEastros E., Galparsoro I., Borja A., Serrano A., Martín L. & Brito A. (2012). Guía Interpretativa. Inventario Español de Hábitats Marinos. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid. <http://hdl.handle.net/10261/89568>

US Government (1984). *Shore Protection Manual. Department of the Army. Waterways Experiment Station, Corps of Engineers. Coastal Engineering Research Center*, 652 pp. Accesible en: <https://luk.staff.ugm.ac.id/USACE/USACE-ShoreProtectionManual1.pdf>

Vargas-Yáñez, M., Tel, E., Marcos, M., Moya, F., BallEastros, E., Alonso, C., & García-Martínez, M. C. (2023). Factors Contributing to the Long-Term Sea Level Trends in the Iberian Peninsula and the Balearic and Canary Islands. *Geosciences*, 13(6), 160. <https://doi.org/10.3390/geosciences13060160>

Vousdoukas M., Mentaschi L., Mongelli I., Ciscar Martinez J., Hinkel J., Ward P., Gosling S., Feyen L., (2020). Adapting to rising coastal flood risk in the EU under climate change, EUR 29969 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg. <https://doi.org/10.2760/456870>

Wildpret, W., Gil-Rodríguez, M. C., & Afonso-Carrillo, J. (1987). *Cartografía de los campos de algas y praderas de fanerógamas marinas del piso infralitoral del Archipiélago Canario*. Consejería de Agricultura y Pesca Santa Cruz de Tenerife. <http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/28684>

List of Figures

Figure 1. Location of the intervention area.....	8
Figure 2. Study area, intervention area and Surroundings intervention area	9
Figure 3. Evolution of land occupation	10
Figure 4. Evolution of the built-up area	11
Figure 5. Distribution of building heights in the intervention area	12
Figure 6. Volumetric distribution of buildings in the intervention area	12
Figure 7. Multi-family buildings that account for the majority of San Felipe's housing stock	13
Figure 8. Photographs of the main multifamily buildings.....	14
Figure 9. Evolution of the number of dwellings and the number of buildings in residential use	14
Figure 10. Acces road	15
Figure 11. Seafront path.....	15
Figure 12. Transversal acces	16
Figure 13. Acces next to pumping station	16
Figure 14. San Felipe's square	16
Figure 15. San Felipe's hermitage	16
Figure 16. Parking area.....	17
Figure 17. Vagabundos beach	17
Figure 18. Tipos de sustratos marinos y hábitats principales	21
Figure 19. Zoning of the current vegetation in the Surroundings of the intervention area	28
Figure 20. Zoning of potential vegetation around the intervention area.....	29
Figure 21. Zoning of the Habitats of Community Interest in the surrounding area	30
Figure 22. Sections longitudinal to the coastline	32
Figure 23. 3D view of the intervention area and the surrounding environment	33
Figure 24. Topo-bathymetric map of the intervention area and its surroundings.....	34
Figure 25. Elevation profiles in the intervention area	34
Figure 26. Geological units - lithologies of the intervention area and its surroundings.....	35
Figure 27. Zoning of the northern aquifer.....	36
Figure 28. Main river basins and watersheds.....	37
Figure 29. Average annual rainfall and average temperature, Gran Canaria	38
Figure 30. Climograms of nearby main population centres.....	38
Figure 31. Shadows cast (generalised) Cuesta de Silva at equinoxes and solstices	39
Figure 32. Location of SIMAR point 4035011	43
Figure 33. Gumbell distribution function	44
Figure 34. Hs-plot and reduced variable "y" by Gumbell F.D.D. fitting.....	46
Figure 35. Directions of storm surges affecting the site	47
Figure 36. Frequency of occurrence peak periods for the record dataset	48
Figure 37. Land use of the study area.....	52
Figure 38. Actions foreseen by the PTP-15	54
Figure 39. Land classes, categories and subcategories	55
Figure 40. General urban planning guidelines	58
Figure 41. Impact of the DPMT and the protection easement	61
Figure 42. Impact of the DPMT and the protection easement (detail)	62
Figure 43. Figures of environmental protection in the surroundings of the intervention area	62
Figure 44. Elements (Bienes Inmuebles) of Ethnographic Interest in the area and its surroundings ...	64
Figure 45. Elements protected by the Municipal Protection Catalogue	66

Figure 46. Zoning of archaeological sites in the surrounding area	67
Figure 47. Zoning of terraces in the surroundings of the intervention area	68
Figure 48. Main crops in the area.....	69
Figure 49. Proposed protection of waves of interest in the area.....	71
Figure 50. Submerged cultural heritage protection zoning	72
Figure 51. Zoning of the environmental unit of the study area.....	73
Figure 52. Visual basins from observation points	74
Figure 53. Evolution of the population in San Felipe, 2000 – 2022	75
Figure 54. Evolution of the population in San Felipe and the municipality.....	76
Figure 55. Evolution of the population pyramid of San Felipe, 2000 - 2012 – 2022	76
Figure 56. Distribution of main and non-main dwellings in the census tract	77
Figure 57. Distribution of dwelling type and average area according to typology	78
Figure 58. Characteristics of households in the section of the study area, 2011, 2021	79
Figure 59. Evolution of housing construction in the study area.....	79
Figure 60. Calification - Energy certification of buildings in the study area.....	80
Figure 61. Accessibility of dwellings.....	81
Figure 62. Dwellings quality.....	81
Figure 63. Evolution of the cultivated area.. 1955 - 2019.....	82
Figure 64. Main crops in the study area and immediate surroundings.	83
Figure 65. Approximate location of accommodations offered on the Airbnb platform	84
Figure 66. "Holiday Dwellings" identified in San Felipe	84
Figure 67. Temporal evolution of the main road in San Felipe	85
Figure 68. Water supply and sewerage network and connection to WWTP.....	86
Figure 69. Distribution of public lighting in San Felipe	87
Figure 70. Existing facilities in the study area	88
Figure 71. Mesh used for the wave propagations of the N	89
Figure 72. Meshes used for 1st and 4th quadrant wave propagations	90
Figure 73. Situations of the prototype foot versus the breakage interval (IR)	93
Figure 74. Location of granulometric samples off the coast of San Felipe	94
Figure 75. Physiographic features of the intervention area.....	95
Figure 76. Profiles to study on the coast of San Felipe.....	96
Figure 77. Situation on incomplete profile beach (left) and submerged beach (right)	97
Figure 78. Risk componets.....	102
Figure 79. Adaptation, mitigation and complementary strategies	102
Figure 80. Core concepts for risk assessment.....	105
Figure 81. Risk and vulnerability assessments the adaptation cycle	106
Figure 82. Overview of risk assessment	106
Figure 83. Zoning of ARPSIs and rates of return in the study area	107
Figure 84. Total Coastal Risk Index in the study area	108
Figure 85. Percentage of surface loss - structural coastal erosion (SNMM), RCP8.5 P95 2100	109
Figure 86. Percentage of road area affected RCP8.5 P95 2100 TR 500	111
Figure 87. Í Synthetic Risk Index of the study area.....	112
Figure 88. Coastal stretch identified as high cumulative risk area	113
Figure 89. Impacts of flooding processes and climate scenarios.....	113
Figure 90. Percentage of affected population nucleus RCP8.5 P95 2100 TR500.....	114
Figure 91. Percentage of cadastral parcels affected RCP8.5 P95 2100 TR500.....	115
Figure 92. Percentage of dwellings affected RCP8.5 P95 2100 TR500	116

Figure 93. Structural change of the coastline in San Felipe, RCP8.5 P95 2100	117
Figure 94. Extreme erosion events, changes on the shoreline, RCP8.5 2100 TR50	118
Figure 95. Net changes and annual mean regression. 1955 - 1977 - 1998 – 2020.....	119
Figure 96. Formula for the calculation of the CVI.....	119
Figure 97. Coastal Vulnerability Index (CVI) in San Felipe	120
Figure 98. Average Sea Level Values, Mareógrafo of Las Palmas 2 (1992 - 2022).....	121
Figure 99. Projected sea level rise in the different SSP scenarios	121
Figure 100. Coastal setback areas by SLR by elevation (0,1; 0,5; 1,0; 1,5).....	122
Figure 101. Coastal setback areas by SLR by elevation (0,1; 0,5; 1,0; 1,5). (Detail)	123
Figure 102. Delineation of areas at greatest risk from sea level rise	123

List of Tables

Table 1. Marine vegetation species identified in the vicinity of the intervention area	22
Table 2. Marine vegetation species identified in the vicinity of the intervention area	23
Table 3. Marine fauna species identified in the vicinity of the intervention area	24
Table 4. Marine fauna species identified in the vicinity of the intervention area	25
Table 5. Flora species identified in the intervention area and the immediate environment	26
Table 6. Terrestrial fauna species identified in the vicinity of the intervention area	31
Table 7. Comparative significant height (Hs)	41
Table 8. Comparative source directions	41
Table 9. Mean wave parameters obtained by coastal buoy stations	42
Table 10. Gumbell and Weibull distributions in the study of the scalar extremum regime (REET)	43
Table 11. Tr and Hs for Gumbell distribution function	45
Table 12. Directional extreme significant I heights (Hsdir) confidence band $\pm 90\%$	47
Table 13. Directional extreme significant II heights (Hsdir) confidence band $\pm 90\%$	48
Table 14. Tp associated with extreme directional Hs. Tr 70 years	49
Table 15. Tp associated with extreme directional Hs. Tr 100 years	49
Table 16. Sea level references in metres	50
Table 17. SIOSE areas and percentages in the population centre	52
Table 18. Zoning of the PGO in Urban Land and mapped areas.....	59
Table 19. Assets of Ethnographic Interest in the area and surrounding area	65
Table 20. Municipal Protection Catalogue (architectural and ethnographic heritage)	65
Table 21. Inventory of Archaeological Sites Identified by the Island Archaeological Charter	67
Table 22. Swell break on the coast of San Felipe for the mean swell regime	91
Table 23. Swell break on the coast of San Felipe, for the extreme swell regime	92
Table 24. Results obtained from the analysis of wave breaking versus the prototype	92
Table 25. Sediment particle size characteristics of the San Felipe coastline	94
Table 26. LTS depths for the medium regime swell off the coast of San Felipe	97
Table 27. LTS depths for the extreme regime swell off the coast of San Felipe.....	97
Table 28. Sediment mass response as a function of mean and extreme wave regime	98
Table 29. Percentage of surface loss due to structural coastal erosion (SNMM)	110
Table 30. Percentage of road area affected in different climate scenarios	111
Table 31. Percentage of affected population centre area and climate scenarios	114

Table 32. Percentage of affected cadastral parcels and climate scenarios	115
Table 33. Percentage of households affected and climate scenarios.....	116
Table 34. Structural change of the San Felipe coastline and climate scenarios.....	117
Table 35. Shoreline retreat due to extreme events and climate scenarios	118
Table 36. Net changes and annual mean regression	119
Table 37. Variables that make up the coastal vulnerability index analysis (CVI).....	120
Table 38. Projected sea level rise in the different SSP scenarios	122

5 Annex

Annex I. Municipal Protection Catalogue

Annex II. Cadastral References of San Felipe

Annex III. Maritime Climate

Annex IV. Coastal Dynamics

Sub-Annex I. Rupture Analysis

Annex V. Breaks of Interest



LIFE COSTAdapta

D2.2

“Informe de Análisis Multisectorial”

Submission date: 31 Octubre 2024

LIFE Climate Action sub-programme (LIFE-2022-SAP -CLIMA)

Adaptation to Climate Change

Disclaimer:

"Co-funded by the European Union. However, the views and opinions expressed are solely those of the author(s) and do not necessarily reflect those of the European Union or CINEA. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them"

Intentional blank page

Índice

1	INTRODUCCIÓN	5
1.1	ANTECEDENTES.....	5
1.2	OBJETIVOS Y CONTENIDO DEL DOCUMENTO.....	6
1.3	CONTEXTO GEOGRÁFICO	7
2	ANÁLISIS DE LOS CONDICIONANTES DEL ÁREA.....	10
2.1	ANÁLISIS HISTÓRICO-MORFOLÓGICO	10
2.2	ANÁLISIS MEDIOAMBIENTAL	18
2.2.1	<i>Biodiversidad del área</i>	18
2.2.2	<i>Geología y geomorfología del área de intervención</i>	32
2.2.3	<i>Recursos hídricos</i>	36
2.2.4	<i>Condiciones climáticas</i>	37
2.2.5	<i>Clima marítimo</i>	40
2.3	AFECCIONES DEL PLANEAMIENTO.....	51
2.3.1	<i>Situación actual: Usos del suelo</i>	51
2.3.2	<i>Planeamiento territorial: Plan Insular de Ordenación</i>	53
2.3.3	<i>Planeamiento municipal: Plan General de Ordenación</i>	55
2.3.4	<i>Legislación de Costas</i>	60
2.3.1	<i>Otras figuras de protección medioambiental que afectan a la zona</i>	62
2.4	PATRIMONIO Y PAISAJE.....	63
2.4.1	<i>Patrimonio histórico y cultural</i>	63
2.4.2	<i>Patrimonio agrícola</i>	68
2.4.3	<i>Patrimonio azul (Hidrodinámica litoral)</i>	69
2.4.4	<i>Valor paisajístico</i>	72
2.5	ESTUDIO SOCIO-ECONÓMICO.....	75
2.5.1	<i>Características demográficas</i>	75
2.5.2	<i>Economía local</i>	81
2.5.3	<i>Infraestructura, equipamientos y dotaciones</i>	85

2.6	DINÁMICA COSTERA	89
2.6.1	<i>Estudio del oleaje.....</i>	89
2.6.2	<i>Estudio actual de la costa de San Felipe</i>	94
2.7	EVALUACIÓN DEL RIESGO AL CAMBIO CLIMÁTICO	101
2.7.1	<i>Antecedentes</i>	101
2.7.2	<i>Documentos de Referencia</i>	107
2.7.3	<i>PIMA Adapta Costas Canarias.....</i>	108
2.7.4	<i>Riesgos asociados a la inundación y erosión costera en San Felipe</i>	113
2.7.5	<i>Índice de Vulnerabilidad Costera de San Felipe (CVI).....</i>	119
3	CONSIDERACIONES FINALES	124
4	REFERENCIAS.....	126
	LISTADO DE FIGURAS	130
	LISTADO DE TABLAS	132
5	ANEXOS	134

Versión	Fecha	Beneficiarios	Autoría
1.0	31/Octubre/2024	<ul style="list-style-type: none"> • Consejo Insular de la Energía Cabildo de Gran Canaria • Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (IOCAG & APP) • INGENICID Investigación y Desarrollo de Proyectos • EONconcrete AQUA. • Fundación Canaria para el Reciclaje y Desarrollo Sostenible (FCR) • Fundación Finnova. 	<ul style="list-style-type: none"> • Universidad de Cantabria (UC) • Raley Estudios Costeros S.C.P.

1 Introducción

El análisis que se presenta en este documento tiene como cometido ser la base técnica que facilite una participación ciudadana e institucional informada, así como un diagnóstico interdisciplinar. En él se condensa el análisis realizado sobre una amplia variedad de aspectos que definen la realidad de la zona de trabajo, así como todos aquellos que pueden verse afectados por la subida del nivel del mar y las posibles soluciones que se den a esta problemática.

Una vez finalizada esta fase de análisis, la información obtenida será valorada en su conjunto por parte de la ciudadanía, instituciones implicadas y actores afectados, para alcanzar un diagnóstico colectivo en las siguientes fases del trabajo.

1.1 Antecedentes

El proyecto LIFE COSTAdapta, en el que se enmarca esta tarea, tiene por objetivo abordar la adaptación de la costa de Gran Canaria al aumento del nivel del mar. Para ello, el proyecto propone el diseño y ensayo de un sistema innovador y progresivo de arrecife-charcos de marea (Tidal pool-reef), continuando con la técnica tradicional de construcción de charcos de marea, elementos comunes en las Islas Canarias y el resto de la Macaronesia, para la adaptación costera de Gran Canaria al cambio climático.

Dada la vulnerabilidad de la costa de Islas Canarias frente a los impactos del cambio climático evidenciada por un incremento significativo en los niveles del mar que afecta sus costas, el proyecto busca fortalecer la resiliencia de las zonas costeras, al mismo tiempo que fomenta la creación y recuperación de hábitats característicos. Los principales riesgos a los que están sometidas las zonas de costa están relacionados con la subida del nivel del mar. Se estima que el nivel medio del mar se ha elevado en Canarias 17 cm, en el periodo 1927-2018, tal y como indica la Estrategia Insular de Adaptación al Cambio Climático (Cabildo de Gran

Canaria, 2018). Las cifras muestran una media de 1,86 mm/año, sin embargo, los registros más recientes presentan una aceleración del proceso, con incrementos superiores a 3 mm/año. Entre 2018 y 2022, el registro obtenido representa un incremento de 3,98 mm/año (Datos del Mareógrafo de Las Palmas 2 (periodo 1992 - 2022)).

En este contexto y para garantizar una solución coherente con las características de la zona, y con el fin de contribuir a la conservación ambiental, social y económica del área, es necesario conocer todas las variables que inciden en la problemática o que pueden verse afectadas por las soluciones aportadas. Es en este objetivo inicial del proyecto en el que se enmarca este documento de análisis multisectorial.

Con una duración de **7 años** y un presupuesto total de **3.409.864 EUR** (2.045.818 EUR subvencionados por la UE a través del Programa LIFE), COSTAdapta es un proyecto coordinado por el **Consejo Insular de Energía de Gran Canaria (CIEGC)** del Cabildo de Gran Canaria con el apoyo de **7 socios**: Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC); Universidad de Cantabria (UC); INGEICID, Investigación y Desarrollo de Proyectos; Raley Estudios Costeros S.C.P.; EConcrete AQUA; Fundación Canaria para el Reciclaje y Desarrollo Sostenible (FCR) y Fundación Finnova.

1.2 Objetivos y contenido del documento

Los principales objetivos que afronta el presente documento son los siguientes:

- Avanzar en el estado del conocimiento sobre las soluciones de adaptación al aumento del nivel del mar en los territorios insulares, con especial atención a las regiones ultraperiféricas europeas y las islas volcánicas.
- Analizar los aspectos estructurales de las características del área de intervención desde diferentes sectores y perspectivas con el fin de obtener información relevante para poder desarrollar un diagnóstico integrado.

Este análisis se inserta en el Work Package 2 (WP2) del proyecto LIFE COSTADAPTA. En el marco del proyecto, este paquete de trabajo afronta el análisis y diagnóstico de las condiciones e impactos que están relacionados con el desarrollo del proyecto. Una vez desarrollados los análisis, el resto del WP2 se centrará en el diagnóstico.

El objetivo de esta tarea (2.2), por tanto, es la identificación de los condicionantes y el análisis de todas las variables de la zona que permitirán un adecuado diagnóstico (Tarea 2.3) para la construcción de una propuesta ajustada a la realidad y necesidades de la zona. El objetivo de cada uno de estos análisis sectoriales es doble: por un lado, proporcionar conocimiento técnico de los factores sectoriales para facilitar el posterior diagnóstico técnico y, por otro lado, contribuir a la participación informada de los agentes participantes. El documento desgrana los condicionantes del área de intervención abarcando las siguientes subtareas.

Subtarea 2.2.1. Análisis histórico-morfológico. Consiste en identificar los patrones de crecimiento urbano y los condicionantes generados en el frente marítimo a lo largo del tiempo, centrándose en la evolución real entre 1950 y la actualidad. A través de la toma de datos in situ y mediante cartografía y fotos aéreas se analizan aspectos como posibles variaciones en la morfología, modificaciones en las intensidades de uso, impacto sufrido por el desarrollo de diversas infraestructuras, patrones de crecimiento, etc.

Subtarea 2.2.2. Análisis Medioambiental. Esta tarea identifica los factores ambientales clave para el diseño de soluciones de adaptación costera. A través de un estudio de las condiciones ambientales y del soporte físico, se extraen variables de interés que pueden condicionar las soluciones a proponer.

Subtarea 2.2.3. Afecciones del Planeamiento. En este apartado se realiza un análisis de la planificación urbana y territorial que afecta al área de intervención. Se extraen las determinaciones urbanísticas impuestas por el Plan General y el Plan Insular de Ordenación del Territorio, así como otras figuras normativas de la legislación regional, nacional y europea que pueden afectar a la zona.

Subtarea 2.2.4. Patrimonio y Paisaje. En esta subtarea se enmarcan los valores patrimoniales y paisajísticos del área, incluyendo entre ellos patrimonio cultural, agrícola, infraestructura azul y el paisaje, identificando elementos a proteger o poner en valor.

Subtarea 2.2.5. Estudio Socio-Económico. En este apartado se caracterizarán las condiciones socioeconómicas de la población residente con el fin de identificar soluciones adecuadas al tejido local y como un insumo clave para definir el grado de vulnerabilidad al riesgo.

Subtarea 2.2.6. Análisis de la Dinámica Costera actual y futura. El estudio se realiza sobre la base de trabajo de campo y mediante la recopilación de datos climáticos marítimos, así como el análisis de la composición de los sedimentos en la zona de estudio.

Subtarea 2.2.7. Evaluación del Riesgo al cambio climático. Además de analizar los estudios previos sobre la materia en la zona, se realiza un estudio propio más detallado para el área, donde se evalúa la exposición y vulnerabilidad del ámbito conforme a los preceptos metodológicos del Sexto Informe del IPCC.

1.3 Contexto geográfico

Ubicado en el archipiélago canario, San Felipe es una pequeña localidad de la isla de Gran Canaria, perteneciente al municipio de Santa María de Guía. El barrio tiene un carácter predominantemente costero, al localizarse en contacto con la ribera del mar y entre la desembocadura de los barrancos de Moya y de San Felipe.

El núcleo de población actual ocupa una superficie aproximada de 6,59 hectáreas, compartiendo las características estructurales, urbanísticas, paisajísticas y ambientales con diversos asentamientos que se ubican en el margen litoral norte de la isla. Se trata de

asentamientos desarrollados principalmente alrededor de la actividad agrícola a partir de la mitad del Siglo XX. En la actualidad, estos procesos están en declive y la mayoría precisan de actuaciones para la mejora del tejido socioeconómico, las condiciones materiales del barrio, la restauración ambiental y en muchos casos también la adaptación al cambio climático de sus estructuras.

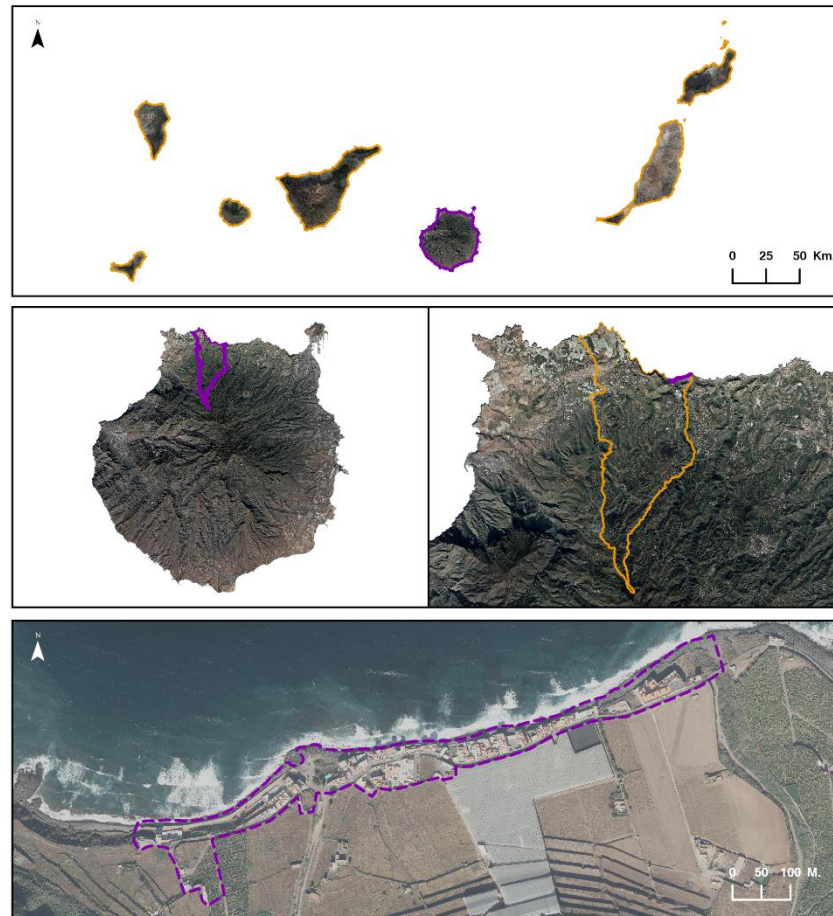


Figura 1. Ubicación del área de intervención

Fuente: Elaboración propia

Dentro del ámbito de estudio, se ha procedido a la delimitación de un área de intervención, que corresponde específicamente a la franja urbana del núcleo de población. Esta zona ha sido priorizada por su relevancia en relación con los impactos en la localidad ya que concentra casi la totalidad de los elementos edificados, las infraestructuras y la población residente, convirtiéndose en el espacio más vulnerable frente a los riesgos derivados del cambio climático y otras situaciones adversas.

Por otro lado, se delimita otro ámbito correspondiente con el entorno del área de intervención, una zona que va más allá del frente marítimo e incluye áreas del interior del núcleo de población. Se trata de un área de influencia e interdependencia con el propio barrio que se toma como ámbito de estudio para poder entender aspectos como la actividad económica o los entornos naturales de mayor relevancia cercana a ellos.



Figura 2. Área de estudio, área de intervención y entorno área de intervención

Fuente: Elaboración propia

San Felipe es un núcleo de población eminentemente residencial, con escasa actividad económica. Estos edificios residenciales presentan un elevado grado de exposición ante los embates del mar y las inundaciones costeras, ya que la mayor parte de las edificaciones se ubica dentro la Servidumbre de Protección a una distancia promedio inferior a 5 metros de la línea de costa (y en algunos casos sobre ésta). Con una tipología edificatoria tampoco adaptada a la nueva situación climática.

2 Análisis de los condicionantes del área

2.1 Análisis histórico-morfológico

Aunque el origen de San Felipe se remonta a 1672-1677 con la fundación de la Ermita de San Felipe, (reconstruida en 1925), el estudio gráfico de la evolución del núcleo urbano parte de los registros catastrales se remonta a 1850. Sin embargo, el desarrollo urbano más detallado y documentado solo es abordable a partir de 1955, cuando se realizaron los primeros vuelos fotogramétricos. Este método de análisis mediante fotointerpretación permite un análisis más preciso de la expansión urbana y los cambios morfológicos a lo largo del tiempo.

En 1955, las imágenes aéreas muestran una serie de edificaciones concentradas especialmente en el sector central del núcleo de población. Muchas de estas edificaciones están asociadas a la actividad agrícola, que tenía un papel determinante en la economía local durante ese período hasta finales del Siglo XX. La morfología urbana refleja un desarrollo espontáneo, con viviendas unifamiliares predominantemente de autoconstrucción, que no siguen un plan regulado. Este patrón de crecimiento no planificado también se observa en las pocas viviendas plurifamiliares y unifamiliares con jardín privado, que se construyeron después de 1980.

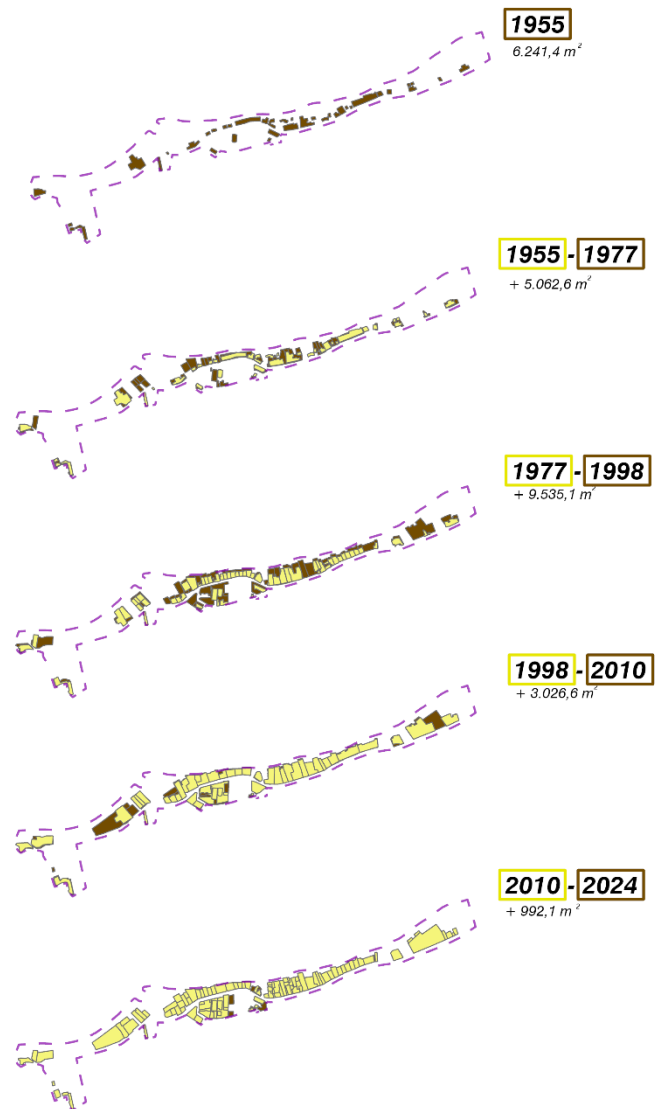


Figura 3. Evolución de la ocupación del suelo

Fuente: Elaboración propia

A partir de 1977, se observa una consolidación gradual del núcleo urbano, evidenciada por el aumento en el número y densidad de las edificaciones y la reducción de espacios disponibles para la construcción. Estos espacios, que en muchas ocasiones estaban anteriormente ocupados por actividades agrícolas son poco a poco relegadas ante el crecimiento urbano.

En 1998 se observa un crecimiento significativo respecto a 1977, con un aumento de la superficie construida, especialmente en este sector central del núcleo de población. Las edificaciones residenciales desarrolladas desde el 2000 completan la práctica totalidad de los espacios disponibles, con crecimientos notables en el sector occidental del núcleo. En la actualidad solo se identifican dos construcciones posteriores a 2010, localizadas en el sector centro – interior. La distribución lineal de las edificaciones limitadas por el frente litoral al norte y la vía de acceso o las parcelas de cultivo al sur caracteriza la trama urbana de este núcleo urbano. Esta expansión hacia áreas expuestas de litoral, especialmente en ausencia de ordenanzas de planeamiento adecuadas, ha afectado negativamente a la calidad constructiva y la seguridad de las viviendas, particularmente en un contexto de cambio global y aumento de los riesgos climáticos.

Actualmente, el núcleo de población de San Felipe abarca 6,59 hectáreas, de las que 2,48 hectáreas corresponden al espacio construido, sin contabilizar el entramado viario. El análisis de la evolución de esta superficie construida muestra que el mayor crecimiento se produjo en las últimas décadas del siglo pasado.

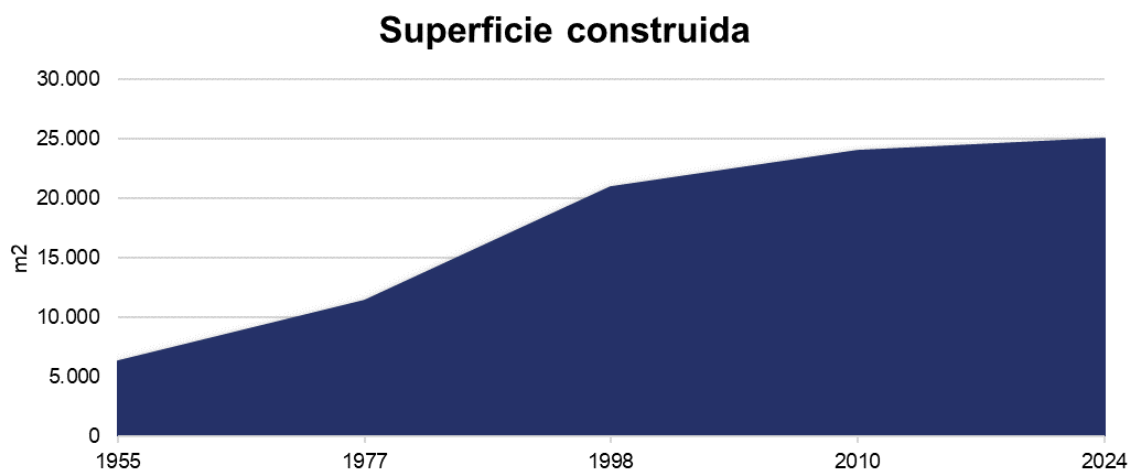


Figura 4. Evolución de la superficie construida

Fuente: Elaboración propia

En un análisis pormenorizado del tejido urbano, las edificaciones presentan una altura promedio de 5 metros, predominando por tanto construcciones de baja altura. A pesar de ello, se observa que algunos edificios de uso residencial como los ubicados en el sector este del núcleo de población alcanzan un valor máximo de 15 metros.

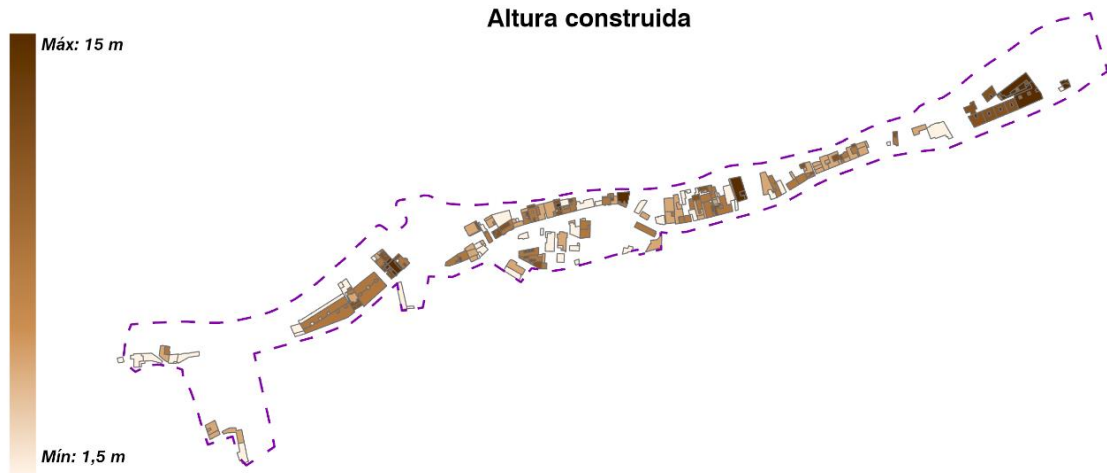


Figura 5. Distribución de alturas de los edificios del área de intervención

Fuente: Elaboración propia

Esta variabilidad en las alturas de las edificaciones refleja diferencias significativas en la tipología constructiva de las construcciones del barrio. Por otra parte, los volúmenes edificados en el área de intervención son muy variables, llegando a alcanzar valores máximos de 4.385 m³, reflejando una diversidad arquitectónica influenciada por factores como el uso, la proximidad al mar, su accesibilidad, antigüedad, etc. En el análisis volumétrico y altimétrico, se observa que la distribución del volumen de los edificios sigue una tendencia similar a la de las alturas, con valores más elevados en áreas de mayor densidad edificatoria residencial, indicando una correlación entre ambos parámetros

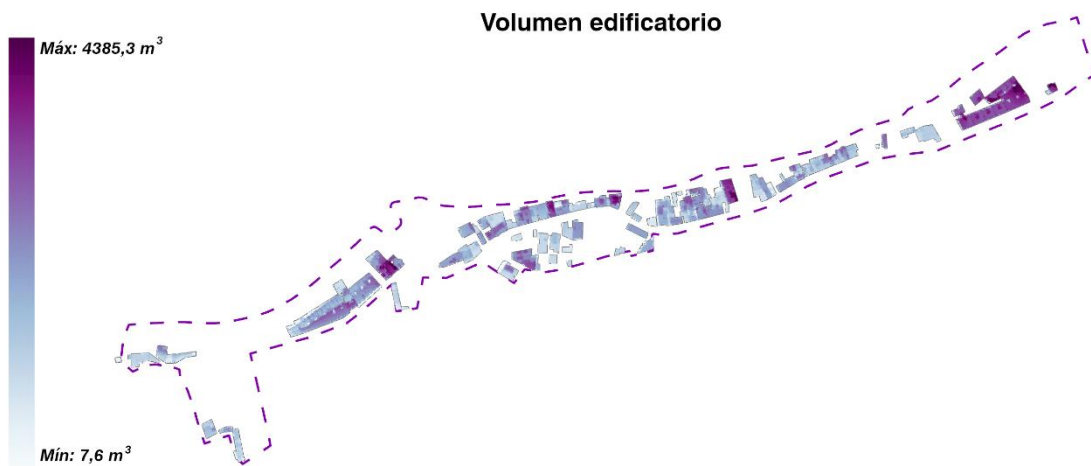


Figura 6. Distribución de la volumetría de los edificios del área de intervención

Fuente: Elaboración propia

En relación con los usos principales de los edificios y parcelas edificadas en el área de intervención, el uso residencial se constituye como la tipología de mayor relevancia. De las 292 referencias catastrales, 271 son de este tipo de uso, aunque también se identifican 9 referencias de uso industrial, 4 de uso comercial, 3 de uso ocio y hostelería, 3 de uso agrario, 1 con uso almacén - aparcamiento y en último lugar, una referencia dedicada usos religiosos, la ermita de San Felipe.

Es importante mencionar que, en algunos casos, estos usos se combinan dentro del parque edificado, especialmente en edificios de carácter residencial que albergan usos comerciales e industriales en sus plantas bajas. Esta coexistencia de usos es propia de los desarrollos urbanos contemporáneos, donde la proximidad y la multifuncionalidad son características comunes.

El uso residencial se distribuye de la siguiente forma: 190 viviendas ubicadas en 10 edificios residenciales plurifamiliares (70,1%) y 81 viviendas (29,9%) en 67 edificios residenciales unifamiliares. Entre estos edificios residenciales, cuatro de ellos destacan particularmente, ya que concentran el 60,5% de las viviendas del barrio (véase las figuras siguientes).



Figura 7. Edificios plurifamiliares que concentran la mayoría de las viviendas de San Felipe

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, la superficie promedio de los edificios residenciales es de 104,67 m². De forma general, esta superficie disminuye a medida que incrementa el número de viviendas en el edificio hasta alcanzar valores entre los 45 m² y 97,5 m². Además, nos encontramos con una estructura residencial de una antigüedad promedio de 55 años, lo cual sugiere un parque inmobiliario relativamente envejecido, que podría requerir intervenciones de mantenimiento y renovación en el futuro cercano para mejorar las condiciones de habitabilidad, eficiencia energética y exposición a ambientes costeros.



Figura 8. Fotografías de los principales edificios plurifamiliares

Fuente: Elaboración propia

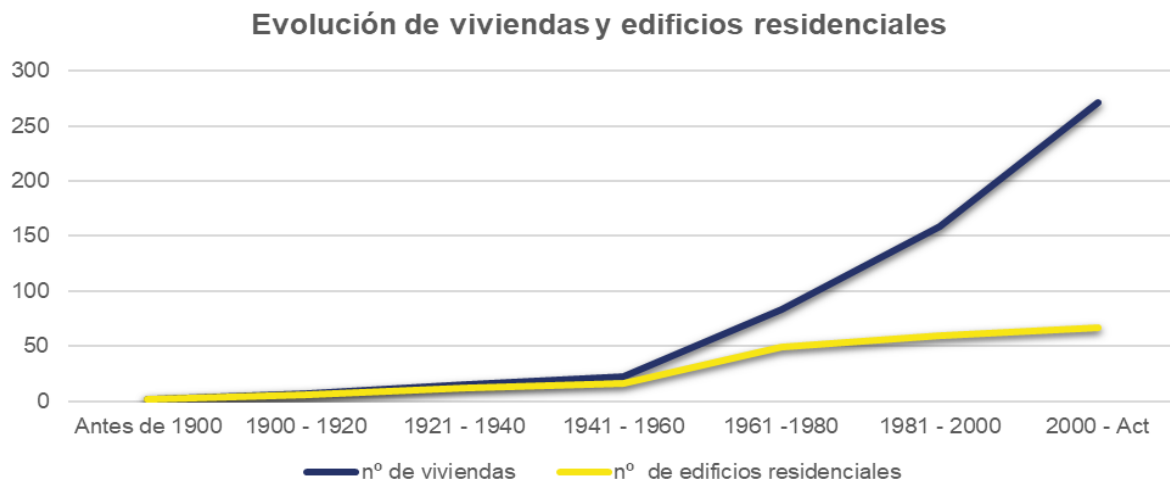


Figura 9. Evolución del número de viviendas y el número de edificios de uso residencial

Fuente: Elaboración propia

La mayoría de estas viviendas analizadas, se encuentran dentro del suelo urbano, clasificado como SUCU-6, mientras que solo tres están ubicadas en suelo rústico. En este sentido, el núcleo de población ofrece escasas oportunidades para su expansión, ya que solo existen ocho parcelas disponibles en suelo urbano consolidado que podrían albergar futuras edificaciones.

ANÁLISIS DEL ESPACIO PÚBLICO

Las características del espacio público de San Felipe muestran una estructura lineal, en la que los espacios libres son bastante limitados. El área cuenta con los siguientes elementos configuradores de su espacio público:

- Calzadas (uso peatonal): La calzada principal que discurre a lo largo del barrio tiene amplias limitaciones de movilidad y accesibilidad, donde en algunos casos, debido a la poca anchura de la acera y el uso de uno de los carriles como aparcamiento, el tránsito de las personas está mermado. Además, hay algunos tramos del viario que no tienen conexión de acera y que aun así conectan a otros edificios, generando conflictos en la seguridad de las personas a lo largo de la vía. En general, en todo el sistema viario del barrio encontramos una acera única muy estrecha con ningún elemento decorativo ni vegetación, donde la ocupación del coche y la instalación puntual de postes de la luz, así como su discontinuidad afectan las condiciones de accesibilidad, movilidad y seguridad.



Figura 10. Vial de acceso
Fuente: Elaboración propia



Figura 11. Paseo marítimo
Fuente: Elaboración propia

- Paseos: San Felipe cuenta con un paseo marítimo rodonado que ha sido rehabilitado recientemente, este espacio se configura como el espacio de uso público de mayor relevancia y superficie del barrio, constituida como una vía ancha en buen estado, que permite el acceso puntual de coches ya que da servicio a las viviendas aquí ubicadas, no obstante, es predominantemente peatonal integrando además elementos como bancos para el uso y disfrute del espacio.
- Pasos transversales: Se trata de pasos estrechos entre viviendas que conectan con la playa-costa de callados, en este caso, se observan varios accesos al frente litoral, algunos de ellos estrechos y uno de ellos con un graderío de observación del paisaje.



Figura 12. Acceso trasversal
Fuente: Elaboración propia



Figura 13. Acceso junto a estación de bombeo
Fuente: Elaboración propia

- Plazas: San Felipe cuenta con una plaza pequeña que se ubica de forma continua con la Ermita y que integra 6 bancos y algunos elementos decorativos con vegetación.
- Zonas de juego: En cuanto a zona de juego infantil, el área de intervención contempla únicamente un parque infantil de pequeñas dimensiones, ubicado en la plaza del barrio donde se localiza la ermita de San Felipe.



Figura 14. Plaza de San Felipe
Fuente: Elaboración propia



Figura 15. Ermita de San Felipe
Fuente: Elaboración propia

- Aparcamientos: El área de estudio no cuenta con una zona de aparcamientos específica, pese a ello se pueden identificar 3 zonas que funcionan como tales. En primer lugar, uno de los carriles que dan servicio al barrio son ocupados por la mayor parte de los vehículos de los residentes, en segundo lugar, en la desembocadura del

barranco de San Felipe, se identifican 2 pequeñas explanadas de tierra que son utilizadas como lugares de aparcamientos informales. Finalmente, en el margen más occidental del barrio, hay una pequeña área que si está adaptada para el aparcamiento y es además zonificada por el PGO.



Figura 16. Aparcamiento del área

Fuente: Elaboración propia



Figura 17. Playa de Vagabundos

Fuente: Elaboración propia

- Áreas naturales. En el caso de San Felipe, observamos además un elemento natural de marcado uso público, la Playa de Vagabundos que, aunque está localizada en el margen occidental del núcleo de población está directamente vinculada a este.

Estos elementos configuran el espacio público en San Felipe. No obstante, el planeamiento local e insular prevé actuaciones para la integración de nuevos elementos como senderos, pasos ciclistas, paseos y la reconfiguración de los espacios libres categorizados por los instrumentos de ordenación.

En definitiva, la evolución histórica del barrio de San Felipe revela un proceso de crecimiento caracterizado por un desarrollo espontáneo y no regulado, una expansión significativa hacia áreas costeras expuestas, y una fuerte presencia de usos residenciales con una integración moderada de actividades económicas secundarias. Estos factores, junto con la antigüedad del parque inmobiliario, subrayan la necesidad de implementar estrategias de planificación urbana más sostenibles y adaptadas al contexto actual de exposición y riesgo al cambio climático. El análisis del espacio público en la zona de estudio desvela carencias en su configuración urbana en lo relativo a espacios de relación de calidad, así como carencias en las infraestructuras de comunicación.

2.2 Análisis Medioambiental

El área de intervención y su entorno presenta una serie de características bióticas y abióticas que configuran la realidad territorial de la localidad, derivadas de la interacción entre los elementos físicos, biológicos y las actividades humanas, estas interacciones generan un conjunto de dinámicas complejas que condicionan tanto el estado de los ecosistemas como el uso del suelo y los recursos naturales. Por ello, se identifican los principales componentes bióticos y abióticos presentes en la zona, lo que permitirá una comprensión integral del territorio y una adecuada planificación en función de las necesidades ambientales y socioeconómicas.

2.2.1 Biodiversidad del área

San Felipe presenta una rica biodiversidad de especies de flora y fauna del medio terrestre y marino, con un elevado grado de representación de especies endémicas y especies protegidas. En este sentido, las categorías de protección son muy diversas para las distintas especies que se han identificado, concediéndole distintos estatus de protección a las mismas. Estas especies se han agrupado en función de la normativa asociada a cada una de ellas:

I. Ley 4/2010, de 4 de junio, del Catálogo Canario de Especies Protegidas.

- Especies protegidas: Aquellas especies incluidas en los Anexos del documento oficial.
- Especies amenazadas vulnerables: Hace referencia a “aquéllas con presencia significativa en Canarias y así calificadas por el Catálogo Español de Especies Amenazadas, así como las que se incorporen de acuerdo con lo previsto en la propia ley o figuren en su anexo II, constituidas por taxones o poblaciones que corren el riesgo de pasar a la categoría anterior, en un futuro inmediato, si los factores adversos que actúan sobre ellos no son corregidos, o bien porque sean sensibles a la alteración de su hábitat, debido a que su hábitat característico esté particularmente amenazado, en grave regresión, fraccionado o muy limitado”.
- Especies amenazadas en peligro de extinción: Hace referencia a “parte de aquellas con presencia significativa en Canarias y así calificadas por el Catálogo Español de Especies Amenazadas, las que se incorporen de acuerdo con lo previsto en esta misma ley o figuren en su anexo I, constituidas por taxones o poblaciones cuya supervivencia es poco probable si los factores causales de su actual situación siguen actuando”.
- Especies de ‘interés para los ecosistemas canarios’: “Son aquellas que, sin estar en ninguna de las dos situaciones de amenaza del apartado anterior, sean merecedoras de atención particular por su importancia ecológica en espacios de la Red Canaria de Espacios Naturales Protegidos o de la Red Natura 2000. Tendrán la consideración de especies de "interés para los ecosistemas canarios" las enumeradas en el anexo III y las que se designen conforme a los criterios previstos en el artículo 6 de la propia ley”.
- Especies de ‘Protección especial’: “Son a aquellas especies silvestres que sin estar en ninguna de las dos situaciones de amenaza del apartado primero de este artículo, ni ser merecedoras de atención particular por su importancia ecológica en espacios de la Red Canaria de Espacios Naturales Protegidos o de la Red Natura 2000, sean merecedoras de atención especial en cualquier parte del territorio de la Comunidad Autónoma en función de su valor científico, ecológico, cultural o por su singularidad o rareza. Tienen la consideración de especies de

"protección especial" las enumeradas en el anexo IV y las que se designen conforme a los criterios establecidos en el artículo 7 de dicha ley".

II. Catálogo Español de Especies Amenazadas - LESPRES / Desarrollado por el Real Decreto 139/2011 de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas.

- Régimen de protección especial: Especies, subespecies y poblaciones que sean merecedoras de una atención y protección particular en función de su valor científico, ecológico, cultural, por su singularidad, rareza, o grado de amenaza, así como aquellas que figuren en los anexos de las Directivas y los convenios internacionales ratificados por España.
- Vulnerable: taxones o poblaciones que corren el riesgo de pasar a "en peligro de extinción" en un futuro inmediato si los factores adversos que actúan sobre ellos no son corregidos.

III. Directiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de noviembre de 2009, relativa a la conservación de aves silvestres (Directiva Aves).

- Anexo I: Las especies mencionadas serán objeto de medidas de conservación especiales en cuanto a su hábitat, con el fin de asegurar su supervivencia y su reproducción en su área de distribución.

IV. Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. (Directiva Hábitats).

- Anexo II: Especies animales y vegetales de interés comunitario para cuya conservación es necesario designar zonas especiales de conservación.
- Anexo IV: Especies animales y vegetales de interés comunitario que requieren de una protección estricta.

V. Convenio de Bonn o Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias.

- Apéndice 2: Especies migratorias que deben ser objeto de acuerdos.

VI. Convenio de Berna o Convenio relativo a la Conservación de la Vida Silvestre y del Medio Natural en Europa.

- Anejo 2: Especies de fauna estrictamente protegidas.

VII. CITES - Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.

- Apéndice II: Especies que, si bien no se encuentran en peligro de extinción, podrían llegar a estarlo a menos que el comercio en especímenes de dichas especies este sujeto a una reglamentación estricta a fin de evitar utilización incompatible con su supervivencia y aquellas otras especies no afectadas por el comercio, que también deberán sujetarse a reglamentación con el fin de permitir un eficaz control del comercio en las especies a que se refiere el párrafo anterior.

Este tipo de categorizaciones van a ser muy frecuentes en numerosas especies marinas y terrestres del ámbito de estudio, muchas de ellas endémicas de la isla, el archipiélago y/o de la región macaronésica. Además, el hecho de ser una zona costera antropizada y con un riesgo elevado frente al cambio climático requiere una correcta identificación de la biodiversidad del área, con una alta riqueza y complejidad de especies que han de ser conservadas y recuperadas para favorecer el equilibrio de los ecosistemas autóctonos.

2.2.1.1 Biodiversidad del medio marino (flora y fauna)

Con relación a los valores ambientales del medio marino y litoral en el entorno del área de intervención, hay que hacer referencia a las especies de flora y fauna que se puede observar en este y su ámbito más próximo.

Las comunidades marinas que se distinguen en el área se desarrollan de forma principal en los sustratos rocosos del litoral y sedimentos de infralitoral, como son las rocas infralitorales inferiores, los sedimentos infralitorales y circalitorales, el piso infralitoral rocoso o las rocas infralitorales superiores.

De forma más concreta, se han identificado los siguientes sustratos:

- **Sustrato rocoso supralitoral:** Se refiere a superficies rocosas o bloques rocosos que debido a sus dimensiones no son desplazados por el oleaje. Estas formaciones se localizan en una franja que, sometida a la influencia de la humectación y salpicaduras del mar, pero no queda sumergida bajo el agua. Dada su ubicación, presenta cambios bruscos de temperatura y salinidad por lo que la abundancia y diversidad de especies es muy baja dada las condiciones extremas de la zona.
- **Sustratos rocosos infralitorales:** Se tratan de sustratos muy heterogéneos que se localizan en la franja que comprende los fondos marinos permanentemente sumergidos desde el nivel de bajamar hasta la profundidad máxima de desarrollo de algas fotófilas y posteriormente las algas esciáfilas, generalmente hasta los 15-20 metros en las costas atlánticas y con un hidrodinamismo variado. Esta complejidad resulta en una amplia variedad de fauna y flora marina.
 - **Blanquizal:** Dentro del sustrato rocoso infralitoral, podemos identificar además el blanquizal, que hace referencia a aquellos fondos rocosos blanquecinos poblada sólo por algas calcáreas (de aspecto blanquecino) que no son pastadas por la acción de las poblaciones de *Diadema antillarum* (erizo de lima). El blanquizal suele localizarse por debajo del piso infralitoral rocoso donde se desarrollan las algas fotófilas, y donde el hidrodinamismo no es muy intenso. Esta comunidad es causante de la desaparición de las macroalgas fotófilas de estratos superiores.
- **Fondos sedimentarios infralitorales y circalitorales:** Se trata de fondos formados por partículas de distinto tamaño donde no hay muchas especies de algas. El tamaño de los sedimentos está definido por el hidrodinamismo de la zona pudiendo así diferenciar

estos sedimentos en gruesos (arenas y gravas) y finos (fangos). La franja donde encontramos las comunidades y especies comprende el piso infralitoral y circalitoral, comprendiendo las profundidades máximas de desarrollo de las especies fotófilas y de especies esciáfilas.

- Arenas y arenas fangosas infralitorales y circalitorales: Engloba desde bancos de arena de grano fino o medio que están sometidos a distintos grados de hidrodinamismo hasta lugares protegidos con sedimentos finos, fangosos y ricos en materia orgánica. Este hidrodinamismo determina tanto la granulometría del sedimento, así como la composición, diversidad y abundancia de las distintas especies que conforman las comunidades de este tipo de fondos sedimentarios.

Nota: No se han identificado ningún tipo de sustrato ni hábitat asociado a la franja mesolitoral, aquella zona afectada por las olas y la marea que puede verse sumergida periódicamente, es decir, se ubica en la franja afectada por la pleamar y la bajamar.

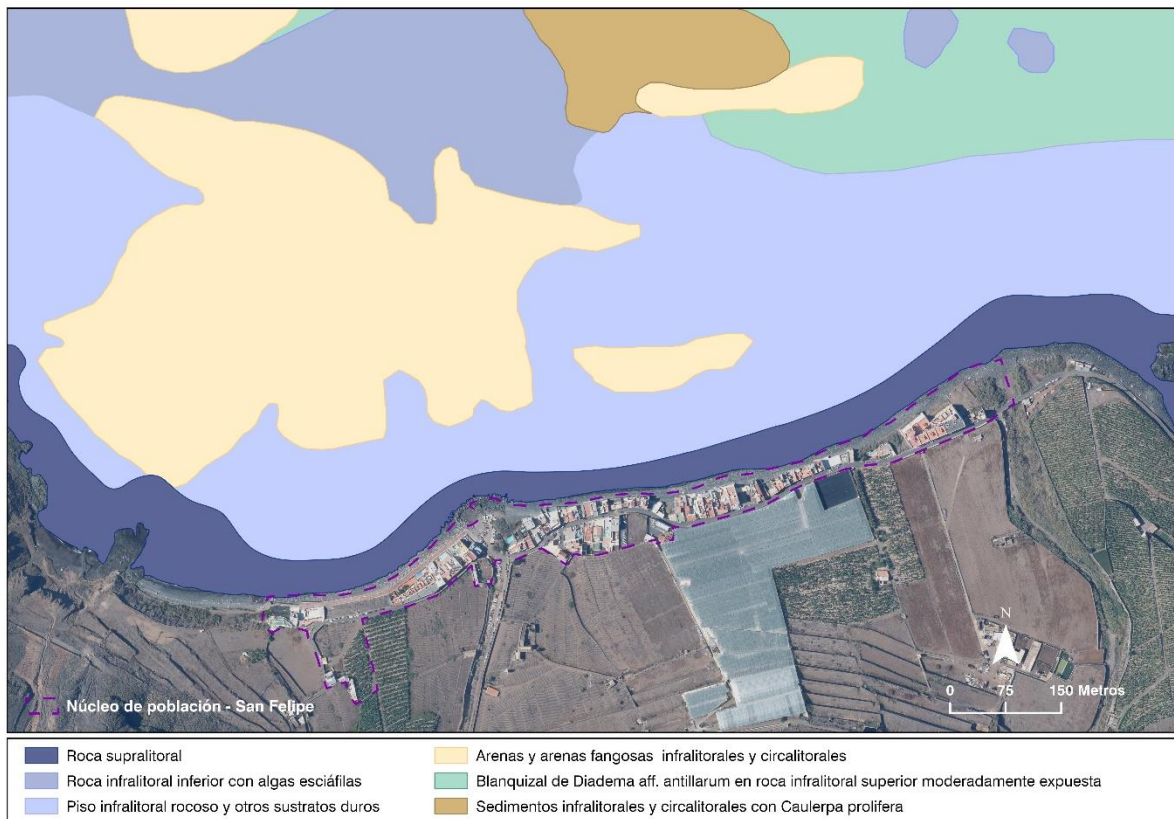


Figura 18. Tipos de sustratos marinos y hábitats principales

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

En este sentido, predominan tres comunidades de algas: Las algas esciáfilas, en las rocas infralitorales inferiores, las algas fotófilas en el piso infralitoral rocoso, y otros sustratos duros por debajo del nivel de bajamar. En ésta se pueden encontrar especies como *Cystoseira abies-marina*, *Gelidium* y la comunidad de *Diadema antillarum* o blanquizar. Esta especie en el estrato de roca infralitoral superior con una exposición baja al oleaje o en general en zonas con poco hidrodinamismo.

Entre estas comunidades, destaca la de algas fotófilas y en especial, la comunidad de *Gelidium arbuscula*, *Gelidium canariense* y *Gongolaria abies-marina*, una comunidad que se desarrolla en sustrato rocoso a una profundidad de 0 – 9 metros y con un elevado grado de exposición. Esta comunidad tiene especial relevancia biológica, ya que sirve de refugio y fuente de alimento para numerosos peces e invertebrados. Además, estas tres especies tienen el estatus de especie protegida en la categoría de especie vulnerable por el catálogo español LESRPE y por el catálogo canario de protección. En concreto, la especie de *Gongolaria abies-marina* como una especie de interés para los ecosistemas canarios. Sin embargo, dicha comunidad se ve alterada por actividades como la pesca que al favorecer el desarrollo de comunidades como la de *Diadema antillarum*, rompen el equilibrio de la comunidad y pueden llegar a provocar la desaparición de la mayor parte de ésta.








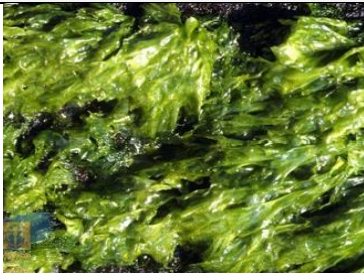

Por tanto, se identifican distintas especies de algas en el entorno del área de intervención como son las siguientes:

Tabla 1. Especies de vegetación marina identificadas en el entorno del área de intervención

Nombre científico	Nombre común	Estatus de protección	Categoría de protección	Endémica
<i>Antithamnionella elegans</i> (Berthold) J.H. Price & D.M. John				No
<i>Ericaria selaginoides</i> (Linnaeus) Molinari & Guiry	Mujo ramudo	Especie protegida (Vulnerable)	Catálogo Canario	No
<i>Gelidium arbusculum</i> Bory de Saint-Vincent & Børgesen	Gelidio rojo	Especie protegida (Vulnerable)	Catálogo Canario, Catálogo Español/LESRPE	No
<i>Gelidium canariense</i> (Grunow) Seoane-Camba ex Haroun, Gil- Rodríguez, Díaz de Castro & Prud'homme van Reine	Gelidio negro	Especie protegida (Vulnerable)	Catálogo Canario, Catálogo Español/LESRPE	Si
<i>Gongolaria abies-marina</i> (S.G. Gmelin) Kuntze	Mujo amarillo	Especie protegida (Vulnerable- Interés para ecosistemas canarios)	Catálogo Español/LESRPE; Catálogo Canario	No
<i>Padina pavonica</i> (Linnaeus) Thivy	Abanico pavorreal		Catálogo	No
<i>Ulva compressa</i> Linnaeus				No
<i>Ulva pseudorotundata</i> Cormaci, G. Furnari & Alongi	Lechuga de mar redonda			No
<i>Vertebrata fucooides</i> (Hudson) Kuntze				No

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias.

Tabla 2. Especies de vegetación marina identificadas en el entorno del área de intervención

<p><i>Antithamnionella elegans</i></p>	<p><i>Ericaria selaginoides</i> – Mujo Ramudo –</p>	<p><i>Gelidium arbusculum</i> – Gelidio rojo –</p>
		
<p>Créditos: Antoine N'Yeurt</p>	<p>Créditos: Biota - Biocan</p>	<p>Créditos: Biota - Biocan</p>
<p><i>Gelidium canariense</i> – Gelidio negro –</p>	<p><i>Gongolaria abies marina</i> – Mujo amarillo –</p>	<p><i>Padina pavonica</i> – Abanico pavorreal –</p>
		
<p>Créditos: Biota - Biocan</p>	<p>Créditos: Biota - Biocan</p>	<p>Créditos: Biota - Biocan</p>
<p><i>Ulva compressa</i></p>	<p><i>Ulva pseudorotundata</i> – Lechuga de mar redonda –</p>	<p><i>Vertebrata fucoides</i></p>
		
<p>Créditos: Biota - Biocan</p>	<p>Créditos: Biota - Biocan</p>	<p>Créditos: Mick Peerdeman</p>

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias.



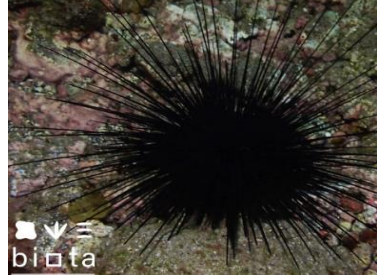

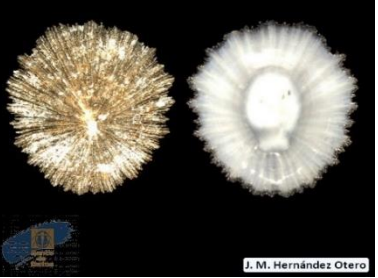




Por otro lado, con relación a la fauna marina, se han identificado distintas especies marinas de interés, tanto vertebrados como invertebrados como se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3. Especies de fauna marina identificadas en el entorno del área de intervención

Nombre científico	Nombre común	Tipo	Estatus de protección	Categoría de protección	Endémica
<i>Anemonia viridis</i> (Pennant, 1777)	Chupadera	Fauna (Invertebrado - Cnidarios)	-		No
<i>Delphinus delphis</i> <i>delphis</i> (Linnaeus, 1758)	Delfín común	Fauna (Mamífero)	Especie protegida (Protección especial, Anexo IV, Apéndice II, Anejo II, Apéndice II)	Catálogo Canario - Catálogo Español/LESRPE, Directiva Hábitat, CITES, Convenio de Berna y Bonn	No
<i>Diadema antillarum</i>	Erizo lima	Fauna de (Invertebrado - Equinodermos)	-		No
<i>Eriphia verrucosa</i> (Forskål, 1775)	Jaca	Fauna (Invertebrado - Crustáceos)	-		No
<i>Isaurus tuberculatus</i> (Gray, 1828)	Isauro		Especie protegida (Interés para ecosistemas canarios)	Catálogo Canario	No
<i>Mustelus mustelus</i> (Linnaeus, 1758)	Cazón	Fauna (pez)			No
<i>Pachygrapsus</i> <i>transversus</i> (Gibbes, 1850)	Juyón listado	Fauna (Invertebrado - Crustáceo)	-		No
<i>Patella aspera</i> (Röding, 1798)	Lapa blanca	Fauna (Invertebrado Gasterópodo)	Especie protegida (Protección especial)	Catálogo Español/LESRPE	No
<i>Patella candei</i> <i>crenata</i> (d'Orbigny, 1838)	Lapa negra	Fauna (Invertebrado - Gasterópodo)	-		No
<i>Percnon gibbesi</i> (H. Milne Edwards, 1853)	Araña de marisco	Fauna (Invertebrado - Crustáceo)	-		No
<i>Xantho poretta</i> (Olivi, 1792)	Carnada vieja moteada	Fauna (Invertebrado - Crustáceo)	-		No

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias.

Tabla 4. Especies de fauna marina identificadas en el entorno del área de intervención

<p><i>Anemonia viridis</i> – Chupadera –</p>	<p><i>Isaurus tuberculatus</i> – Isauero –</p>	<p><i>Diadema antillarum</i> – Erizo de lima –</p>
		
<p>Créditos: Biota - Biocan</p>	<p>Créditos: Biota - Biocan</p>	<p>Créditos: Biota - Biocan</p>
<p><i>Eriphia verrucosa</i> – Jaca –</p>	<p><i>Patella aspera</i> – Lapa blanca –</p>	<p><i>Patella candei crenata</i> – Lapa negra –</p>
		
<p>Créditos: Biota - Biocan</p>	<p>Créditos: Biota - Biocan</p>	<p>Créditos: Biota - Biocan</p>
<p><i>Pachygrapsus transversus</i> – Jutón listado –</p>	<p><i>Percnon Gibessi</i> – Araña de marisco –</p>	<p><i>Xantho poressa</i> – Carnada de vieja moteada –</p>
		
<p>Créditos: Biota - Biocan</p>	<p>Créditos: Biota - Biocan</p>	<p>Créditos: Biota - Biocan</p>

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias.

2.2.1.2 Biodiversidad del medio terrestre (flora y fauna)

El entorno del área de intervención se caracteriza por un elevado grado de antropización en cuanto a sus valores ambientales. En este sentido la vegetación que se observa tanto en el ámbito como en su entorno cercano es muy escasa, siendo las especies más representativas algunas del cinturón halófilo costero como es el tarajal (*Tamarix canariensis*) y el saladillo (*Atriplic ifniensis*) que tienen su mayor presencia en el margen oriental del núcleo de población, en la desembocadura del barranco de Moya, y de forma más puntual en el margen occidental.

Otras especies con mayor dominancia son la ahulaga (*Launea arborescentis*), el saladar

blanco (*Schizogynetum sericeae*), y aquellas asociadas la actividad humana como el cañaveral (*Arundo donax*) y otras especies de carácter ornamental y agrícola.

Aunque el entorno más próximo ha sido muy alterado por el desarrollo de actividades agrarias, se observan muchas especies de flora (Tabla siguiente), algunas con un elevado grado de interés por su grado de protección y singularidad. En este sentido, se observa que el 30% de las especies están protegidas y un 42% se trata de especies endémicas,

Tabla 5. Especies de flora identificadas en el área de intervención y entorno más próximo

Nombre científico	Nombre común	Familia	Estatus de protección	Categoría de protección	Endémica
<i>Aelurillus lucasi</i> Roewer, 1951	Cazamoscas de Lucas	Salticidae			No
<i>Aeonium canariense</i> (L.) Webb & Berthel. subsp. <i>virgineum</i> (Webb ex Christ) Bañares	Góngaro grancanario	Crassulaceae	Especie protegida	Catálogo Canario	Si
<i>Aeonium percarneum</i> (R. P. Murray) Pit. & Proust.	rosado	Crassulaceae	Especie protegida	Catálogo Canario	Si
<i>Argyranthemum frutescens</i> (L.) Sch. Bip.	Magarza común	Asterales	Especie protegida	Catálogo Canario	Si
<i>Aristida adscensionis</i> L. subsp. <i>coerulescens</i> (Desf.) Bourreil & Trouin ex Auquier & J. Duvign	Rabo de burro	Poaceae			No
<i>Arundo donax</i>	Cañaveral	Poaceae			No; Exótica invasora (EEI)
<i>Asparagus arborescens</i> Willd.	Esparraguera	Asparagaceae	Especie protegida	Catálogo Canario	Si
<i>Astydamia latifolia</i> (L. f.) Baill	Lechuga de mar	Apiaceae			No
<i>Atractylis arbuscula</i> Svent. & Michaelis subsp. <i>schizogynophylla</i> (Svent. & Kahne) Marrero Rodr. & Caujapé-Castells		Asteraceae	Especie protegida (en peligro de extinción, Anexo II y IV, Anexo I)	Catálogo Canario - Catálogo español/LESRPE, Directiva Hábitat, Convenio de Berna	Si
<i>Atriplic ifniensis</i>	Saladillo	Chenopodiaceae			No
<i>Campylanthus salsoloides</i> (L. f.) Roth	Romero marino	Plantaginaceae	Especie protegida	Catálogo Canario	Si
<i>Carduus baeocephalus</i> Webb subsp. <i>baeocephalus</i>	Cardo de costa	Asteraceae	Especie protegida	Catálogo Canario	Si
<i>Cenchrus ciliaris</i> L.	Panasco	Poaceae			No
<i>Cenchrus setaceus</i> (Forssk.) Morrone	Rabogato	Poaceae			No; Exótica invasora (EEI)
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Pata gallina	Poaceae			No; Exótica invasora (EEI)
<i>Echium decaisnei</i> Webb & Berthel. decaisnei	Taginaste blanco	Boraginaceae	Especie protegida	Catálogo Canario	Si

<i>Eucalyptus camaldulensis</i> <i>Dehnh.</i>	Eucalipto negro	Myrtaceae			No; Exótica invasora (EEI)
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	Eucalipto blanco	Myrtaceae			No; Exótica invasora (EEI)
<i>Euphorbia aphylla</i> Brouss. <i>ex Willd</i>	Tabaibal de tolda grancanario	Euphorbiaceae	Especie protegida (Apéndice II)	Catálogo Canario, CITES	Si
<i>Euphorbia balsamifera</i> <i>Aiton subsp. balsamifera</i>	Tabaiba dulce	Euphorbiaceae			No
<i>Euphorbia canariensis</i> L.	Cardón	Euphorbiaceae	Especie protegida (Apéndice II)	Catálogo Canario, CITES	Si
<i>Euphorbia regis-jubae</i> Webb & Berthel	Tabaiba amarga	Euphorbiaceae			No
<i>Fagonia cretica</i> L.	Rasapaya	Zygophyllaceae			No
<i>Filago pygmaea</i> L.	Blanquilla mansa	Asteraceae			No
<i>Frankenia ericifoliae</i>	Tomillo marino	Frankeniaceae			No
<i>Gustavia fusifera</i> (Koch, 1841)		Gustaviidae			No
<i>Hyparrhenia hirta</i> (L.) Stapf	Cerrillo peludo	Poaceae			No
<i>Kleinia neriifolia</i> Haw.	Verol	Asteraceae			Si
<i>Launaea arborescentis</i>	Ahulaga	Asteraceae			No
<i>Lycium intricatum</i> Boiss.	Espino de mar	Solanaceae			No
<i>Mesembryanthemum</i> <i>crystallini</i>	Barrillal	Aizoaceae			No
<i>Micromeria tenuis</i> (Link) Webb & Berthel.		Lamiaceae			Si
<i>Opuntia maxima</i> Mill.	Tunera común	Cactaceae			No; Exótica invasora (EEI)
<i>Opuntia tuna</i> (L.) Mill.	Tunera india	Cactaceae			No; Exótica invasora (EEI)
<i>Patellifolia patellaris</i> (Moq.) A. J. Scott, Ford-Lloyd & J. T. Williams	Acelga de mar	Chenopodiaceae			No
<i>Phoenix canariensis</i> H. Wildpret	Palmera canaria	Arecaceae	Especie protegida	Catálogo Canario	Si
<i>Reichardia crystallina</i> (Sch. Bip.) Bramwell	Cerraja de mar	Asteraceae			Si
<i>Reichardia ligulata</i> (Vent.) G. Kunkel & Sunding	Cerraja de costa	Asteraceae			Si
<i>Rubia fruticosa</i> Aiton	Tasaigo	Rubiaceae			Si (Macaronesia)
<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	Zarza común	Rosaceae			No
<i>Salvia canariensis</i> L.	Salvia canaria	Lamiaceae	Especie protegida	Catálogo Canario	Si
<i>Schizogyneta sericeae</i>	Saladar blanco	Asteraceae			Si (Macaronesia)

<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv.	Almorejo verde	Poaceae			No; Exótica invasora (EEI)
<i>Sonchus brachylobus</i> Sch. Bip.	Cerraja brillante	Asteraceae	Especie protegida	Catálogo Canario	Si
<i>Sonchus leptcephalus</i> Cass.	Calillo alpispillo	Asteraceae			Si
<i>Tamarix canariensis</i> Wild	Tarajal	Tamaricaceae	Especie protegida	Catálogo Canario	No
<i>Tricholaena teneriffae</i> (L. f.) Link	Cerrillo blanco	Poaceae			No
<i>Urospermum picroides</i> (L.) Scop. ex F. W. Schmidt	Barbaviejo	Asteraceae			No
<i>Volutaria canariensis</i> Wagenitz	Cardomanso canario	Asteraceae			Si
<i>Zygophyllum fontanesii</i>	Uva de mar	Zygophyllaceae	Especie protegida	Catálogo Canario	No

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias y Grafcan

El desarrollo de actividades humanas en el área de intervención ha provocado una alteración significativa en la flora nativa de la región. Este impacto se refleja en las diferencias observadas entre la vegetación actual y la vegetación potencial e histórica de San Felipe (véase figura siguiente).

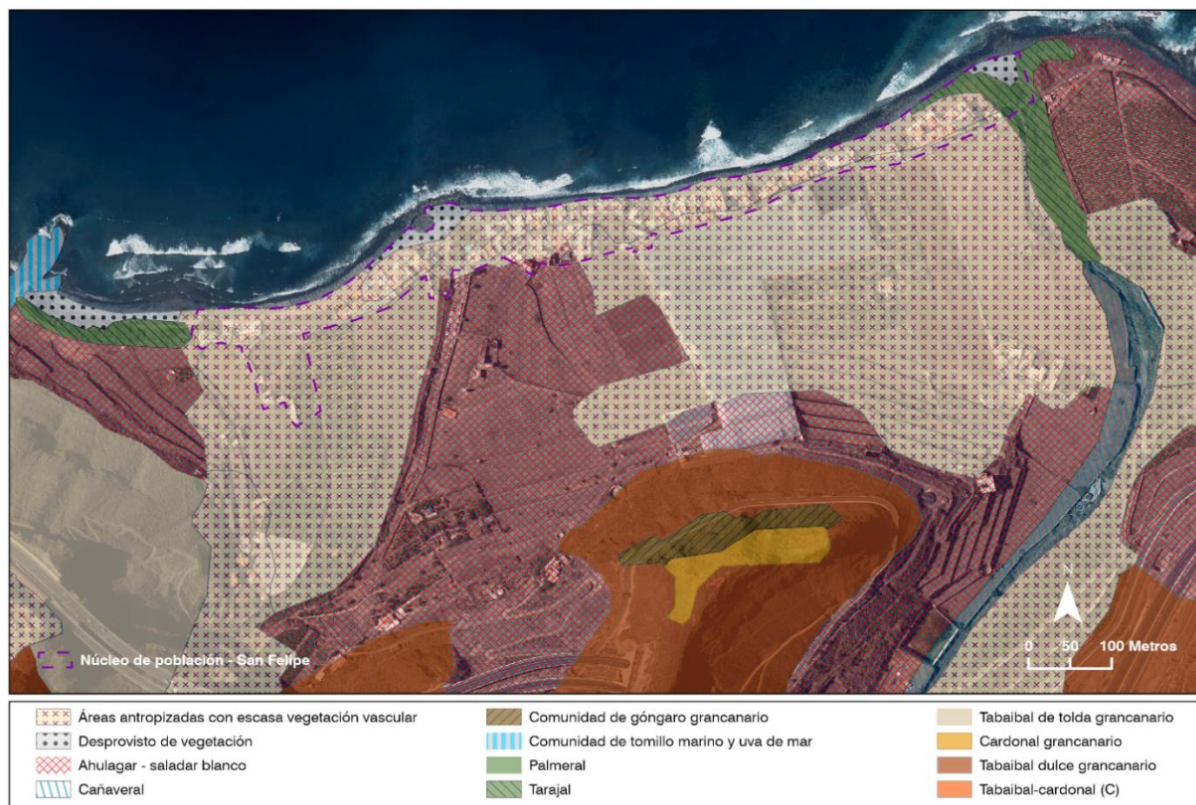


Figura 19. Zonificación de la vegetación actual en el entorno del área de intervención

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Grafcan

Determinadas comunidades vegetales que anteriormente predominaban en la zona han sido alteradas y, en algunos casos, han desaparecido por completo. Se evidencia una preocupante pérdida de biodiversidad local, mientras que otras, especialmente especies exóticas invasoras (constituyen el 16% de las especies identificadas), han colonizado zonas previamente dedicadas al cultivo, algunos márgenes de la desembocadura de los barrancos y espacios cercanos a las edificaciones.

En este sentido, la vegetación actual del área se caracteriza por un elevado grado de antropización y son aquellas zonas menos accesibles donde la vegetación nativa y originaria mantiene su mayor desarrollo, como pueden ser en el acantilado de la Cuesta de Silva o el Lomo de El Verdugado. Estas áreas son los espacios donde la vegetación originaria persiste y ha logrado su mayor desarrollo dada sus características topográficas y su consiguiente dificultad para el aprovechamiento humano. No obstante, y pesar de la presión humana, se observa la presencia de especies que han conseguido mantener su hábitat natural, en zonas de contacto con el ámbito urbano del área de estudio, aunque de forma más reducida, como es el caso del Tarajal.

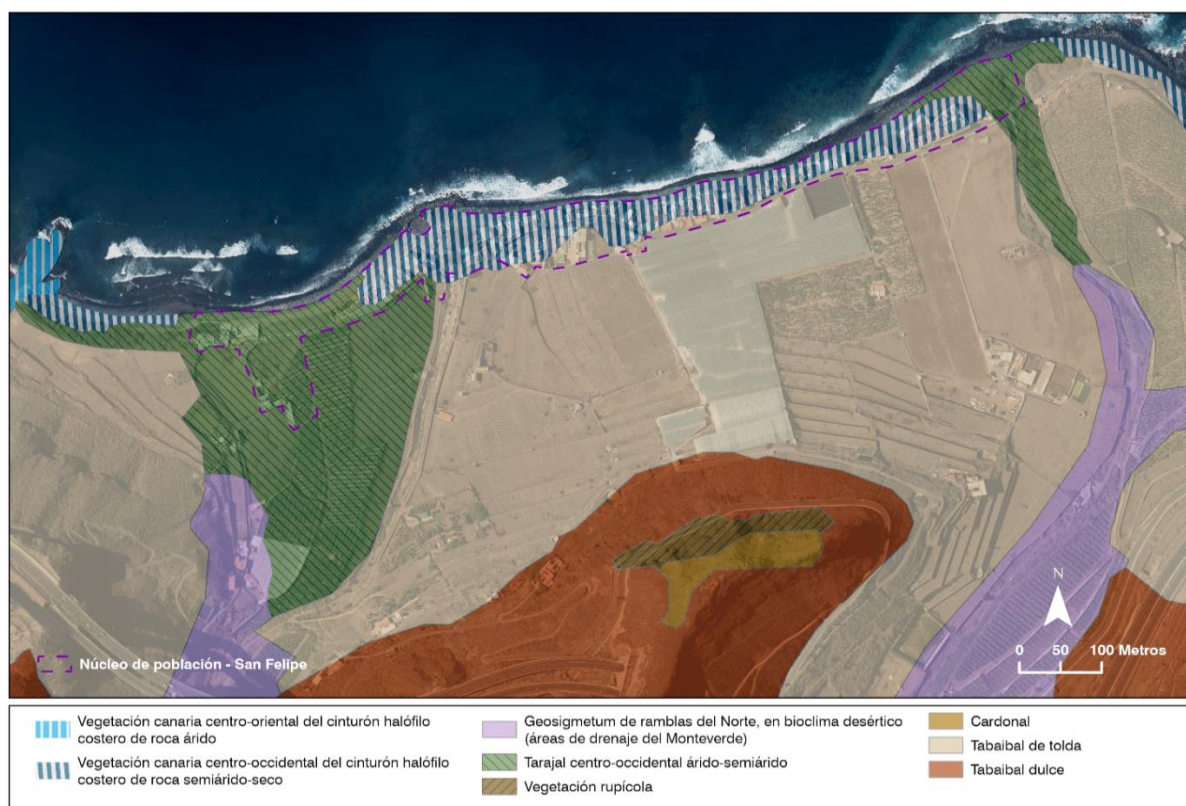


Figura 20. Zonificación de la vegetación potencial del entorno del área de intervención

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Grafcan

Por otro lado, aunque la pérdida de biodiversidad es evidente, se ha identificado la presencia de distintas especies singulares y algunas en peligro de extinción, lo que subraya la importancia de preservar y conservar, así como restaurar aquellos espacios donde estas se desarrollan. Asimismo, para el área de intervención y su entorno próximo, se han zonificado

distintos hábitats de interés comunitario. Estas áreas naturales o seminaturales pueden tener las siguientes condiciones:

- Están amenazados y puede producirse la desaparición de la distribución natural del hábitat.
- Tienen un área de distribución natural reducida debido a su regresión.
- El hábitat constituye un ejemplo representativo de una o varias regiones biogeográficas de Europa.

En el caso del entorno del área de intervención, observamos la presencia de 6 hábitats de interés comunitario de los cuales solo uno de ellos (Tarajal) tiene una presión humana extrema.



Figura 21. Zonificación de los Hábitats de Interés Comunitario del entorno

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de MITECO

Tabla 6. Especies de fauna terrestre identificadas en el entorno del área de intervención

Nombre científico	Nombre común	Tipo	Estatus de protección	Categoría de protección	Endémica
<i>Aelurillus lucasi</i> Roewer, 1951.	Cazamoscas de Lucas	Fauna (Invertebrado - Arácnido)			No
<i>Calonectris borealis</i> (Cory, 1881)	Pardela cenicienta atlántica	Fauna (Ave - Procellariiforme)	Especie protegida (Anexo I; Régimen de protección especial; Anejo II)	Directiva Aves, Catálogo español/LESRPE, Convenio de Berna	No
<i>Crocidura russula</i> (Hermann, 1780)	Musaraña gris	Fauna (Mamífero - Insectívoro)			No; Exótica invasora (EEI)
<i>Cyrba algerina</i> (Lucas, 1846)	Cazamoscas rojinegra	Fauna (Invertebrado - Arácnido)			No
<i>Macarokeris litoralis</i> Wunderlich, 1992	Cazamoscas de litoral	Fauna (Invertebrado - Arácnido)			Si
<i>Mythimna languida</i> Walker, 1858	Polilla	Fauna (Invertebrado - Lepidópteros)			No
<i>Nephus flavopictus</i> (Wollaston, 1854)	Mariquita	Fauna (Invertebrado - Coleópteros)			Si
<i>Novius cardinalis</i> (Mulsant, 1850)	Mariquita australiana	Fauna (Invertebrado - Coleópteros)			No; Exótica invasora (EEI)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias.

Por último, conviene recordar en este apartado, tal y como recoge el documento “Inventario de Vulnerabilidad y Riesgos de la Biodiversidad de Gran Canaria frente al Cambio Climático” (CIEGC, 2016), los impactos esperados del cambio climático sobre la biodiversidad en Canarias. Éstos son fundamentalmente la proliferación y expansión de especies introducidas, que requieren una adaptación a través de una gestión ambiental preventiva.

El control previo y posterior de cualquier intervención a partir del conocimiento de las especies y hábitats de la zona de intervención, es una actividad complementaria pero indispensable para asegurar una actuación resiliente. Por ejemplo, en este mismo documento se hace referencia a la introducción de la cochinilla menor de los cítricos (*Orthezia insignis*), especie exótica establecida en Canarias para el control biológico de otras especies invasoras. Sin embargo, se ha comprobado que esta cochinilla produce daños al salado (*Schizogyne sericea*), especie endémica importante para los ecosistemas costeros (CIEGC, 2016).

El monitoreo de las especies del entorno marino y terrestre del ámbito de intervención puede significar una medida de adaptación en sí misma, que favorezca el éxito de las actuaciones a realizar.

2.2.2 Geología y geomorfología del área de intervención

El núcleo de población de San Felipe se localiza en una zona con características geomorfológicas y geológicas similares a las que se encuentran en gran parte del litoral norte de la isla de Gran Canaria. Esta área ha sido moldeada por procesos erosivos-sedimentarios y por las particularidades litológicas del suelo, lo que ha dado lugar a un paisaje históricamente vinculado a la actividad marina-litoral y a la actividad agrícola.

2.2.2.1 Características geomorfológicas y relieve

En el área de intervención se puede observar la presencia de distintas geoformas que dan lugar a un relieve muy contrastado. En primer lugar, hay que hacer referencia a que el núcleo de población se ubica principalmente entre los márgenes de la desembocadura del Barranco de Moya y el Barranco de San Felipe en un área que no supera los 10 – 15 metros de altitud presentando una pendiente muy leve. De esta manera, solo a medida que nos vamos hacia el interior o hacia el oeste, se observa un aumento notable de la pendiente del terreno hasta llegar a La Montañeta, el punto más elevado del entorno próximo.

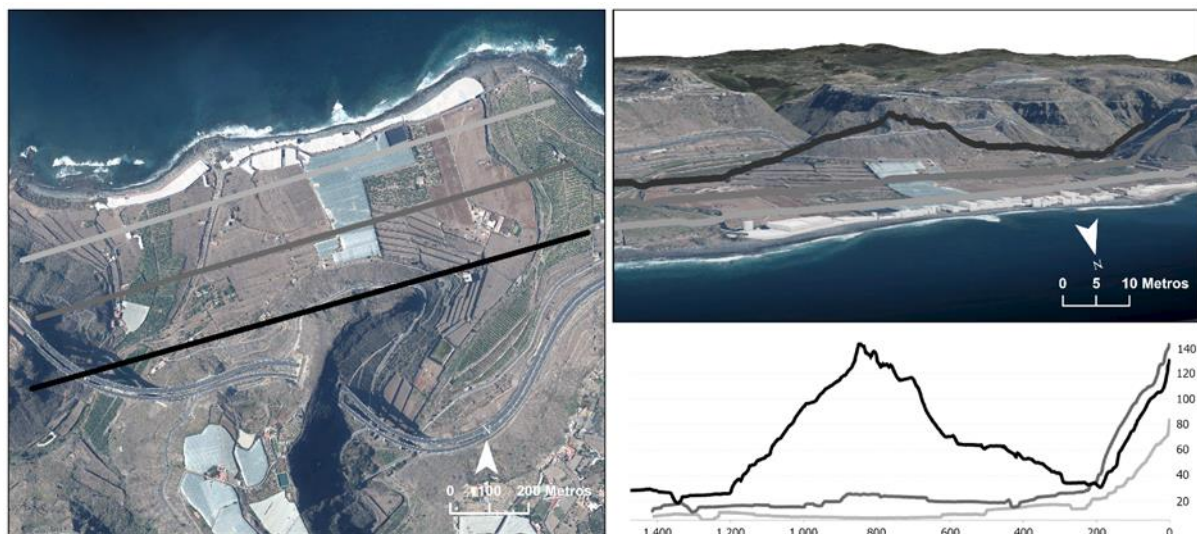


Figura 22. Secciones longitudinales a la línea de costa

Fuente: Elaboración propia

En este sentido, en los márgenes interiores del núcleo de población, observamos que la pendiente, así como la altura es cada vez mayor culminando en dos geoformas relevantes, por un lado, el lomo de El Verdugado que alcanza una cota de 183 metros, un interfluvio entre los barrancos de Moya y San Felipe, y en el sector suroeste, la Cuesta de Silva que se constituye como un acantilado en el sector oeste de la playa de San Felipe. Estas dos geoformas, no obstante, están fuertemente alterados por la construcción de bancales para el desarrollo de la actividad agrícola y el desarrollo de infraestructuras viarias de primer y segundo orden.

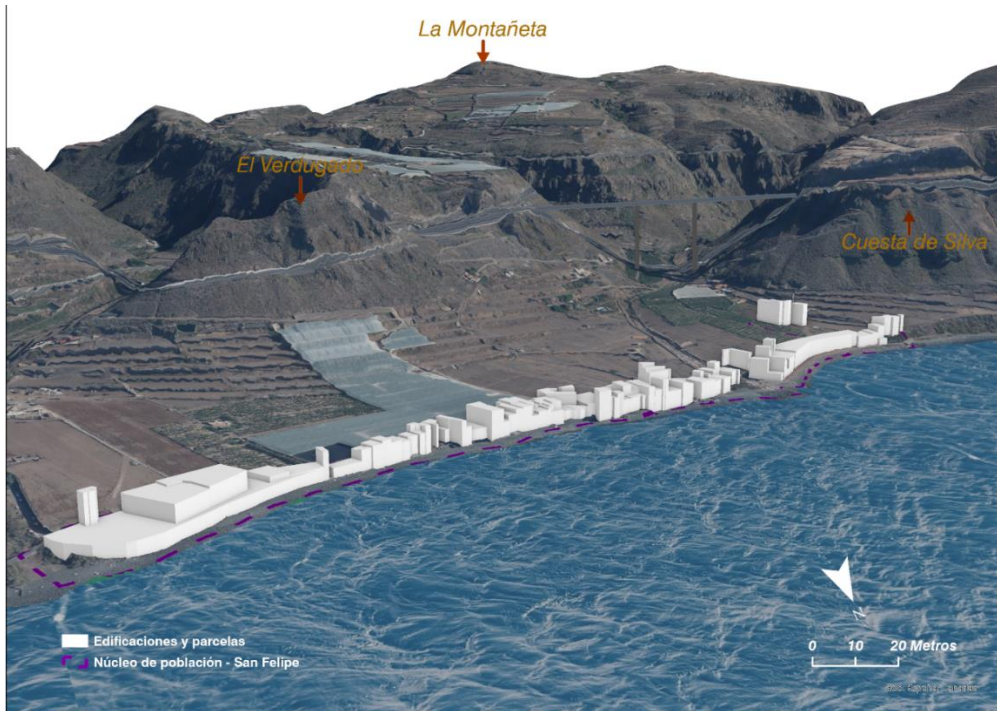


Figura 23. Vista 3D del área de intervención y el entorno circundante

Fuente: Elaboración propia

En la zona norte del núcleo, en el litoral del barrio, se encuentra una extensa playa de callaos que abarca todo el margen norte de ámbito de estudio, la cual se convierte en una pequeña playa de arena volcánica ubicada al oeste del núcleo de población, conocida como playa de San Felipe o playa de Vagabundos. La costa de callaos se caracteriza por una gran diversidad en el tamaño de los callaos y, además, en esta zona del litoral se observan distintos bolos de grandes dimensiones con variaciones desde unos pocos centímetros hasta tamaños superiores a los 100 cm de diámetro.

En lo que respecta a la topografía marina, no se han identificado profundidades superiores a 10 metros cercanas al área de intervención. De hecho, estas profundidades están generalmente a más de 300 metros de la línea de costa. La pendiente submarina presenta un gradiente progresivo, con una inclinación promedio de 8% en la zona cercana a la costa y al área de intervención y de 3% hacia el interior del océano, hasta cotas de 30 metros de profundidad lo que sugiere una configuración submarina estable y suave en esta zona del litoral, sin cambios ni accidentes en el relieve marino.

Por último, se puede observar el perfil topo batimétrico del litoral de San Felipe, donde la pendiente se mantiene muy progresiva hasta la cota 0 aproximadamente, para luego aumentar gradualmente hasta la base de las edificaciones, que, en este ámbito, se sitúan generalmente en una cota que oscila entre los 2 – 4 metros de altura.

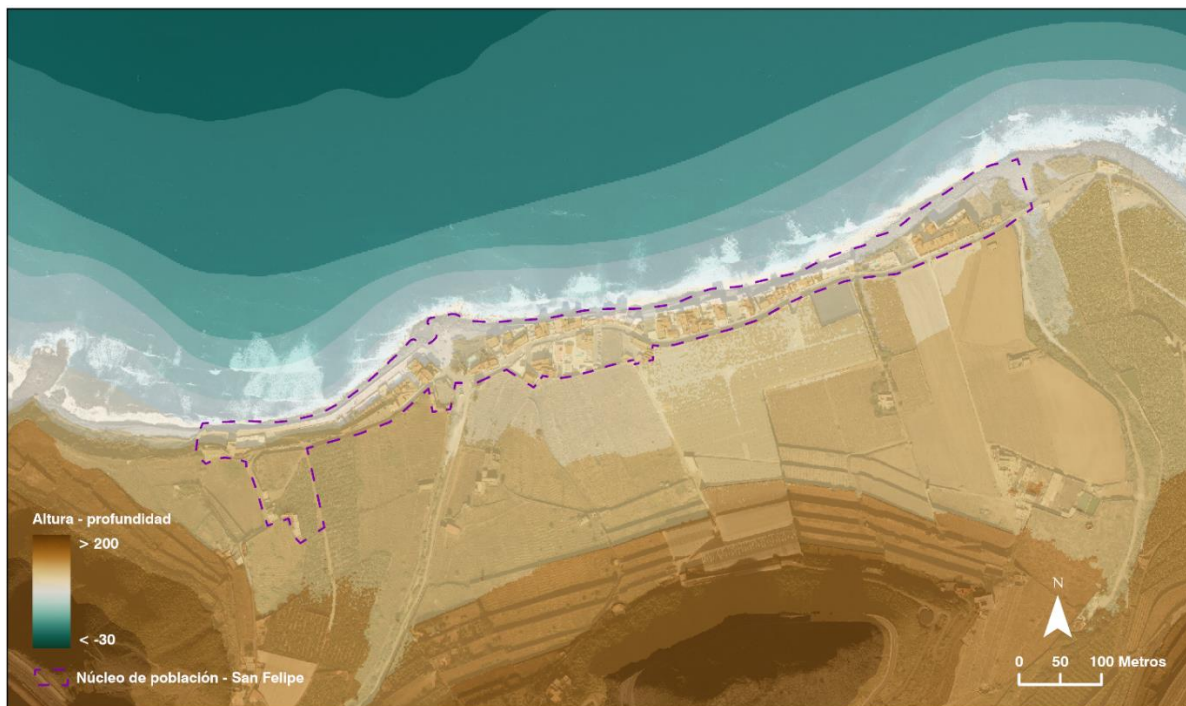


Figura 24. Mapa topobatimétrico del área de intervención y su entorno

Fuente: Elaboración propia

Esta configuración, junto con el tipo de litoral predominante en la zona, caracterizado por una costa de callao y cantos de tamaño heterométrico, desde decimétrico a métrico, variable según su cercanía o lejanía a los abanicos aluviales de la desembocadura de los barrancos conforma un entorno morfodinámico altamente activo, frágil y cambiante. De este modo, se trata de un tipo de costa susceptible a cambios morfológicos, especialmente en la zona de intervención, donde la playa presenta un comportamiento estacional. Dicho comportamiento influye en la evolución del perfil costero, lo que puede provocar variaciones en la disposición de los sedimentos y, en consecuencia, afectar a la estabilidad del propio litoral.

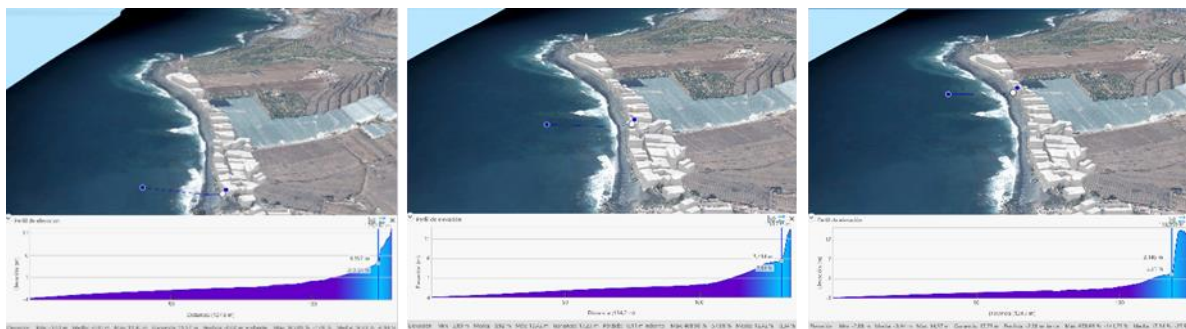


Figura 25. Perfiles de elevación en el área de intervención

Fuente: Elaboración propia

2.2.2.2 Características geológicas

En cuanto a la geología del área de intervención, se pueden distinguir 4 litologías principales, asociados al primer ciclo volcánico de Gran Canaria, en especial a las formaciones fonolíticas y a los depósitos sedimentarios cuaternarios.

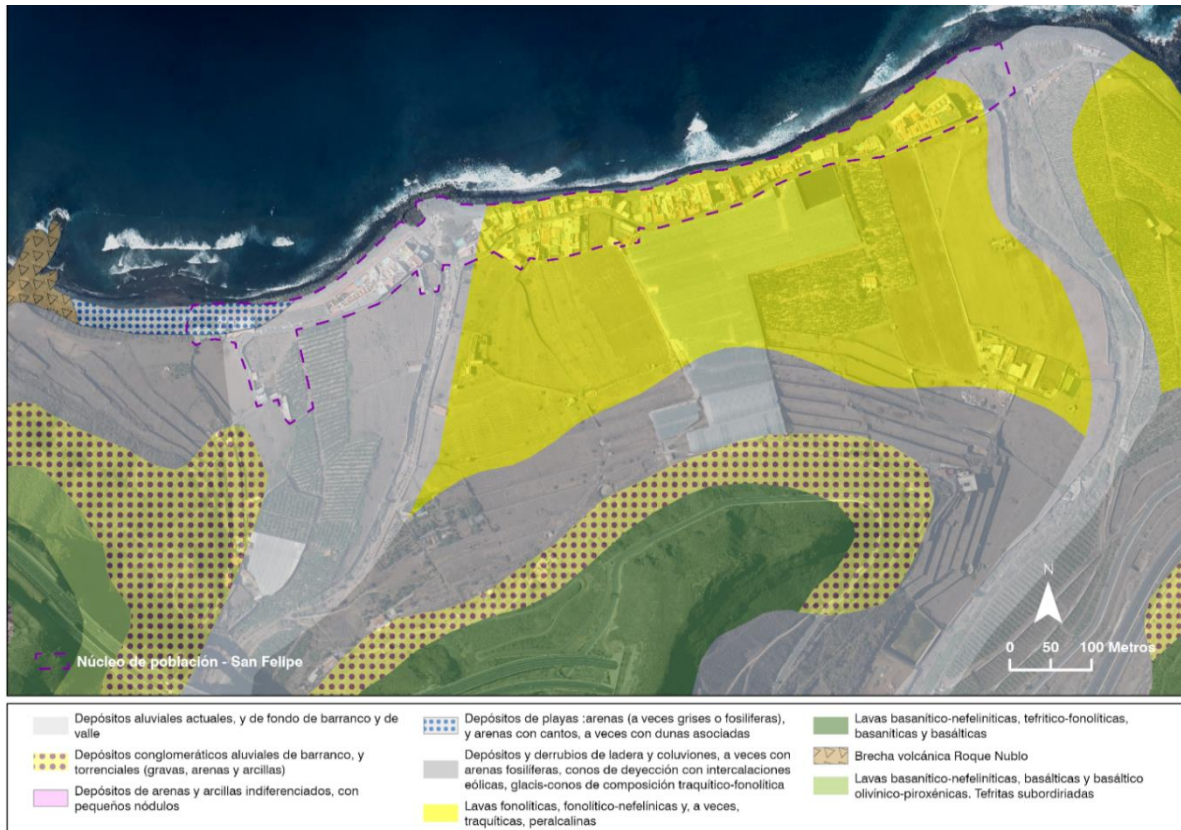


Figura 26. Unidades geológicas - litologías del área de intervención y su entorno

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Grafcan

I. Lavas fonolíticas, fonolítico-nefelínicas y, a veces, traquíticas, peralcalinas: Apilamiento de coladas fonolíticas, traquíticas y traquifonolíticas de 2-22 m. de espesor individual, color verdoso, característicamente lajeadas y frecuentemente afaníticas (tan solo suelen destacar, a veces, cristales de sanidina de 2-4 mm).

II. Depósitos de playas: arenas (a veces grises o fosilíferas), y arenas con cantos, a veces con dunas asociadas: Tienden a desarrollarse en las proximidades de las desembocaduras de los barrancos más importantes. Por ello, su granulometría es semejante a la de éstos (cantos, gravas y arenas gruesas heteromícticas), aunque pueden presentar grano-selección según la distancia de origen y su posición en la playa.

III. Depósitos y derrubios de ladera y coluviones, a veces con arenas fosilíferas, conos de deyección con intercalaciones eólicas, glaci-conos de composición traquítico-fonolítica: Depósitos de edades y naturaleza variadas, y relaciones diversas con la red hidrográfica. Asimismo, el espesor es también variable, máximo en las zonas más bajas. Ocasionalmente, pueden presentar intercalaciones eólicas.

IV. Depósitos aluviales actuales, y de fondo de barranco y de valle: Depósitos de 1-5 m. de espesor formados por arenas oscuras y gravas heteromícticas y heterométricas (de 1-2 y hasta 40-50 cm. de tamaño). Depósitos torrenciales localizados en zonas cercanas a la desembocadura de los barrancos.

2.2.3 Recursos hídricos

Condicionado por las características geomorfológicas, litológicas y climáticas, el entorno del área de intervención tiene unos recursos hídricos muy limitados, a pesar de ubicarse, de forma principal entre la desembocadura de dos barrancos. En este sentido, el único recurso hídrico presente sería el acuífero insular, que, en el caso concreto del área analizada, encontraríamos la subdivisión de la masa de agua subterránea norte (Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria, 2023b) con un volumen de agua que se ha visto reducido por diversas causas. En relación a las masas de agua subterráneas se pueden observar distintas obras hidráulicas como pozos y galerías que han permitido un aprovechamiento directo de este acuífero en algún momento de la historia y que han favorecido a su vez el desarrollo agrícola en la zona. En la actualidad esta masa de agua se encuentra deteriorada fundamentalmente debido a las presiones antropogénicas, la intrusión salina por su cercanía a la costa y su sobreexplotación, así como la reducción de las precipitaciones derivadas del cambio climático.



Figura 27. Zonificación del acuífero norte

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria

Por otra parte, la red hídrica está integrada por dos barrancos, el barranco de Moya y el barranco de San Felipe, que discurren por la cuenca del barranco de Moya y la intercuenca Gáldar – Moya respectivamente. Ambos barrancos se encuentran altamente alterados en las cotas cercanas al área de intervención con pistas y bancales que han modificado parte del cauce en la desembocadura de estos. Los barrancos señalados no tienen escorrentía superficial en ningún momento del año, salvo contadas ocasiones, más allá de momentos puntuales asociados a fenómenos climáticos extremos y/o precipitaciones torrenciales.

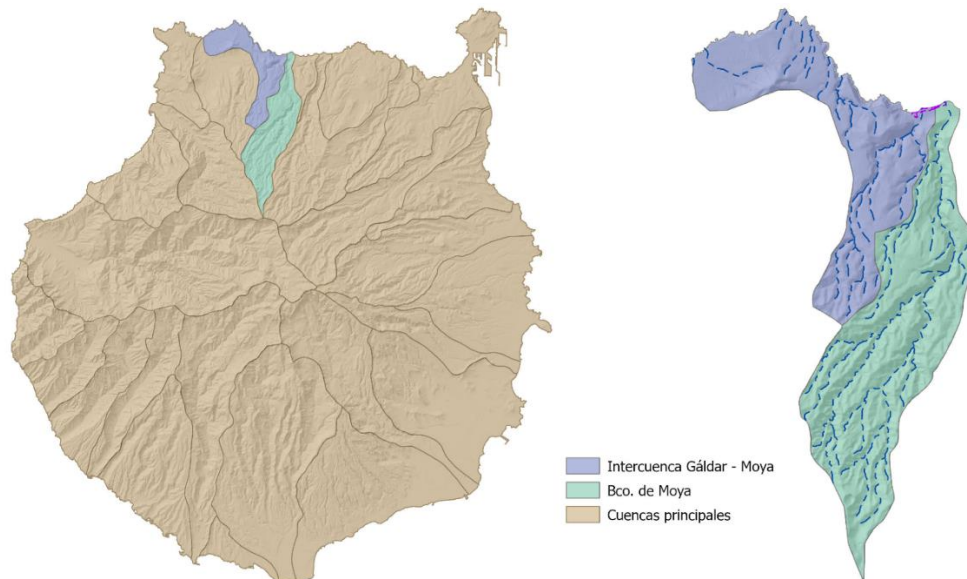


Figura 28. Principales cuencas hidrográficas y cuencas hidrográficas

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria

2.2.4 Condiciones climáticas

El clima del Archipiélago Canario se ve influenciado principalmente por las condiciones circulación general de la atmósfera, la latitud, la orografía y la proximidad al mar, lo que implica una notable diversidad climática que resulta especialmente destacable en un territorio insular de dimensiones reducidas. Esta variabilidad se manifiesta claramente en el área analizada, donde, según la clasificación climática de Köppen, se identifican dos tipologías climáticas propias de ambientes cálidos (Chazarra-Bernabé et al., 2018):

- BWh – Clima Desértico Cálido: Caracterizado por condiciones secas, con precipitaciones anuales inferiores a 300 mm y una temperatura media anual superior a 18°C. Este clima presenta inviernos suaves y veranos cálidos, siendo típico de regiones tropicales y subtropicales. La vegetación en estas áreas es escasa y adaptada a la aridez.
- BSh – Clima Estepario Cálido: Similar al anterior en cuanto a su carácter seco, pero con ligeras diferencias en la cantidad de precipitación y en la vegetación predominante. Las temperaturas medias anuales también superan los 18°C, con inviernos suaves y veranos cálidos. Este clima se asocia a zonas subtropicales donde la vegetación es escasa y predominantemente xerófila, adaptada a la sequía.

En este sentido, el área de intervención comparte características térmicas y pluviométricas con gran parte de la franja costera litoral del norte, así como otras zonas de la isla.

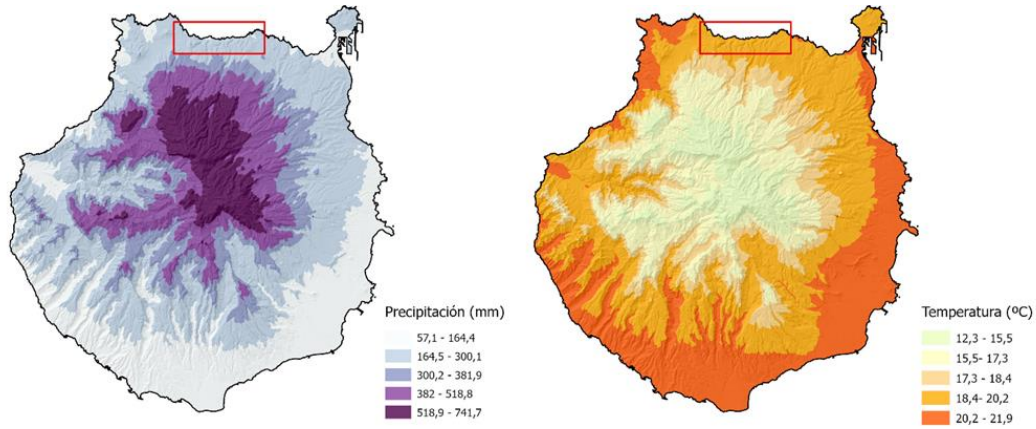


Figura 29. Precipitaciones medias anuales y temperatura promedios, Gran Canaria

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Gobierno de Canarias

En general, como indica la clasificación climática de Köppen, y como se observan en los mapas de variables climáticas, las precipitaciones en el entorno del área de intervención son extremadamente escasas, para las dos entidades de población de mayor relevancia y cercanas al área (Guía y Gáldar) la precipitación total anual es inferior a 280 mm y una media mensual de 22,5 mm. Los picos de precipitación se registran entre noviembre y marzo, con máximas que oscilan entre 27 y 29 mm, mientras que los mínimos se presentan en agosto y septiembre, con valores de entre 14 y 16 mm.

La temperatura media anual en la zona ronda los 18°C. Las temperaturas medias mínimas, que se sitúan entre los 14°C y 15°C, se registran en los meses de enero, febrero y diciembre. Por otro lado, las temperaturas medias máximas, que varían entre los 20°C y 22°C, se observan en los meses más cálidos de julio, agosto y septiembre.

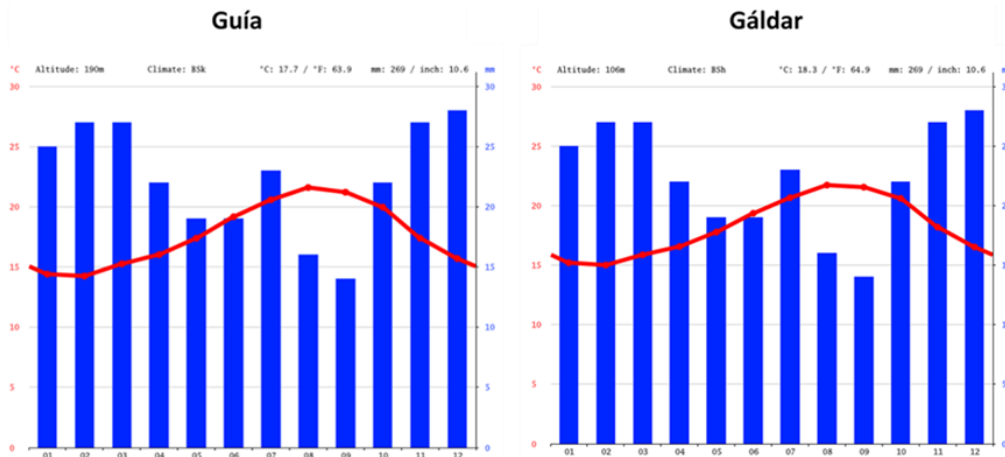


Figura 30. Climogramas de principales núcleos de población cercanos

Fuente: Climate-data.org

Además de estas condiciones es importante resaltar algunos factores que tienen un impacto significativo las características climáticas en San Felipe como son los siguientes:

En primer lugar, el efecto termorregulador del océano es muy notable en San Felipe. La proximidad al mar no solo modera las temperaturas, sino que también incrementa la humedad ambiental debido al “spray” marino y la brisa marina, más aún durante las horas diurnas.

En segundo lugar, la orografía del área, caracterizada por un relieve accidentado hacia el interior y el oeste, influye significativamente en la radiación solar recibida, especialmente a partir de ciertas horas del día debido a las sombras proyectadas por las geformas presentes en el área como es el caso el cantil-acantilado de la Cuesta de Silva (véase la siguiente figura). Además, la ubicación de San Felipe entre la desembocadura de los barrancos de Moya y San Felipe expone al área a vientos de barranco, los cuales son generados por diferencias térmicas entre las cotas altas y bajas de estos barrancos.

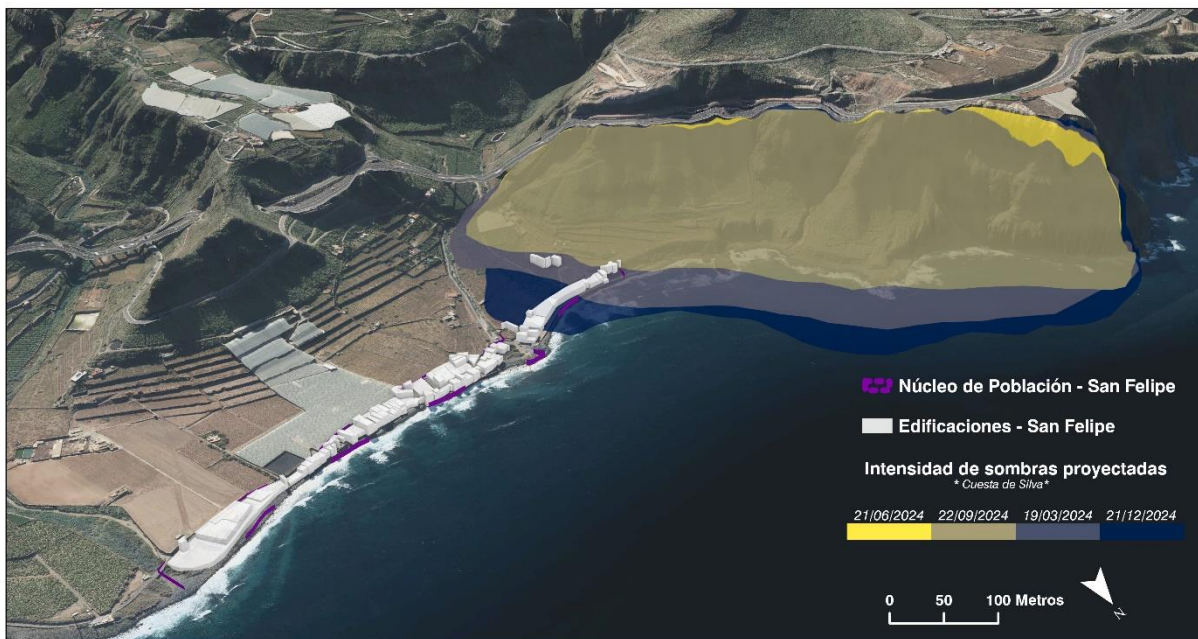


Figura 31. Sombras proyectadas (generalizadas) Cuesta de Silva en equinoccios y solsticios

Fuente: Elaboración propia

Por último, bajo el anticiclón de las Azores, los vientos alisios, que predominan en las islas durante gran parte del año, especialmente en verano, también desempeñan un papel crucial en el clima de la región. Estos vientos, que soplan desde el noreste, son frescos y húmedos, lo que ayuda a mantener la estabilidad climática del archipiélago y a regular la variabilidad térmica. La humedad aportada por los alisios es vital para muchos ecosistemas del archipiélago, particularmente en las zonas del norte, donde su influencia se extiende hasta altitudes de aproximadamente 1500 metros, aunque en verano tienden a descender hasta los 600-800 metros por lo que en el área de intervención va a estar gran parte del año bajo su influencia.

Finalmente, de forma puntual, aunque cada vez con patrones más irregulares, se observan otros procesos que afectan a las condiciones atmosféricas que se dan tanto en el archipiélago

como en el área, entre ellos los episodios de calima, las borrascas atlánticas y las borrascas subtropicales.

2.2.5 Clima marítimo

El objetivo de este apartado es analizar y describir el clima marítimo en aguas profundas frente a la playa de San Felipe, en Gran Canaria, enfocado para entender las condiciones promedio y extremas del mar. Este estudio es fundamental para diseñar defensas costeras y proteger la zona de los temporales que son más frecuentes debido al cambio climático (Afonso, 2023e). San Felipe se caracteriza por sus acantilados, playas volcánicas y atracciones naturales, siendo un destino popular para deportes acuáticos. Dada su exposición al Atlántico, la región es vulnerable a fenómenos meteorológicos que requieren una gestión cuidadosa para proteger a la comunidad y el entorno natural.

2.2.5.1 Regímenes de oleajes ordinarios en aguas profundas

El régimen medio del clima marítimo incluye parámetros como la temperatura del agua, salinidad, altura y periodo de las olas, y patrones de viento. Estos datos, obtenidos del conjunto SIMAR (punto 4035011) de Puertos del Estado (Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, s.f.), permiten estudiar las condiciones promedio y sus variaciones estacionales en la costa. El objetivo es evaluar cómo estas condiciones impactan el entorno costero y desarrollar estrategias adaptativas frente al cambio climático (AEMET, 2016). Se emplean herramientas estadísticas avanzadas para caracterizar el oleaje y garantizar la planificación segura de infraestructuras portuarias.

Distribución conjunta de periodo de pico y altura significativa

El análisis del oleaje en la costa norte de Gran Canaria, basado en datos del punto SIMAR 4035011 (1958-2023), es crucial para entender las dinámicas marinas y diseñar infraestructuras resistentes. Se centra en dos variables clave: la Altura Significativa (Hs) y el Periodo de Pico (Tp), que permiten evaluar la energía del oleaje y su impacto. El estudio ofrece un análisis anual y estacional, identificando patrones de oleaje y variaciones a lo largo del año, proporcionando información valiosa para la gestión de riesgos y la planificación costera.

Distribución de la energía del oleaje en función de la dirección de procedencia y la altura de las olas

Puertos del Estado utiliza rosas de oleaje para representar visualmente la dirección y altura de las olas a lo largo del año, mostrando tanto condiciones medias como extremas. Estas rosas se presentan primero de forma anual y luego estacional, permitiendo un análisis detallado de las variaciones según las estaciones. Esta información es clave para anticipar impactos en actividades portuarias y diseñar medidas de mitigación que garanticen la seguridad y eficiencia en el puerto.

Además, el análisis del régimen de oleaje de Puertos del Estado recopila datos sobre alturas y direcciones de las olas, presentados en tablas que muestran patrones anuales y estacionales. Estas tablas permiten observar rangos de magnitud y trayectorias predominantes del oleaje, facilitando la identificación de variaciones y tendencias. Este análisis es clave para una planificación y gestión portuaria eficaz y segura.

Conclusiones

Las direcciones predominantes del oleaje en el punto SIMAR 4035011 son Norte y Noroeste, con el Noreste ganando relevancia en verano debido a los vientos alisios. El invierno y otoño muestran oleajes más intensos y persistentes, mientras que la primavera y verano son más moderados. Estos patrones estacionales son clave para la planificación costera, considerando los posibles efectos del cambio climático.

A continuación, se presenta una comparativa estacional global de la altura significativa del oleaje (Hs) y las direcciones de procedencia del oleaje, para el punto SIMAR 4035011.

Tabla 7. Altura significativa (Hs) comparativa

Estación	Rango Hs Predominante	Presencia de Olas Altas (>2.5m)	Nivel de Energía del Oleaje
Invierno	1,5 - 2,5 m	Alta	Alto
Primavera	1,5 - 2,0 m	Moderada	Moderado
Verano	0,5 - 1,5 m	Muy baja	Bajo
Otoño	1,5 - 2,5 m	Moderada-Alta	Moderado-Alto

Fuente: Elaboración propia

La altura del oleaje disminuye progresivamente del invierno al verano, intensificándose en otoño como transición al invierno. El invierno presenta el oleaje más extremo, seguido de un otoño con olas altas, mientras que la primavera modera la energía del oleaje entre las condiciones severas del invierno y las más calmadas del verano.

Tabla 8. Direcciones de procedencia comparativa

Estación	Dirección Principal	Direcciones Secundarias	Diversidad Direccional
Invierno	Norte (N)	Noroeste (NW y NNW)	Baja
Primavera	Norte (N)	Noreste (NNE), Noroeste (NW)	Moderada
Verano	Noreste (NNE)	Norte (N), Este (E)	Alta
Otoño	Norte (N)	Noroeste (NW y NNW)	Moderada

Fuente: Elaboración propia

El oleaje en el punto SIMAR 4035011 tiene una clara estacionalidad: el norte domina en invierno, primavera y otoño, mientras que el noreste prevalece en verano por los vientos alisios. Los patrones invernales severos regresan en otoño. Estos patrones bien definidos podrían alterarse por el cambio climático, afectando la gestión costera en Gran Canaria. Es crucial continuar monitoreando y analizando los datos para anticipar impactos futuros y proteger las comunidades costeras y ecosistemas marinos.

2.2.5.2 Resultados régimen medio de oleaje

Los resultados de Puertos del Estado proporcionan la siguiente información:

- Las distribuciones conjuntas muestran histogramas y tablas de contingencia para la Hs y Tp. Las tablas de contingencia permiten cruzar la información de forma sectorial.
- Las rosas de oleaje representan la altura y dirección del oleaje asociadas a su probabilidad de ocurrencia.
- Los gráficos del régimen medio mediante Weibull informan de la Probabilidad de no Excedencia de las Hs.
- Los gráficos de duración media y máxima de excedencia proporcionan información de duraciones máximas y mínimas en horas de las excedencias observadas por encima o debajo de un umbral.
- Las gráficas número medio de superaciones dan promedios anuales o estacionales de nº de casos de Hs mayores a unos valores establecidos con duración mayor a un número de días dado.
- Las gráficas porcentaje de superaciones dan promedios anuales o estacionales en % de Hs mayores a unos valores establecidos con duración mayor a un número de días dado.

A continuación, se muestran tanto para el periodo anual como por estaciones, el oleaje ordinario predominante que se procesa en el punto SIMAR consultado.

Tabla 9. Parámetros de oleaje medio obtenido por estaciones boya costera

Periodo	Hs (m)	Tp (s)	Dirección principal	Dirección secundaria
Anual	1,5 - 2,0	8 - 12	Norte (N)	Noroeste (NW, NNW)
Invierno	1,5 - 2,5	10 - 14	Norte (N)	Noroeste (NW, NNW)
Primavera	1,5 - 2,0	8 - 12	Norte (N)	Noreste (NNE)
Verano	0,5 - 1,5	6 - 10	Noreste (NNE)	Este (E)
Otoño	1,5 - 2,5	10 - 12	Norte (N)	Noroeste (NW, NNW)

Fuente: Elaboración propia

2.2.5.3 Régimen de oleaje extremal en aguas profundas

El estudio del régimen de oleaje extremal aguas profundas que puede afectar a la defensa tendrá en cuenta los temporales registrados en el punto SIMAR 4035011 y para ello se hará una caracterización de dichos eventos extremos tanto a nivel escalar como direccional.

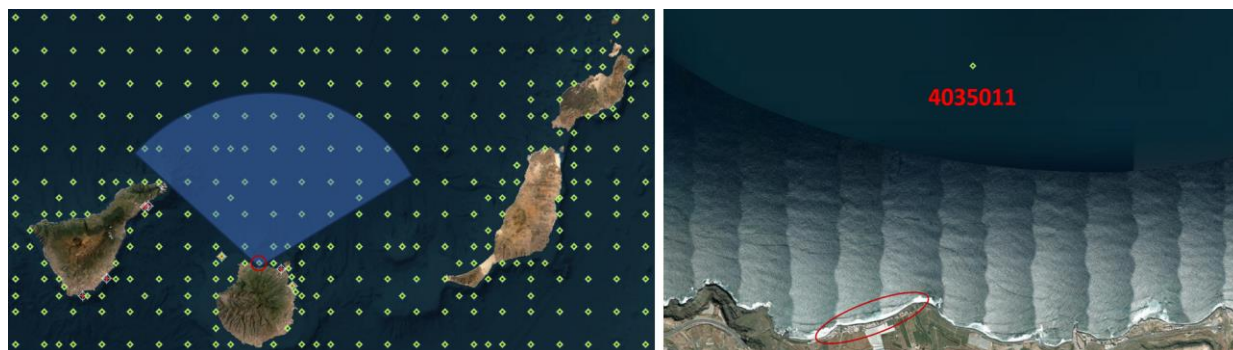


Figura 32. Localización del punto SIMAR 4035011

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Puertos del Estado

2.2.5.3.1 Régimen extremal escalar (REET)

Para obtener el Régimen Extremal Escalar de Temporales (REET) en aguas profundas del sector de direcciones que afecta a la obra se hará una caracterización de los eventos extremos o temporales de nuestra zona de estudio. Estos eventos extremos o temporales se consideran cuando tienen una probabilidad reducida de presentarse en la vida útil de la obra.

Este análisis se ha realizado por el método de los máximos anuales para el cálculo del régimen extremal teniendo en cuenta las distribuciones de Gumbell y de Weibull.

A continuación, se muestra una tabla resumen con los valores obtenidos de las distribuciones elegidas para el estudio del régimen extremal escalar en aguas profundas y la gráfica donde se representa la muestra de datos con la función de distribución que mejor ajuste obtiene.

Tabla 10. Distribuciones de Gumbell y Weibull en el estudio del régimen extremal escalar (REET)

Función	Ec. Regresión Lineal	R	R2
Gumbell	$H_s = 0,61309 y + 4,267011$	0,993	0,985
Weibull C=1	$H_s = 2,26809 y + 1,715318$	0,910	0,828
Weibull C=1.4	$H_s = 2,57935 y + 1,829502$	0,918	0,842
Weibull C=2	$H_s = 1,24284 y + 0,439576$	0,972	0,945

Fuente: Elaboración propia

Tras el análisis de los resultados obtenidos se concluye que la **distribución de Gumbell** es la que mejor se ajusta. La consulta de todos los cálculos se puede realizar en el *Apéndice 1: Cálculos de Clima Marítimo*.

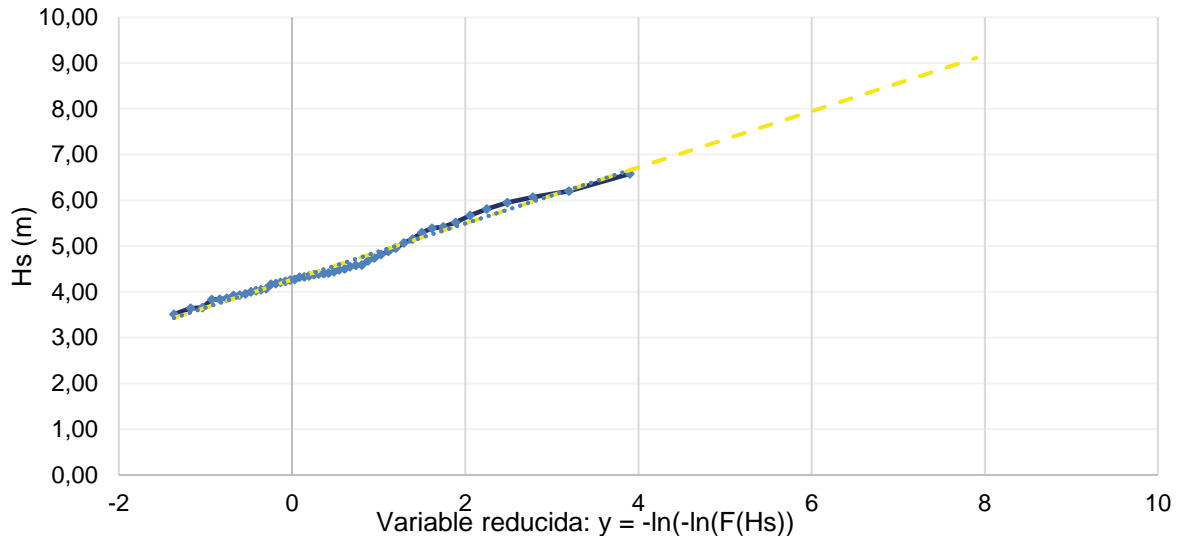


Figura 33. Función de distribución Gumbell

Fuente: Elaboración propia

Riesgo de presentación de la Hs extremal escalar

Para el análisis del riesgo de presentación de la Hs extremal escalar del sector en la vida útil de la obra se llevarán a cabo una serie de cálculos y consideraciones, que llevan desde la elección de la vida útil de la obra que se verá sometida a los temporales de oleaje, así como el periodo de retorno de los mismos.

Elección de la vida útil de la obra

La vida útil de un proyecto es el periodo en que la obra cumple su función principal. Su elección se basa en el análisis recomendado por las ROM 02-90, que establece vidas útiles mínimas para obras definitivas, según la tabla 2.2.1.1 de dicha normativa.

La vida útil de una estructura se determina considerando su tiempo de servicio, la viabilidad económica de reparaciones, posibles cambios en las condiciones de uso y la adaptación a nuevas necesidades. Las infraestructuras se clasifican en generales, no ligadas a instalaciones industriales, e industriales, específicas de ciertas explotaciones. El proyecto actual se clasifica como infraestructura de carácter general, estableciendo una vida útil de 25 años. Además, se evalúa el riesgo de pérdidas humanas y daños medioambientales en caso de fallos, utilizando una tabla de niveles de riesgo y considerando la ROM 02.90 para la evaluación de riesgos de Hs extremal escalar.

Para la construcción de la defensa, la vida útil se ha fijado en L = 25 años. El riesgo se ha establecido entre R = 30% y R = 50 %. Teniendo en cuenta estos datos los Tr que se obtienen son los siguientes:

- L = 25 años y R = 30 % → Tr = 70,6 años.
- L = 25 años y R = 50 % → Tr = 36,6 años.
- Se elige un **Tr = 70 años**.

Selección de la altura de ola de diseño

Para diseñar obras marítimas, como defensas costeras, es fundamental considerar los regímenes extremos del oleaje y el periodo de retorno (Tr), que indica la frecuencia de eventos que superan una altura significativa (Hs). Este análisis ayuda a equilibrar el riesgo y el costo, asegurando que las infraestructuras puedan resistir eventos extremos y protegiendo así vidas y recursos. La selección del periodo de retorno se basa en las Recomendaciones de Obras Marítimas (ROM) y tiene en cuenta las repercusiones económicas, ambientales y sociales de la pérdida de funcionalidad de la obra, utilizando Índices de Repercusión Económica (IRE) y Repercusión Social y Ambiental (ISA) para establecer valores recomendados.

El periodo de retorno mínimo será:

$$T_r = \frac{1}{1 - (1 - 0,2)^{1/15}} = 67,7 \text{ AÑOS}$$

Aplicando un valor próximo superior del lado de la seguridad y de referencia habitual en el diseño de obras marítimas, se establece un **periodo de retorno de Tr = 70 años**.

Probabilidad de no excedencia

Con los Tr obtenidos se calcula la Probabilidad de No Excedencia mediante la fórmula:

$$T_r = \frac{1}{1 - F(H_s)}$$

Con F(Hs), se determina la variable reducida utilizando las funciones de distribución Gumbel y Weibull. A partir de estas y las gráficas del Régimen Extremal Escalar de Temporales (REET), se obtiene la altura de ola de cálculo (Hs) asociada al periodo de retorno (Tr). Tras analizar los datos, se selecciona la Hs y su Tr correspondiente mediante el ajuste de la función de distribución de Gumbel.

Tabla 11. Tr y Hs para la función de distribución de Gumbell

Periodo de Retorno	Hs (m)
50	6,66
70	6,87
100	7,08
500	8,076

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra el ajuste realizado por regresión lineal con la función de distribución de Gumbell y las bandas de confianza del 90% para el punto SIMAR 4035011.

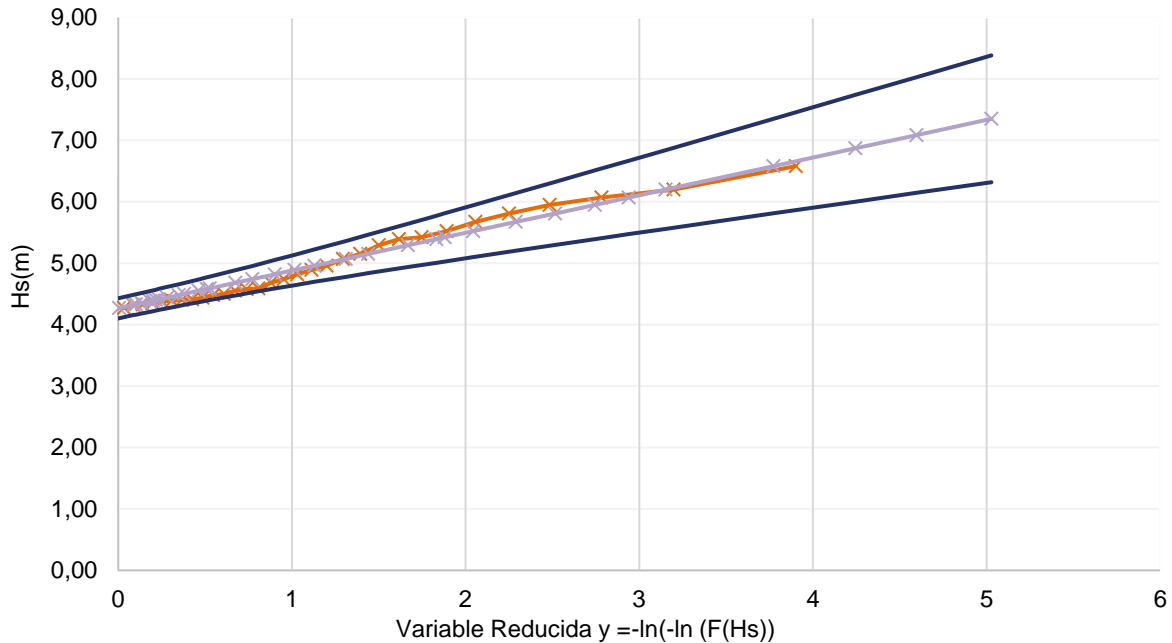


Figura 34. Gráfica H_s y variable reducida "y" por ajuste de F.D.D de Gumbell

Fuente: Elaboración propia

Los intervalos de confianza de las H_s de un F.D.D. del Régimen Extremal se calcularán en este trabajo en base a la ROM 02.90, en la que las bandas de confianza se establecen con el percentil +90%. La F.D.D. que se elige en este caso es la F.D.D. de Gumbell, teniendo en cuenta los resultados de H_s obtenidos en el apartado anterior.

Para la F.D.D. de Gumbell la $H_s = 6.87$ m y el $\Delta H_s 90\% = \pm 1,65\sigma = 0.87$ m, un $\pm 12.7\%$ de banda de confianza.

2.2.5.3.2 Régimen extremal direccional

Para la obtención de las H_s extremales direccionales en aguas profundas, hay que tener en cuenta las direcciones del abanico que afectan a la obra que cumplan la siguiente condición:

- “Que tengan igual riesgo que la H_s escalas del sector, es decir, que tenga el mismo periodo de retorno y la misma probabilidad de presentación en la vida útil de la obra”.

La actuación está afectada por los temporales que presentan las siguientes direcciones de oleaje:

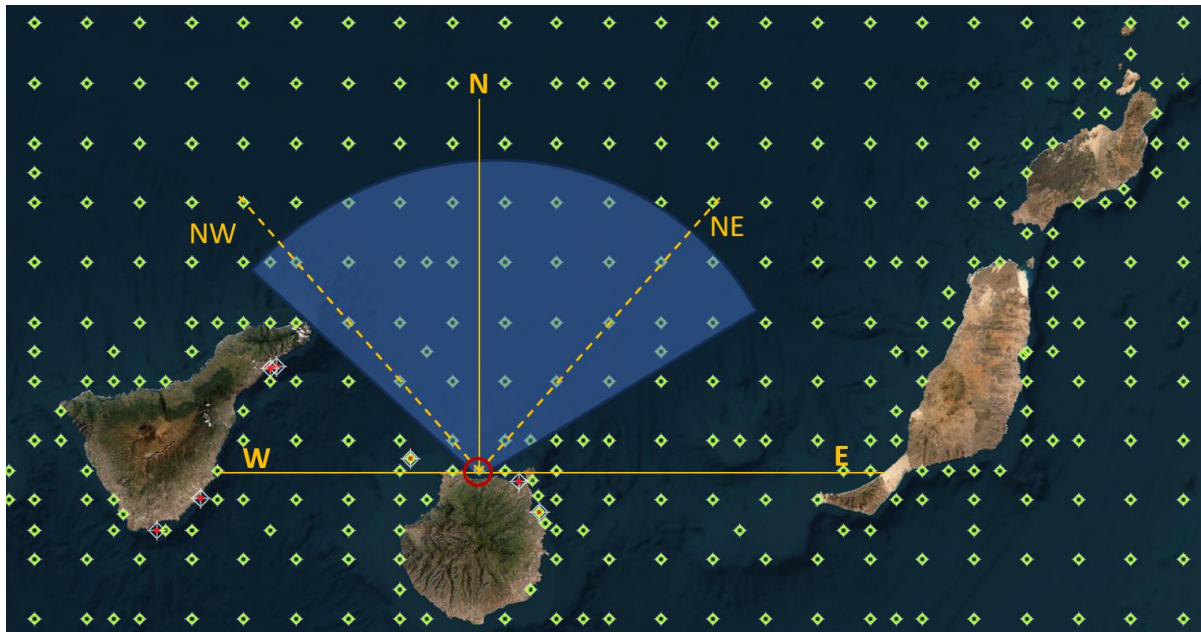


Figura 35. Direcciones de oleaje de temporal que afectan a la obra

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Puertos del Estado

Se utilizó el "Método Relativo 2" (J.A. Afonso, 2010) para calcular las alturas significantes máximas (H_s) en aguas profundas alrededor del archipiélago, analizando 10 puntos WANASIMAR durante 52 años. Se generaron 16 series de H_s máximas mensuales, obteniendo los percentiles 85%, 90% y 95%. Se calcularon los "Coeficientes de Direccionalidad", permitiendo determinar las Alturas Significantes Extremales Direccionales, resultando en una H_s de 6,87 m para un periodo de retorno de 70 años y 7,08 m para 100 años, con bandas de confianza del $\pm 90\%$.

Para la F.D.D. de Gumbell la $H_s = 6,87$ m y el $\Delta H_s 90\% = \pm 1,65\sigma = 0,87$ m, un $\pm 12,7\%$ de banda de confianza.

Tabla 12. Alturas H_s significantes extremales direccionales (H_{sdir}) banda de confianza $\pm 90\%$

Direcciones	Cd	Hsdir	Hsdir $\pm 1,65 \sigma$
ENE	0,527	3,62	4,08
NE	0,64	4,40	4,95
NNE	0,758	5,21	5,87
N	0,802	5,51	6,21
NNW	0,945	6,49	7,31
NW	1	6,87	7,74
WNW	0,823	5,65	6,37

Fuente: Elaboración propia. Nota: Por el método relativo 2 de J.A. Afonso (2010) en aguas profundas

Para la F.D.D. de Gumbell la $H_s = 7.08$ m y el $\Delta H_s 90\% = \pm 1,65\sigma = 0.86$ m, un $\pm 12.15 \%$ de banda de confianza.

Tabla 13. Alturas H significantes extremales direccionales (Hsdir) banda de confianza $\pm 90\%$

Direcciones	Cd	Hsdir	Hsdir $\pm 1,65 \sigma$
ENE	0,527	3,73	4,18
NE	0,64	4,53	5,08
NNE	0,758	5,36	6,02
N	0,802	5,68	6,37
NNW	0,945	6,69	7,50
NW	1	7,08	7,94
WNW	0,823	5,83	6,53

Fuente: Elaboración propia. Nota: Por el método relativo 2 de J.A. Afonso (2010) en aguas profundas

2.2.5.3.3 Relación HS vs Tp en temporales

El objetivo principal es calcular los periodos de pico (Tp) de los temporales en aguas profundas para cada dirección que afecta a la costa o a la obra estudiada. Estos datos son esenciales para la propagación del oleaje hacia la costa y el diseño de obras marítimas. Se utilizará la información del punto SIMAR 4035011, enfocándose en las tablas de Hs máximas mensuales con sus Tp asociados, abarcando el periodo de 1958 a 2023.

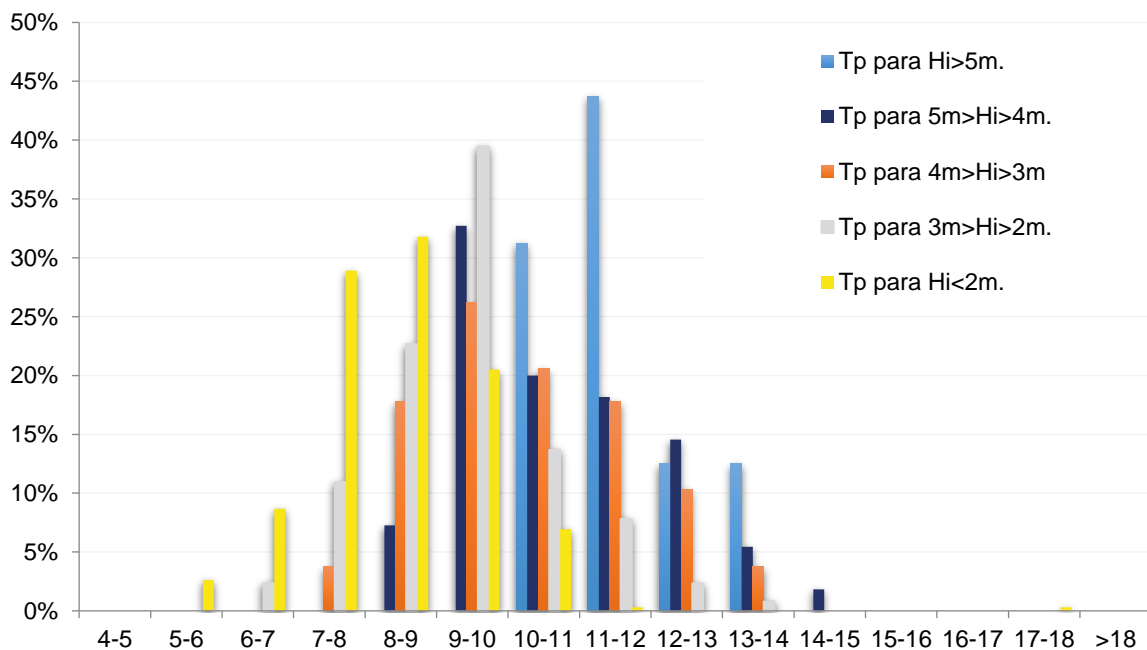


Figura 36. Frecuencia de aparición periodos de pico para el conjunto de datos del registro

Fuente: Elaboración propia

2.2.5.4 Resultados y conclusiones finales del estudio de clima marítimo extremal

Las características de la obra marítima elegida son las siguientes:

- **Vida útil: 25 años**
- **Tr = 70 años**
- **R = 30%**

Los resultados obtenidos se reflejan en la tabla y figura que se presentan a continuación.

Tabla 14. Tp asociados a las Hs direccionales extremales. Tr 70 años

Θ	Hsed (m)	Hsed + BC 90% (m)	Tp (s)
ENE	3,62	4,08	9 - 10 - 11
NE	4,40	4,95	9-10-11-12
NNE	5,21	5,87	10-11-12-13
N	5,51	6,21	10-11-12-13
NNW	6,49	7,31	14 - 16
NW	6,87	7,74	14- 16 - 17
WNW	5,65	6,37	10-11-12-13

Fuente: Elaboración propia

- Θ = Direcciones que afectan a la obra
- Hsed = Hs extremales direccionales Aguas profundas (MR2¹)
- Hsed + BC 90% = Hs extremales direccionales Aguas profundas más Banda de confianza del 90%
- Tp = Tp asociados en “temporal” a cada Hs

También se incluyen los resultados obtenidos para un periodo de retorno de 100 años, el cual se considera en estudios de cambio climático:

Tabla 15. Tp asociados a las Hs direccionales extremales. Tr 100 años

Θ	Hsed (m)	Hsed + BC 90% (m)	Tp (s)
ENE	3,73	4,18	9 - 10 - 11
NE	4,53	5,08	9-10-11-12
NNE	5,36	6,02	10-11-12-13
N	5,68	6,37	10-11-12-13
NNW	6,69	7,50	14 - 16
NW	7,08	7,94	14- 16 - 17
WNW	5,83	6,53	10-11-12-13

Fuente: Elaboración propia

¹ MR2: Método relativo 2 de J.A. Afonso (2010)

El estudio de clima marítimo concluye que las mayores alturas significativas de ola se registran en direcciones Noroeste (NW) y Norte-Noroeste (NNW), con alturas de 6,87 m y 6,49 m, respectivamente. Al incluir la banda de confianza al 90%, estas alturas aumentan a 7,74 m (NW) y 7,31 m (NNW). Los periodos de pico varían entre 9 y 17 segundos, siendo más altos en NW y NNW, lo que indica olas más largas y energéticas. Para un periodo de retorno de 100 años, las alturas aumentan, con NW alcanzando 7,94 m, lo que resalta la necesidad de planificar frente a estos riesgos climáticos extremos.

2.2.5.5 Nivel del mar

Se tomará como nivel de Pleamar de referencia (PMVE), $\eta = +2,97$ m por encima del cero del puerto de Las Palmas de Gran Canaria, donde está localizado el mareógrafo.

En la siguiente tabla se muestra el nivel del mar en condiciones extremas adoptado, resultado de la suma de la componente de marea astronómica y marea meteorológica (no se tienen en cuenta los fenómenos de 'set up' y 'run up' del oleaje), es:

Tabla 16. Referencias del nivel del mar en metros

PMMA	BMM	NMM	Nmax	Nmin
3,11	0,14	1,58	3,19	0,0

Fuente: Elaboración propia

Los niveles que se muestran están referidos al cero de REDMAR. Para referir al cero geodésico nacional (IGN): nivel – 1,550 y para referir al cero hidrográfico: nivel – 0,190.

2.3 Afecciones del Planeamiento

Este apartado desarrollará un análisis de las restricciones normativas, con especial relevancia impuestas por la planificación urbana y las políticas sectoriales dentro del área de intervención. Los aspectos legislativos de la normativa europea, nacional o regional podrían afectar al área de estudio, como espacios ambientalmente sensibles o específicamente protegidos. Se realiza también en este apartado, una revisión de los aspectos relacionados con la normativa urbanística y territorial que puedan afectar al área de intervención, y en especial los relacionados con el Plan General de Ordenación del Municipio de Guía, el Plan Insular de Ordenación de Gran Canaria y las determinaciones que establece la Ley de Costas para sus ámbitos de servidumbre y protección.

2.3.1 Situación actual: Usos del suelo

El modelo físico Sistema de Información de Ocupación del Suelo en España de Alta Resolución (SIOSE AR) es la organización del modelo de datos conceptual, que describe los objetos, atributos, relaciones, reglas de consistencia y estructura de la información geográfica específica de la ocupación del suelo. SIOSE AR se enmarca en el Plan Nacional de Observación del Territorio (PNOT) y supone una fuente de información única sobre los usos del suelo existentes que permite una evaluación preliminar de las condiciones reales de un área específica del territorio.

En cuanto a los usos principales del suelo derivados del SIOSE AR, podemos observar las siguientes categorías identificadas en la figura siguiente. En este sentido, dentro del núcleo de población predominan los usos residenciales, al que le siguen las áreas naturales terrestres, constituidas principalmente por la playa de callaos, el sistema viario, las áreas transitorias, las áreas de producción agrícola – comercial y posteriormente las áreas naturales acuáticas en la desembocadura del barranco de San Felipe y el Barranco de Moya.

De los datos suministrados por SIOSE AR, en el núcleo de población se detecta un elevado porcentaje de uso residencial (29,5%), seguido de Áreas naturales terrestres, concentradas en el frente litoral (20,8%). Los viales suponen la tercera categoría con mayor superficie con 11.225,5 m² (17%), constituyéndose como la principal infraestructura de servicio del área de intervención. Las siguientes categorías de mayor relevancia son las Áreas transitorias (15,3%), correspondientes a espacios sin edificación y las zonas de producción agrícola comercial (12,2%). Las 8 categorías restantes son las que menos superficie ocupan representando el 5,3% restante como se puede ver en la tabla siguiente.

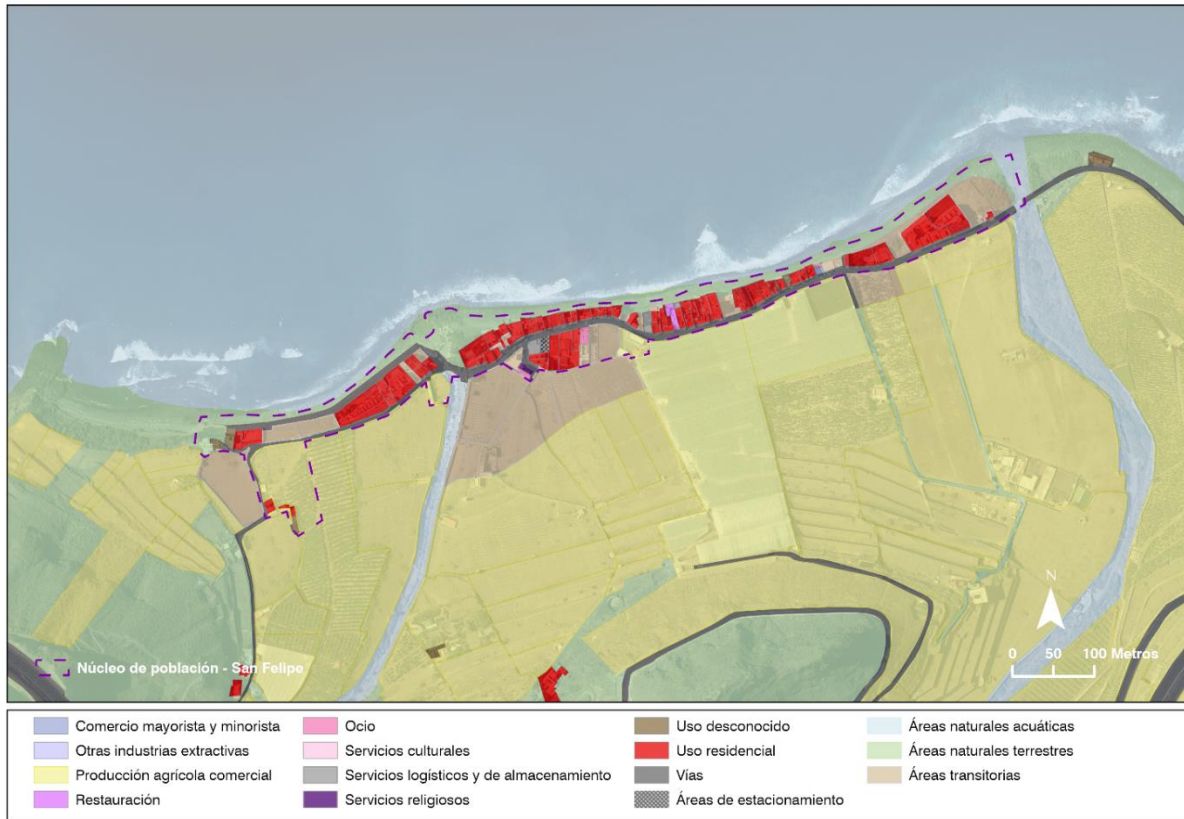


Figura 37. Ocupación del suelo del área de estudio

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del SIOSE AR

Tabla 17. Superficies y porcentajes del SIOSE en el núcleo de población

SAR Usos principales	Superficie (m ²)	%
Uso residencial	19.453,8	29,5
Áreas naturales terrestres	13.743,7	20,8
Vías	11.225,5	17,0
Áreas transitorias	10.060,2	15,3
Producción agrícola comercial	8.042,6	12,2
Áreas naturales acuáticas	1.088,6	1,7
Uso desconocido	696,4	1,1
Servicios logísticos y de almacenamiento	569,4	0,9
Ocio	368,3	0,6
Restauración	276,7	0,4
Áreas de estacionamiento	194,9	0,3
Servicios religiosos	136,9	0,2
Comercio mayorista y minorista, reparación de vehículos y de efectos personales y enseres domésticos	75,2	0,1
Total	65.932,2	100,0

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del SIOSE AR

2.3.2 Planeamiento territorial: Plan Insular de Ordenación

Con fecha 19 de enero de 2023 se publicó la aprobación definitiva de la Revisión del Plan Insular de Ordenación de Gran Canaria (PIO-GC), para su adaptación a la Ley 19/2003 de Directrices de Ordenación General y las Directrices de Ordenación del Turismo de Canarias. Por tanto, el Plan Insular de Ordenación es el instrumento general de ordenación de los recursos naturales y del territorio de la Isla. El documento desarrolla una ordenación pormenorizada de diversos sectores de la isla, desarrollando en el área de intervención el PTP-15 Plan Territorial Parcial, Ordenación del Litoral del Norte: Arucas - Moya - Santa María de Guía, aprobado el 16 de febrero de 2023. El PTP15 tiene por objeto la ordenación integrada del Ámbito de Gestión Territorial nº6 definido en el PIO-GC en virtud de sus características naturales o funcionales.

Este plan territorial tiene como ámbito de actuación a una amplia franja costera del norte de Gran Canaria, concretamente en los municipios de Arucas, Moya y Santa María de Guía, con el objetivo principal de estructurar, regenerar y ordenar esta área estratégica y el establecimiento de equipamientos costeros, servicios recreativos, náuticos y otros usos, así como residencia, y actividades comerciales logísticas.

El PTP-15 define para el ámbito de San Felipe ciertas directrices específicas con una incidencia directa tales como:

- Recuperación del borde litoral, ocupado actualmente por edificaciones.
- El deslinde de los Cauces de barranco.
- El establecimiento de un área de restauración prioritaria (Charco de las Palomas – San Felipe), capaz de regenerar los valores ambientales del área, mediante actuaciones como la regeneración ecológica, la limpieza de basura y escombros, restauración de taludes, etc.
- Equipamientos estructurantes de interés supramunicipal para valores económicos, donde se propone un área de equipamiento de ocio y deportivo relacionado con el espacio libre y o vinculado al mar, en especial la práctica del surf (El Roque – Playa de San Felipe). Estas actuaciones deberán tener una serie de criterios en relación a San Felipe como la coordinación con la nueva zona residencial del núcleo de población o la integración correspondiente del paseo marítimo en San Felipe.
- Eje verde estructurante que llegará hasta San Felipe recualificando la antigua carretera de la Cuesta de Silva y se prolongará por la actual GC-207.

De forma más concreta el PTP-15, establece una serie de actuaciones para mejorar el ámbito de intervención.

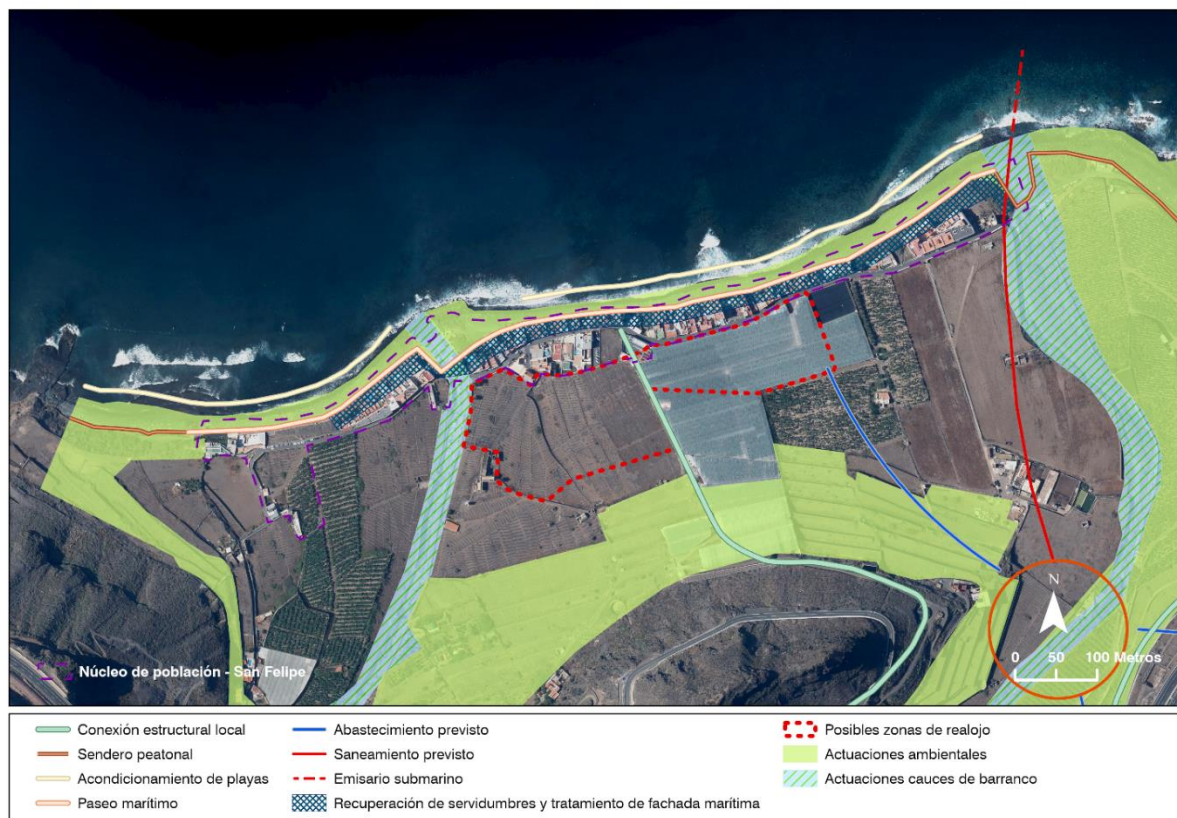


Figura 38. Actuaciones previstas por el PTP-15

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PTP-15.

- Posibles zonas de realojo: Se establecen una zona para el posible realojamiento de las viviendas ubicadas en el DPMT al sur del Camino de San Felipe, actualmente ocupados por bancales en abandono e invernaderos que actualmente están en explotación.
- El Acondicionamiento de la Playa de San Felipe y la costa de San Felipe.
- Ubicación de una nueva estación de bombeo con conexión al EDAR de San Felipe y su canalización al emisario submarino.
- Recuperación de la servidumbre, ocupada por viviendas que no cumplen la legislación vigente de costas.
- Restauración prioritaria de la de la franja litoral.
- Paseo marítimo en conexión con el sendero peatonal previsto por la franja litoral.
- Viario en conexión con la red viaria local, esta conexión se realizaría desde la GC-751 a la altura del lomo del verdugado, donde discurre actualmente esta carretera.

2.3.3 Planeamiento municipal: Plan General de Ordenación

El Plan General de Ordenación del municipio (PGO), constituido por el documento de Aprobación Definitiva de Revisión de Plan General de Ordenación de Santa María de Guía, publicado el 17/05/2017, concreta los usos principales, define y establece las distintas clases, categorías y subcategorías de suelo.

En cuanto a la clase y categoría de suelo que se han establecido para el área de intervención y su entorno inmediato se distinguen los siguientes:

- Suelo urbano consolidado por la urbanización (SUCU-6).
- Suelo Rústico de Protección Paisajística (SRPP-1): para la conservación del valor paisajístico, natural o antropizado, y de las características fisiográficas de los terrenos, así como los usos tradicionales que han conformado el paisaje.
- Suelo Rústico de Protección Natural (SRPN-2). para la preservación de valores y recursos naturales o ecológicos, incluidos los hidrológicos y los forestales cuando sean objeto de conservación, recuperación y, en su caso, aprovechamiento tradicional.
- Suelo Rústico de Protección Territorial (SRPT). Se corresponde con la categoría de suelo rústico común en la subcategoría que corresponda con su destino.
- Suelo Rústico de Protección Costera (SRPL). Para la ordenación del dominio público marítimo-terrestre y de las zonas de servidumbre de tránsito y protección, cuando no sean clasificados como urbano o urbanizable y en ellos se encuentren presentes valores naturales que justifiquen esta categorización.

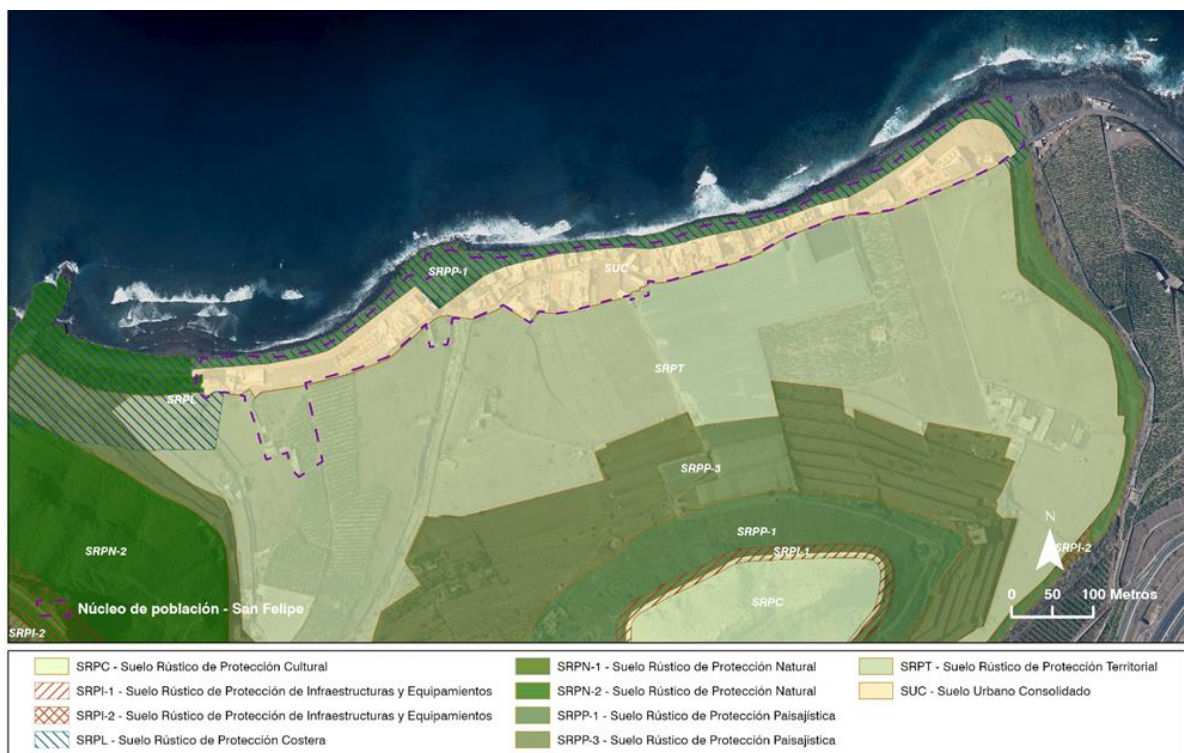


Figura 39. Clases, categorías y subcategorías del suelo

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PGO

Teniendo en cuenta que el área de intervención se ubica mayoritariamente dentro de Suelo Urbano Consolidado (SUCU-6), se indican a continuación las condiciones que deben cumplir las edificaciones.

Artículo 209.- Tipología edificatoria b2

- Tipología: Edificación en manzana cerrada.
- Uso predominante: uso residencial en viviendas unifamiliares. Usos comunitarios, en la categoría que corresponda, para las parcelas calificadas con este uso en los planos de ordenación pormenorizada de usos y tipologías.
- Usos complementarios: usos dotacionales que no impidan o molesten el uso predominante y situadas en planta baja con acceso independiente, uso comercial en la categoría de local comercial, oficinas en las categorías de oficinas privadas y despachos profesionales, almacenes de tipo "A" y "B" y talleres domésticos, y por último el uso de garaje, con una dotación mínima de 1 plaza de aparcamiento por vivienda en suelos urbanos no consolidados y suelos urbanizables.
- Usos alternativos: Vivienda colectiva, usos dotacionales que se puedan implantar por ser viables en esta tipología edificatoria, oficinas privadas y local comercial.
- Parcela: La superficie mínima de la parcela será de 120 m². La longitud mínima del lindero frontal será de 6 m y además deberá ser posible inscribir un círculo de 6 metros.
- Altura de la edificación: La altura máxima será de dos plantas y 7 m (cornisa). El local permitido en planta baja tendrá una altura libre máxima de 3'50 m.
- Edificabilidad: La edificabilidad máxima de las parcelas es de 1'80 m² construidos por cada m² de superficie de parcela. En parcelas en esquina será de 2,00 m² / m² siempre que su fondo menor no exceda de 15m.
- Ocupación: La ocupación de la parcela se establece por un porcentaje o por aplicación, en su caso, de las líneas límite de edificación en la parcela representadas en los planos de ordenación pormenorizada o del fondo edificable máximo. La ocupación en porcentaje será del 90% destinándose la superficie no ocupada a patio de ventilación y luces. Se permitirá aumentar el porcentaje de ocupación al 100% cuando el destino de la Planta Baja sea el de taller doméstico, comercial o almacén, siempre que se garantice la realización de ventilación forzada. En parcelas en esquina será del 100% siempre que su fondo menor no exceda de 15m. El fondo edificable máximo se establece en 20 m., excepto cuando la ordenación pormenorizada lo fije mediante una línea límite de edificación realizada al efecto por razones de carácter urbanístico. En parcelas con fachada anterior y posterior se tolerará el aumento de dicho fondo hasta 40 metros.
- Retranqueos: Con carácter general, se prohíben expresamente los retranqueos y patios de fachada en la tipología b2, excepto para las edificaciones existentes que a la entrada en vigor de este PGO posean en fachada un jardín privado, representados en los planos de ordenación pormenorizada, y que sean necesarios para conformar una fachada continua que responda a la tipología edificatoria implantada. Así mismo para esta tipología se prevé un retranqueo del plano de fachada según los planos de ordenación pormenorizada respecto a la alineación oficial o linderos laterales o frontales, para aquellas parcelas que respondan a lo establecido en el artículo 192 a) 1. b y a) 2 de esta normativa. Respecto a las parcelas que linden con suelo rustico deberán cumplir con los retranqueos establecidos en el artículo 214 de esta normativa. Asimismo, la edificación a construir podrá retranquearse un mínimo de 2 metros en concepto de servidumbre de vistas si la parcela colindante posee una edificación con aperturas de huecos sobre la pared medianera o fachada interior.

- Vuelos: Se permiten vuelos de cuerpos cerrados o abiertos de edificación en longitud no mayor del 50% de la longitud total de la fachada. Se permiten balcones cubiertos o descubiertos cuya longitud total no sea superior al 25% de la longitud de fachada, contabilizándose de existir como cuerpos volados abiertos. Los vuelos abiertos computan el 50% y los cerrados el 100% a efectos de volumen y edificabilidad. La altura mínima del vuelo sobre cualquier punto de la rasante de la vía pública será mayor o igual a 3,50 m. El vuelo máximo de los cuerpos volados será de 1 metro o 0,20 cm menos que la acera. No se permiten los cuerpos volados en calles de ancho inferior a 8 m.
- Patios: Se atenderá a lo establecido en la normativa general, permitiéndose patios colgados en planta baja siempre que la altura libre entre el suelo del patio y el forjado de piso de 1ª planta sea de al menos 60 cm y la altura libre bajo el patio no sea inferior a 2'20, no exigiéndose el patio en aquellas parcelas que cuenten con lindero de fachada que dé a 2 o más calles y cuyo fondo menor no exceda de 15 m.
- Nota: se deberán aplicar las medidas correctoras para parcelas de tipología edificatoria "b" en contacto con el suelo rústico establecidas en el artículo 214 de esta normativa.

Artículo 211.- Tipología edificatoria b3

- Tipología: Edificación en Manzana Cerrada
- Uso predominante: Uso residencial en viviendas unifamiliares y colectivas. En las parcelas de esta tipología que estén calificadas en los planos de ordenación como de uso dotacional "CDI" el uso predominante será el inherente a este uso según se regula en esta normativa.
- Usos complementarios: los despachos profesionales, uso comercial en la categoría de local comercial, el taller doméstico, de automoción Tipo II y de reparación Tipo I, almacenes tipo "A" y "B" (útiles para el desarrollo comercial) y el uso de garaje, con una dotación mínima de 1 plaza de aparcamiento por vivienda en suelos urbanos no consolidados y suelos urbanizables categorizados por este Plan.
- Usos alternativos: uso de residencia comunitaria, comercial en las categorías de local comercial y centro comercial, dotacional, taller doméstico y los almacenes de clase "A" y "B". Para las parcelas calificadas como CDI no se plantean usos alternativos.
- Altura de la edificación: La altura máxima sobre la rasante de calle será de 3 plantas, baja más 2 plantas, siendo la altura libre de la planta baja de 3'50 m, cuando el uso en planta baja es de comercial, oficinas, almacén talleres o industrias, o cuando se pretende volar el forjado de la planta baja. En el caso de que el uso sea residencial en planta baja la altura libre podrá rebajarse hasta el límite establecido para el cumplimiento de las condiciones de habitabilidad. En cualquier caso, no excederá de 10m. la altura de cornisa sobre la rasante. La altura de coronación sobre la rasante no será mayor de 11'50 m. En cubiertas a dos aguas, la altura sobre rasante medida hasta el plano inferior del alero no excederá de 10 m y la de la proyección de la cumbrera sobre el plano de fachada hasta la rasante de la calle no excederá de 11,50 m.
- Parcela: La superficie mínima de la parcela será de 120 m². La longitud de fachada mínima será de 6 m, y el fondo máximo de la parcela será de 25 m, o la mitad del de la manzana en ese punto, pudiéndose adaptar éste a las condiciones de la parcelación resultante debido a colindancia con edificación existente.
- Edificabilidad: La edificabilidad máxima de las parcelas es de 2'70 m² construidos por cada m² de superficie de parcela. En parcelas en esquina será de 3 m²/m² cuando su fondo menor no exceda de 15m.
- Ocupación: La ocupación de la parcela será del 90%, destinándose la superficie no ocupada a patios de ventilación y luces. Salvo que el destino de la planta baja sea comercial o almacén, en cuyo caso se podrá aumentar la ocupación al 100% si se garantiza la realización de

ventilación forzada. En parcelas en esquina la ocupación será del 100% cuando su fondo menor no exceda de 15m.

- Retranqueos: Se prohíben expresamente los retranqueos al lindero frontal y patios de fachadas, salvo que por condiciones inherentes a la topografía donde la pendiente sea excesiva se recomiende un retranqueo del plano de fachada de la edificación y siempre que este esté previsto en los planos de ordenación mediante el establecimiento de la línea límite de edificación. Por otro lado, para esta tipología se prevé un retranqueo del plano de fachada según los planos de ordenación pormenorizada respecto a la alineación oficial o linderos laterales o frontales, para aquellas parcelas que respondan a lo establecido en el artículo 192 a) 1. a y a) 2 de esta normativa. Respecto a las parcelas que lindan con suelo rústico deberán cumplir con los retranqueos establecidos en el artículo 214 de esta normativa.
- Vuelos: Se permiten vuelos de cuerpos cerrados o abiertos de edificación en longitud no mayor del 50% de la longitud total de la fachada. Se permiten balcones cubiertos o descubiertos cuya longitud total no sea superior al 25% de la longitud de fachada, contabilizándose de existir como cuerpos volados abiertos. Los vuelos abiertos computarán el 50% y los cerrados el 100% a efectos de edificabilidad. La altura mínima del vuelo sobre cualquier punto de la rasante de la vía pública será mayor o igual a 3,50 m. El vuelo máximo de los cuerpos volados será de 1 metro. No se permiten los cuerpos volados en calles de ancho inferior a 8 metros.
- Otros: Se tolerarán patios de medianeras. Se tolerará más fondo de parcela en las fachadas a dos calles o a calle y espacio libre.
- Patios: Se estará a lo dispuesto para la ordenanza b2.
- Nota: Teniendo en cuenta la existencia de manzanas dentro de la ordenanza b3 de menos de 12 metros de fondo medidos perpendicularmente de vial a vial, se permitirá en estos casos consumir 3m²/m² de edificabilidad y 100% de ocupación en plantas previo pago al ayuntamiento de la edificabilidad excedente de la máxima permitida por esta normativa.

El PGO identifica tres inmuebles en el entorno del área de intervención que están fuera de ordenación y que se ubican actualmente en Suelo Rústico de Protección Territorial.



Figura 40. Directrices generales de planeamiento urbano

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PGO.

A partir de la delimitación gráfica de la calificación del suelo urbano dentro del área de intervención podemos definir las superficies de los diversos usos y categorías.

Tabla 18. Zonificación del PGO en Suelo Urbano y superficies cartografiadas

Ámbitos de ordenación	Sup. (m ²)
Ámbitos Remitidos a Plan Especial de Fachada Litoral de San Felipe	14116,7
Edificaciones sujetas a la Disposición Transitoria cuarta 1 y 2. c) de la Ley de Costas	1719,3
Tipología edificatoria	Sup. (m ²)
b1	280,0
b1 sujeto a costas	72,8
b2	9635,1
b2 sujeto a costas	940,7
b3	3063,1
Usos / Espacios Libres / Infraestructuras	Sup. (m ²)
Espacios Libres	2174,6
Espacios Libres privados	1107,1
Rodonal	3329,9
Peatonal	79,1
Equipamiento Religioso	94,7
Equipamiento Social	342,4
Dotación Sociosanitaria-Asistencial	61,5

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PGO.

Finalmente, el Plan General establece para el área la obligación de desarrollar un Plan Especial para la ordenación de la frente litoral de San Felipe. En este sentido, el Anexo III de la Revisión del Plan General de Ordenación de Santa María de Guía, señala las siguientes determinaciones específicas para el desarrollo de este Plan Especial:

PLAN ESPECIAL DE FACHADA DEL LITORAL DE SAN FELIPE

a) Condiciones para su formulación, ordenación y desarrollo

Derivado del mandato del Plan Insular de Ordenación de Gran Canaria (PIO-GC) de que el ámbito de San Felipe cuente con un paseo marítimo continuo que lo conecte con los núcleos urbanos de Roque de San Felipe, La Barranquera, Casas Quemadas, San Andrés, Quintanilla y el Puertillo, y que recupere las servidumbres del dominio público invadido por las edificaciones, este PGO remite la ordenación del ámbito a un Plan Especial, que deberá cumplir las siguientes determinaciones:

- Ordenar el trazado y el diseño pormenorizado del paseo marítimo situado en la servidumbre de tránsito, que incluirá un carril ciclista, en adecuación al artículo 99 del PIO-GC, que discurra paralelo a la costa y finalice en el paseo marítimo ya previsto por el PGO.
- Ordenar los espacios libres públicos que acompañan al paseo marítimo situados en

parcelas que están afectadas por el paseo marítimo o servidumbres de protección, y que el fondo de las parcelas resultantes sean inedificables.

- Conseguir una mejora y recualificación ambiental de las edificaciones no afectadas por el trazado del paseo marítimo, mediante el acondicionamiento de la fachada hacia el mar, estableciendo en las parcelas resultantes privadas el régimen jurídico urbanístico de aplicación que será el establecido por la Disposición Transitoria 4ª 2. c) de la Ley de Costas.
- Prever reservas de suelo para aparcamientos de vehículos en cuantía suficiente para garantizar el estacionamiento fuera de la zona de servidumbre de tránsito, en adecuación al artículo 30.1 a) de la Ley de Costas.
- Establecer las servidumbres de acceso al mar conforme a lo dispuesto en los artículos 28 y 53 de la Ley de Costas.

Una vez se haga el análisis técnico y económico de la real afección de las edificaciones preexistentes que han sido afectadas sin posibilidad de mantenerse, se realizará una contabilización de las mismas y un estudio social pormenorizado, a los efectos de determinar la reubicación de las familias afectadas, de tal manera que no se produzca un desarraigo indeseado.

b) Adaptación al PIO-GC y al PTP de desarrollo de la Costa Norte

El desarrollo temporal de este Plan Especial estará supeditado a la aprobación y concreción por el planeamiento territorial, desarrollo del PIOGC de las condiciones de ordenación específicas, sin perjuicio de las establecidas en el apartado a) y de los instrumentos de gestión económico-administrativos que ofrezcan estos planes territoriales para permitir materializar las actuaciones necesarias. Primarán obviamente las que dicte el PTP en caso de contradicción entre unas y otras.

2.3.4 Legislación de Costas

El área de intervención tiene definido claramente el límite del Dominio Público Marítimo Terrestre establecido por la Ley de Costas. En el proceso de tramitación de los límites normativos de esta ley, la Demarcación de Costas aprobó delimitar la zona de servidumbre de protección de 20 metros, ajustándose a la excepcionalidad de frente litoral construido con anterioridad a la Ley de Costas y clasificado como suelo urbano consolidado. No obstante, como hemos indicado, el PGO remite el área a un Plan Especial de Fachada del Litoral, teniendo en cuenta que en la Disposición Transitoria Cuarta de la Normativa de Ordenación Pormenorizada del PGO se indica que:

Mientras no se apruebe definitivamente el Plan Especial de fachada del litoral de San Felipe y entre en vigor, las edificaciones residenciales preexistentes con anterioridad a la Ley de Costas situadas en servidumbres de tránsito y protección estarán sujetas a lo dispuesto en la Disposición Transitoria Cuarta 1, 2b y c de la Ley 22/1998, de 28 de julio, de Costas y

Disposiciones Transitorias que las desarrollan del Reglamento General de Costas, aprobado según Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre.

Se establece además la siguiente Disposición Transitoria para las edificaciones residenciales del suelo urbano incluido en el área del Plan Especial de fachada del litoral de San Felipe:

A los efectos de su legalización la tipología de aplicación será la b3 para las edificaciones situadas desde el número 1 al 3 de la GC-751 Lugar Diseminado San Felipe y la b2 para el resto de edificaciones incluidas en el citado Plan Especial.

En todo caso, dicho Plan Especial de Fachada del Litoral deberá contener la justificación expresa de todos y cada uno de los requisitos establecidos en la Disposición Transitoria Tercera 3.3.2ª de la Ley de Costas, debiendo justificarse la delimitación del tramo de fachada marítima cuyo tratamiento homogéneo se propone obtener, así como la documentación gráfica tanto en planta como en alzado del estado actual y del propuesto con las actuaciones edificatorias para las que se solicita autorización, debidamente acotado. La superficie del litoral dentro del área delimitada como de dominio público marítimo terrestre, dentro del área de intervención ocupa 49.740,5 m² (1,7%). Dentro del área delimitada del DPMT, se observa que puntualmente algunas zonas de parcelas y edificaciones están dentro de esta propia delimitación. Además, se identifica un elemento protegido por el catálogo de protección del municipio por su elevado valor patrimonial el bunker – nicho de ametralladora.

En cuanto a la superficie de servidumbre de protección, dentro del área de intervención ocupa 34.259,5 m² (1,2%) integrando la mayor parte de los distintos inmuebles del área de estudio. De hecho, 85 parcelas se intersecan o están en el interior de la servidumbre de protección, al igual que distintos tramos del viario rodado y rodonado.

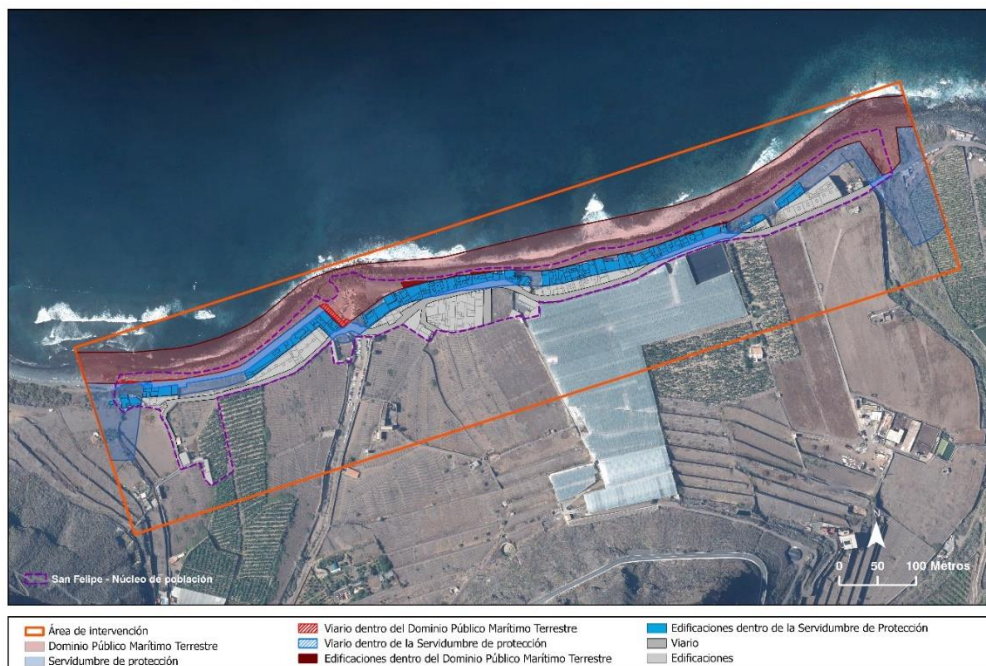


Figura 41. Afecciones del DPMT y la servidumbre de protección

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PGO

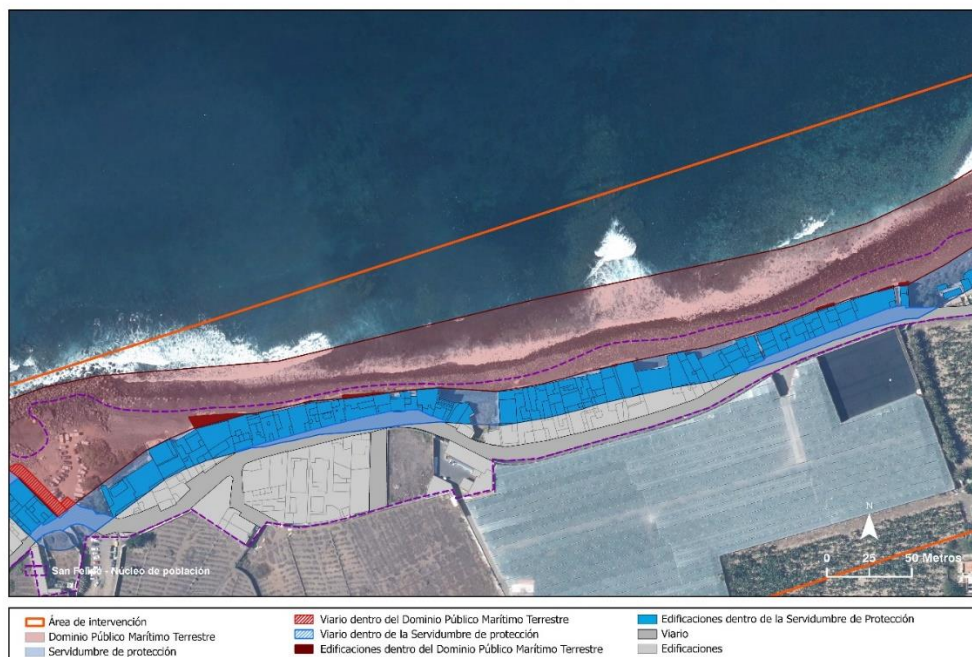


Figura 42. Afeciones del DPMT y la servidumbre de protección (detalle)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PGO

2.3.1 Otras figuras de protección medioambiental que afectan a la zona

En el área de intervención no se ha identificado ninguna figura de protección medioambiental, no obstante, en el entorno sí se observa la presencia de un Espacio Natural Protegido incluido en la Red Canaria de Espacios Naturales protegidos, el Parque Rural de Doramas (C-12), con más de 18 ha (0,5%) dentro del entorno de intervención. Se trata de un espacio natural protegido que comprende 3.586 ha en los municipios de Moya, Valleseco, Firgas, Santa María de Guía, Arucas y Teror e incluye la Reserva Natural Integral del Barranco Oscuro (C-2) y las Reservas Naturales Especiales de Azuaje (C-4) y los Tilos de Moya (C-5).



Figura 43. Figuras de protección medioambiental en el entorno del área de intervención

Fuente: Elaboración propia a partir de la Red Canaria de Espacios Naturales Protegidos

2.4 Patrimonio y Paisaje

El norte de Gran Canaria cuenta con un rico patrimonio histórico y cultural. En el caso concreto de San Felipe, al albergarse en lo que históricamente se denomina la costa de Farailaga, Lairaga, Ayraga, presenta algunos elementos de interés que se remontan al periodo prehispánico. Además, el temprano poblamiento del área, iniciado con la fundación de la Ermita de San Felipe Neri en 1672-1677, ha propiciado la existencia de elementos de gran valor histórico y cultural. Estos elementos están vinculados a las actividades económicas predominantes en la zona y, en menor medida, a otros procesos históricos de interés. También reflejan, en algunos casos, la influencia de conflictos bélicos internacionales del siglo XX, aportando una rica dimensión histórica a la localidad.

Este apartado incluye los principales elementos patrimoniales de su legado histórico y cultural, los recursos patrimoniales del espacio agrícola y de los recursos naturales, en especial los relacionados con los espacios azules, para finalmente, abordar el paisaje y sus elementos característicos.

2.4.1 Patrimonio histórico y cultural

2.4.1.1 Principales elementos patrimoniales

Dentro del ámbito urbano del núcleo de San Felipe destacan algunos elementos de elevado valor histórico. En primer lugar, la ermita de San Felipe, la cual tiene un vínculo estrecho con el núcleo de población. En 1672, según los documentos históricos, el capitán Felipe de Sosa Navarro y sus hermanas mandaron construir una pequeña iglesia creando patronato (1677) y vínculo sobre las tierras de su propiedad. Sin embargo, la ermita cayó en desuso, deteriorándose hasta su desaparición por ruina íntegra. En 1925 se reconstruye y, posteriormente, se realizan reformas en 1990. A pesar de la desaparición de la ermita inicial y las modificaciones estructurales, la ermita aún conserva uno de los elementos originales de 1672, la pieza escultural de San Felipe de Neri (Socorro, 1994). Además, coincidiendo con la reconstrucción de 1926, se conservan las campanas fundidas en 1925 junto a otra campana añadida en 1940.

Igualmente, en pleno siglo XX quedan visibles algunos búnkeres defensivos construidos en la Dictadura Franquista, a pesar de la supuesta neutralidad de España en la II Guerra Mundial. En este sentido, debido a las condiciones geográficas y su acercamiento a la Alianza del Eje, hiciera que, en Canarias, algunos puertos de las islas sirvieran como puntos de suministro de buques y submarinos italianos y alemanes durante la II Guerra Mundial. Ante esto, las potencias aliadas acordaron planes de intervención, como la 'Operación Warden' que, a pesar de no llevarse a cabo implicaba el sabotaje y hundimiento de varios buques alemanes e italianos en el Puerto de la Luz. Ante esta situación de inestabilidad regional, se plantea la

necesidad de la defensa del Noroeste de Gran Canaria frente a los británicos y dado que el litoral norte de la isla carecía de elementos militares de defensa, así como que la playa de San Felipe era una de las playas donde podría producirse el desembarco de tropas, se procede a la construcción de dos nidos de ametralladoras en la playa de San Felipe, que permanecen en pie en la actualidad.

2.4.1.2 Bienes Inmuebles de Interés Etnográfico

La Fundación para la Etnografía y el Desarrollo de la Artesanía Canaria (FEDAC) es un organismo autónomo dependiente del Cabildo de Gran Canaria que, entre sus cometidos, ha desarrollado la Carta Etnográfica de la isla. En la Carta se identifican una serie de elementos constructivos asociados a las actividades productivas, extractivas y comerciales de la cultura tradicional. En el área de intervención y su entorno más próximo encontramos diversos bienes de estas características, que son legado del pasado, y que en la actualidad son elementos de gran valor histórico y cultural. Están asociados en la mayoría de los casos a la actividad agrícola de la zona, como diversas estructuras hidráulicas y de carácter agrícola como alpendres, bancales, etc. Dentro del núcleo urbano se registra en la Carta un único elemento etnográfico, el Pilar de San Felipe (Código 09620), de factura reciente y relacionado con la actividad hídrica.



Figura 44. Bienes Inmuebles de Interés Etnográfico en el área y entorno

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la FEDAC

Tabla 19. Inventario de los Bienes Inmuebles de Interés Etnográfico en el área y entorno

Denominación	Actividad	Antigüedad	Código
Cadenas	Agricultura	S. XX	07656
Conjunto de bancales	Agricultura	S.f	08208
Estanques (2)	Hidráulica	S. XX	08221
Vivienda, estanque, alpendre y bancales	Agricultura	S.f	08209
Muros	Agricultura	S. XIX	08210
Alpendre	Agricultura	S. XIX	08211
Aljibe	Hidráulica	S. XIX	08212
Estanque	Hidráulica	S. XIX	08214
Estanque	Hidráulica	S. XIX	08215
Estanque	Hidráulica	S. XIX	08220
Lavadero	Hidráulica	S. XIX	08223
Pozo, lavadero, aljibe	Hidráulica	S. XX	08224
Horno de Teja	Industrias extractivas - recolectoras	S. XVIII	08226
Paisaje etnográfico	Agricultura	S. XIX	08228
Pilar de San Felipe	Hidráulica	S. XX	09620
Monumento funerario de Los Alvarado	Otros bienes singulares	S. XIX	09621
Minas de San Andrés 1 y 2	Hidráulica	S. XX	09783

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la FEDAC

2.4.1.3 El Catálogo municipal de protección

La localidad de San Felipe incorpora, además, diversos elementos que están registrados en el catálogo de protección del patrimonio arquitectónico y etnográfico, según lo establecido en el Plan General de Ordenación (PGO).

Tabla 20. Inventario Catálogo municipal de protección del patrimonio arquitectónico y etnográfico

Denominación	Código	Denominación	Código
Puente	101	Vivienda	174
Nichos de ametralladora (2)	163	Alpendre	175
Vivienda (Antigua Escuela)	164	Paisaje bancales del morro del Verdugado	176
Vivienda	165	Vivienda	177
Vivienda	166	Horno de cal	178
Aljibe	167	Estanque	179
Lavadero	168	Estanque	180
Camino real	169	Cantонера y acequia	181
Estanque	170	Puente barranco de Moya	183
Horno de cal	171	Estanque	423
Vivienda	172	Estanques (2)	424
Muros de contención	173		

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PGO municipal



Figura 45. Elementos protegidos por el Catálogo municipal de protección

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Plan General de Ordenación municipal

En total, para esta localidad se han identificado 23 elementos, los cuales se detallan en la tabla siguiente. Estos incluyen construcciones históricas, paisajes culturales y otros componentes de alto valor cultural que requieren medidas específicas de protección y conservación.

Las características, el estado de conservación y la descripción detallada de los elementos catalogados se pueden consultar en el Anexo específico.

2.4.1.4 Yacimientos arqueológicos

Por otra parte, la Carta Arqueológica Insular elaborada por el Cabildo de Gran Canaria establece los yacimientos arqueológicos cercanos al área inventariados. La siguiente tabla muestra los ocho elementos inventariados en el entorno del área de intervención:

Tabla 21. Inventario de Yacimientos arqueológicos identificados por la Carta Arqueológica Insular

Denominación	Descripción	Código
Cueva canaria	Conjunto de cuevas artificiales a 200 m al este del Cenobio de Valerón, encima de la antigua carretera general del norte.	23002
Barranco Hondo	Cueva natural con estancia principal y secundaria en el margen izquierdo del Bco. Hondo	23003
Vergara II	Ubicado en la cima de la montaña de Vergara, se identifican 2 silos verticales realizados en la toba que se encuentran colmatados de sedimentos	23006
El Ojito – La Lapa	Conjunto compuesto por varios solapones y una zona donde se aprecia material cerámico aborígen algunos de los cuales mantienen restos humanos	23010
La Alargada I	Conjunto relacionado con la Alargada II, se trataría de un pequeño poblado de casas, que estaría cubierto por sorribas de la finca	13004
La Alargada II	Conjunto relacionado con la Alargada I, se trataría de un pequeño poblado de casas, que estaría cubierto por sorribas de la finca y cultivos de plátanos	13005
Fairalaga baja I	Casi en el límite vertical del cauce del Bco. De Moya, se identifican dos solapones funerarios uno de ellos con restos óseos humanos documentados.	23015
Marcujada	Conjunto arqueológico formado por un solapón de gran tamaño, cuya posible funcionalidad de cueva sepulcral	13006

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Carta Arqueológica Insular

El mapa siguiente posiciona de manera aproximada, por cuestiones de seguridad de los yacimientos, la ubicación de los conjuntos arqueológicos próximos al área de intervención.



Figura 46. Zonificación de los yacimientos arqueológicos en el entorno

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la carta arqueológica insular

El yacimiento más próximo al núcleo urbano (La Alargada I) se sitúa en el término municipal de Moya, junto a la desembocadura del Barranco de Moya, y que atestigua el uso del ámbito por los pobladores aborígenes antes de la creación del núcleo de San Felipe.

2.4.2 Patrimonio agrícola

San Felipe ha estado vinculado históricamente a la producción agrícola, siendo históricamente su principal actividad económica del área. Sus características topográficas han condicionado un paisaje agrícola singular en la zona debido al uso de sistemas de bancales o cadenas, una serie de intervenciones humanas en zonas de laderas que, mediante la construcción de muros, configuran zonas óptimas para la actividad agrícola. La generación de estas terrazas llanas en vertientes muy abruptas desde las cotas más bajas a costas con una pendiente muy acentuada ha permitido el desarrollo agrícola y la explotación del territorio transformando el paisaje. Los bancales tienen, por tanto, además de un valor para la producción agrícola, un elevado valor patrimonial y cultural, ya que es el legado de la tradición y las técnicas constructivas del pasado.

En el entorno del área de intervención, se puede apreciar la existencia de gran número de estas construcciones, muchas de ellas en producción y otras abandonadas. Varios bancales, así como el paisaje resultante, están inventariados por el catálogo municipal de protección arquitectónica y etnográfica y por el catálogo de bienes inmuebles de interés etnográfico de la FEDAC.



Figura 47. Zonificación de bancales en el entorno del área de intervención

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de GRAFCAN

Por otra parte, la actividad agrícola de este tipo de áreas ha estado asociada a los cultivos históricos de Canarias que, en su momento, fueron el principal motor económico de las islas.

De forma concreta, en el municipio de Santa María de Guía, sus condiciones climáticas, recursos hídricos y relieve concretos, han favorecido distintos cultivos como la caña de azúcar, la vid, etc. No obstante, desde el S. XIX y al igual que en gran parte del archipiélago, cobra un papel fundamental el cultivo de plátano. Este cultivo ha tenido una gran expansión en la zona que perdura en la actualidad, con un importante número de hectáreas dedicadas al sector, pese a que ha ido perdido relevancia a lo largo de los años, como evidencia el elevado número de bancales abandonados. Aun así, el valor agrícola y el paisaje inherente del mismo es característico en esta zona de la isla lo que aumenta el valor histórico y cultural en el entorno del área de intervención.



Figura 48. Cultivos principales del área

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de GRAFCAN

2.4.3 Patrimonio azul (Hidrodinámica litoral)

El patrimonio azul desempeña un papel relevante en la zona debido a su influencia en la economía local actual, la identidad cultural en el área de intervención, la caracterización paisajística del litoral norte de la isla y las prácticas deportivas. La costa de San Felipe está caracterizada por un gran dinamismo y vulnerabilidad morfodinámica debido a las características geomorfológicas y la exposición al oleaje. Se trata de un espacio morfodinámicamente muy activo debido a la gran cantidad de energía descargada por el oleaje incidente, generando tanto fuertes corrientes de oleaje como rompientes en todo el frente litoral del área de estudio.

En primer lugar, es importante destacar que esta región costera, que se extiende desde San Felipe hasta El Puertillo, posee un elevado atractivo turístico vinculado al mar. A lo largo de esta franja, se encuentran distintos charcones y piscinas naturales, así como playas de callados y de arena, que atraen a un gran número de visitantes durante todo el año, especialmente en verano.

Por otra parte, el atractivo relacionado con el deporte acuático está influenciado por las características morfológicas de la costa y las corrientes que se producen en esta zona de la isla favoreciendo la formación de diferentes tipos de olas. Estas características favorecen la creación de condiciones interesantes para la práctica de deportes como del surf y bodyboard. Como resultado, la franja costera se ha convertido en un punto destacado y frecuentado para la práctica deportiva, especialmente en la Playa de Vagabundos.

El valor singular de estas rompientes ha influido en el inventariado de algunas de estas olas por organismos oficiales como el Catálogo de olas de interés de la Federación de Surf y Vela remitido al Cabildo de Gran Canaria; la delimitación de la zona como una zona de surf por el POEME; o el Inventario nacional de instalaciones deportivas naturales. El Catálogo de olas de interés para la práctica del surf, bodyboard, windsurf y kitesurf apunta a una propuesta de protección de sus olas tanto en el área de intervención como en la franja litoral mencionada, si bien, al no existir actualmente ningún documento normativo asociado, no han sido incluidas entre las afecciones derivadas de la legislación y el planeamiento.

En el caso de las rompientes, se observa que en su mayoría tienen un perfil de rotura *plunging* (ahuecado), con un amplio margen de tamaños de olas rompientes desde 1 a 8 m. Esto implica, dado el perfil de las playas, que las olas por debajo de 2 metros rompen muy cerca de la orilla, y, por tanto, muy cerca de la zona de implantación del proyecto (franja de batimetría de 1 m). En este sentido se observa que este espacio de rompientes tiene un valor singular para la práctica del surf, especialmente de bodysurf por el tipo de olas que forman tubos. Si bien existen varias rompientes de nivel de interés regional, hay dos de interés nacional que son:

- Derecha de El Circo, ola larga y tubera que rompe a media y alta marea, con vientos favorables de componente S y O flojos. (la más cercana al área de intervención del proyecto, y que coincide su funcionamiento en media y alta marea).
- Izquierda de El Circo, ola larga y tubera que rompe a media y baja marea, por tanto, algo más alejada de la orilla, y con vientos favorables de componente S y O flojos.

Además, por indicación de los deportistas que practican en la zona se identifican otras olas de interés regional en el espacio exterior a las áreas cartografiadas, no recogidas en el mencionado catálogo.

- Derecha del Colegio: ola *spilling*/derramada que rompe a media marea, con tamaño de oleaje de 1 a 1,5 m, con dirección de oleaje de NO a NE. Implica que rompe muy cerca de la orilla frente a la cancha deportiva.

- Derecha de los Pisos: ola *plunging*, seca y contundente, muy orillera, con tamaño de 1 a 4 m, con direcciones de oleaje de O a NE, su tramo final se acercaría a la zona de intervención del proyecto.
- Las Charinas: ola *spilling-plunging*, larga y maniobrable, rompe en marea media y baja, con lo que más alejada de la línea de costa y la zona de afección.

Estas olas deben tenerse en consideración reconociendo su valor natural, cultural, deportivo, social y económico en el área de intervención. Desde el punto de vista deportivo, observamos la presencia de dos zonas de surf en el Censo Nacional de Instalaciones Deportivas (zona de surf Vagabundos y zona de surf El Circo) correspondiente a estas olas de interés del catálogo de rompientes.



Figura 49. Propuesta de protección de olas de interés en el área

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Visor Cartográfico de la Herramienta de Pilotaje del Litoral Canario HPL

En cuanto a bienes asociados al patrimonio azul y costero, otros elementos que se integran en diversas categorías han sido identificados previamente en el Catálogo del planeamiento municipal al que remitimos para más información.

Además de estos elementos, el litoral de San Felipe ha sido delimitado como una zona de protección del patrimonio cultural sumergido, con el nombre de playa de San Felipe – Puerto de Silva, esta protección se debe a que los registros históricos apuntan a que según indica Olmo Canales S. (2011): “en la playa pudieron embarcar Diego de Silva y 200 soldados que habían sido cercados hacia 1466 por el Guanarteme de Gáldar en esta misma ciudad. Según la tradición, en las cercanías de este lugar, en los Bañaderos de la costa de Lairaga, fue donde cuatro hombres raptaron a la princesa Tenesoya, sobrina del Guanarteme de Gáldar, cuando tomaba un baño en estas aguas. Por lo que respecta al propio uso del puerto, éste se restringe, al parecer, a los siglos XVI y XVII, cuando aparece en los mapas de Torriani de 1592 y de Castillo y León de 1686. No obstante, será Sosa (1994) el que especifique que sólo

era utilizado cuando el tiempo era bueno, pues estaba totalmente abierto a los vientos del NW, N y NE [...]. Los registros obtenidos en el Estudio Ecocartográfico de la Zona Norte del litoral de Gran Canaria apuntan hacia la presencia de cadenas en sus fondos, aunque todavía desconocemos su posible adscripción cronológica. Al parecer, aunque de forma vaga, también hay referencias orales que apuntan a la presencia de restos cerámicos y anclas en estas aguas”.



Figura 50. Zonificación de protección de patrimonio cultural sumergido

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Gobierno de Canarias

La presencia de estos elementos supone un valor añadido al patrimonio azul de la zona, si bien, en principio, no suponen una afección estricta que pueda alterar las condiciones del área de intervención.

2.4.4 Valor paisajístico

San Felipe fundamenta su valor paisajístico en la combinación de elementos naturales y culturales que conforman un entorno singular. Un entorno en el que predomina el paisaje agrícola, de especial relevancia pese a que se encuentra en proceso de abandono. Sin embargo, también hay fuerte presencia del paisaje litoral, compuesto por distintas formaciones de playas que confieren atractivo a la zona, asociado a elementos como el cantil-acantilado de la Cuesta de Silva, al oeste de San Felipe, una geoforma de interés visual y que tiene en este sector un bajo grado de antropización.

En lo relativo a los procesos que atraviesan, por un lado, el paisaje agrícola y los barrancos, están muy antropizados por el trazado de pistas de acceso a fincas y por la existencia de escombreras y basuras. También la franja litoral, debido a la ocupación humana, atraviesa por procesos de transformación de la mano del desarrollo urbano. No obstante, se prevén actuaciones que recuperen la calidad paisajística del ámbito costero, tal y como indica el PGO, señalando la necesidad de creación de áreas de restauración, rehabilitación y

acondicionamiento del litoral desde un punto de vista ambiental y paisajístico, debido a la alta calidad de estos valores.

Las características paisajísticas y morfológicas del área de estudio son comunes en el entorno cercano. San Felipe se integra en la Unidad Ambiental 71, San Felipe/Bañaderos. Esta unidad ambiental, tiene una superficie de 274,22 hectáreas a lo largo de la franja costera entre estas dos localidades y su entorno más próximo. Dentro de esta unidad ambiental, destaca la presencia de un subsistema de plataforma marina, una superficie que, tras permanecer sumergida bajo el agua durante un periodo de tiempo considerable, ha quedado arrasada por la acción erosiva del mar, adoptando una topografía relativamente llana cuyo limite interior está formado por un acantilado fósil.

Se trata de un ámbito que presenta una capacidad de uso baja, debido fundamentalmente a las limitaciones físicas del relieve y las litologías presentes en la zona. Además, el ámbito territorial se integra en el ambiente desértico norte como gran parte la franja litoral costera del norte, lo que condiciona aún más su desarrollo. En cuanto al grado de erosión global y el riesgo de erosión potencial del área de estudio es muy bajo – bajo, con tasas de pérdida de suelo inferiores a 20 TM/Ha/año, lo que indica una estabilidad relativa en términos de degradación del suelo.



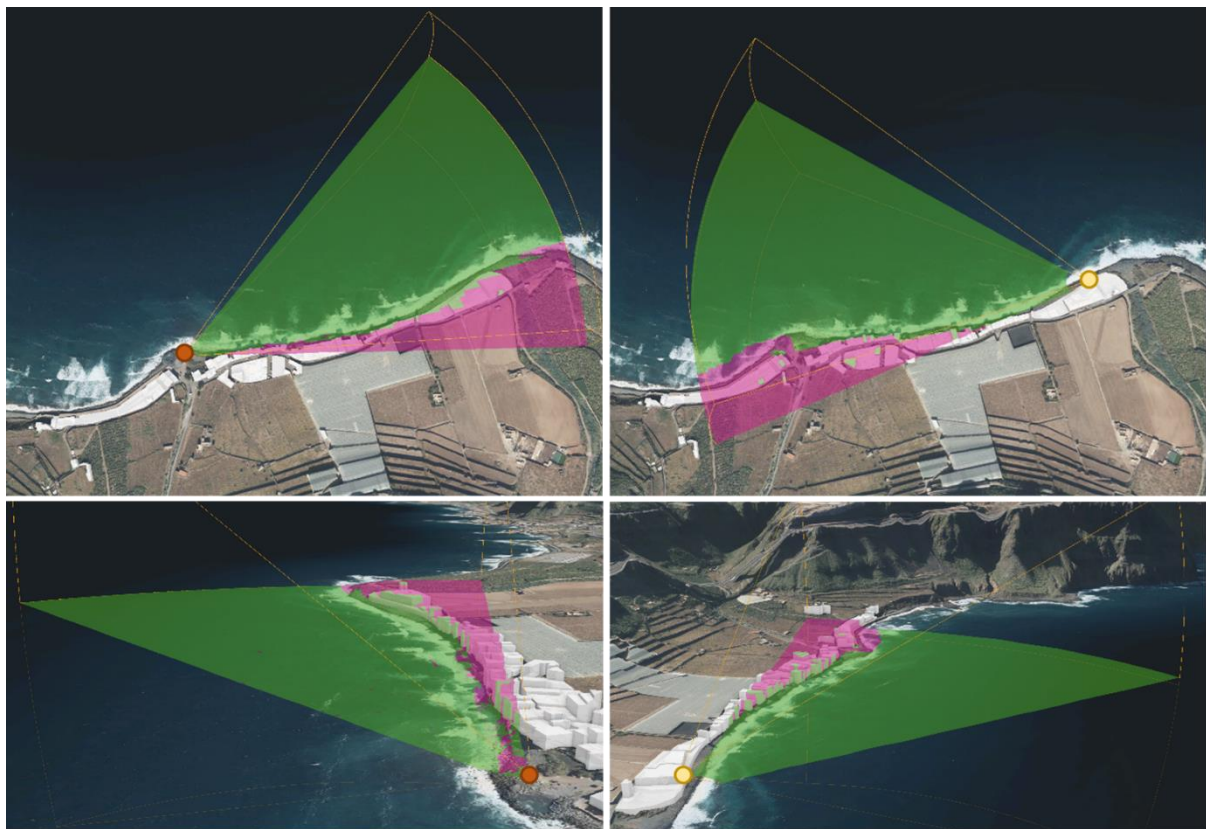
Figura 51. Zonificación de la unidad ambiental del área de estudio

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Cartografía Potencial del Medio Natural (1995)

Por otro lado, se observa que la cuenca visual en el ámbito costero del barrio es muy amplia, siendo las edificaciones el principal elemento que obstaculiza la cuenca visual en el frente litoral, en especial el conjunto de bancales que se encuentran detrás de esta línea de

edificaciones. En este sentido se han definido dos puntos de observación de interés en el área de intervención: el primero de ellos corresponde a las cotas superiores de los edificios plurifamiliares de mayor altura ubicados en el margen oriental del núcleo de población y el segundo punto de observación corresponde al búnker – nicho de ametralladoras que está en el litoral de la desembocadura del barranco de San Felipe y a una altura aproximada de 4 metros.

Las cuencas visuales generadas, han sido calculadas para una distancia de 850 metros y un ángulo horizontal de 60°. De esta manera se observa que la mayor parte de la costa de San Felipe está en la visual de todos los edificios de dicha franja y a pesar de las diferencias volumétricas de los edificios, el campo visual es muy amplio.



● Punto observador 1 (4m) ● Punto observador 2 (14 m) ■ No visible ■ Visible

Figura 52. Cuencas visuales desde puntos de observación

Fuente: Elaboración propia

El frente litoral de playa de callados y bolos supone una unidad paisajística representativa del entorno, si bien las edificaciones han modificado las condiciones naturales iniciales e impiden una visión global del espacio rural.

2.5 Estudio Socio-económico

2.5.1 Características demográficas

El área de estudio se localiza en el municipio de Santa María de Guía, uno de los 21 municipios de la isla, y el undécimo en cuanto a cantidad de población. El propio municipio tiene unas características de poblamiento que han estado históricamente asociadas a las actividades del sector agrícola. Este sector, influenciado en gran medida por las características orográficas del territorio, ha condicionado la distribución y concentración de población en el municipio, con una gran dispersión de pequeños asentamientos que se extienden desde las cotas más altas del municipio, a unos 1.549 metros de altitud, hasta la franja litoral, donde se localiza el área de intervención.

En cuanto a la evolución del poblamiento, podemos observar que el municipio ha experimentado un retroceso poblacional a lo largo de la serie histórica analizada, con una tasa de crecimiento anual acumulativo de $-0,06\%$ entre 2000 y 2022. Esta regresión está relacionada con la pérdida de relevancia del sector primario en el Producto Interno Bruto (PIB) insular y la falta de un centro urbano en expansión. No obstante, esta tendencia no es igual en el resto de los municipios de la isla, ya que la tasa de crecimiento anual acumulativo para el territorio insular durante este periodo es del $0,64\%$, sí es similar a la situación poblacional de otros municipios de Gran Canaria que comparten características con Santa María de Guía con un alto grado de ruralidad e históricamente han estado principalmente vinculados al sector agrícola y ganadero.

En concreto, el barrio de San Felipe, para este mismo período histórico, se han observado dinámicas cíclicas de población, con fases de pérdida de población (2001-2006; 2012-2017) seguidas por fases de aumento, en ambos casos poco significativas. A pesar de estas fluctuaciones, el núcleo poblacional de San Felipe ha registrado un aumento acumulado de población, alcanzando los 290 habitantes en 2022, cifra que no se veía desde 2012, según los datos del Instituto Canario de Estadística (ISTAC).

Evolución de la población en San Felipe (2000 - 2022)

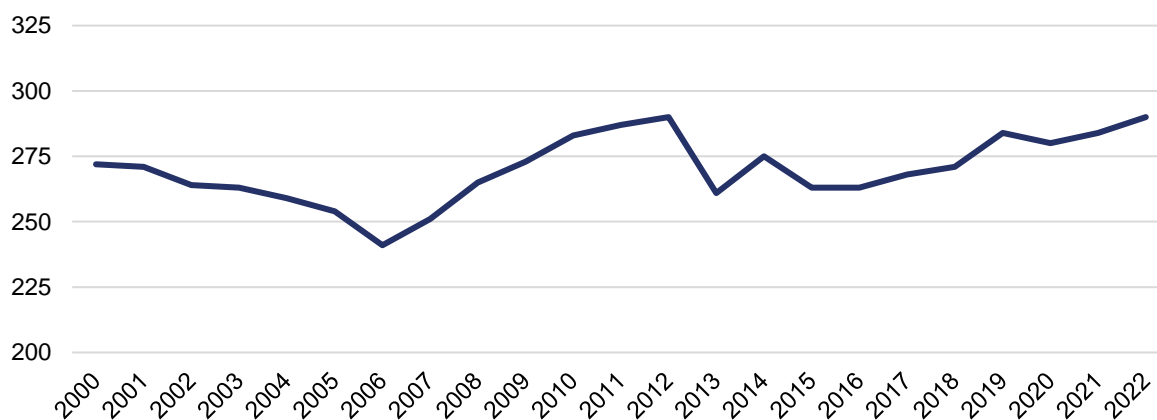


Figura 53. Evolución de la población en San Felipe, 2000 – 2022

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del ISTAC

En este sentido, a diferencia de la dinámica poblacional del municipio, San Felipe ha experimentado un ligero crecimiento poblacional acumulado.

Evolución de la población en San Felipe y el municipio (2000 - 2022)

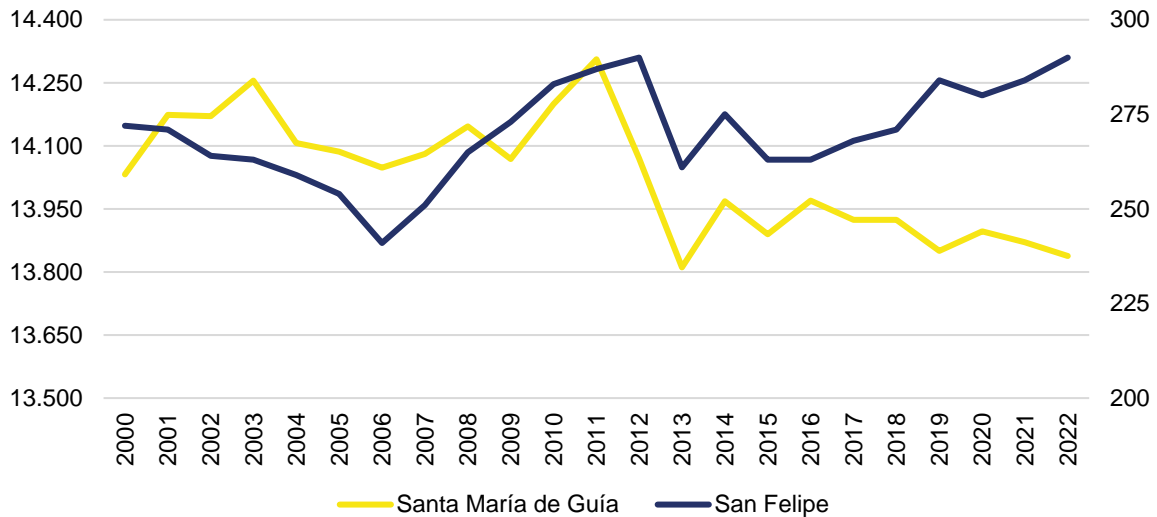


Figura 54. Evolución de la población en el núcleo de San Felipe y en el municipio

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del ISTAC

En cuanto a la estructura de la población del barrio, se observa que ya en el año 2000 San Felipe presentaba una pirámide poblacional envejecida. Sin embargo, para el año 2012, la pirámide poblacional aun teniendo las características de una población envejecida, muestra un claro desequilibrio en su base, lo que evidencia un descenso en las tasas de natalidad y una disminución de la población joven, algo que se mantiene en 2022.

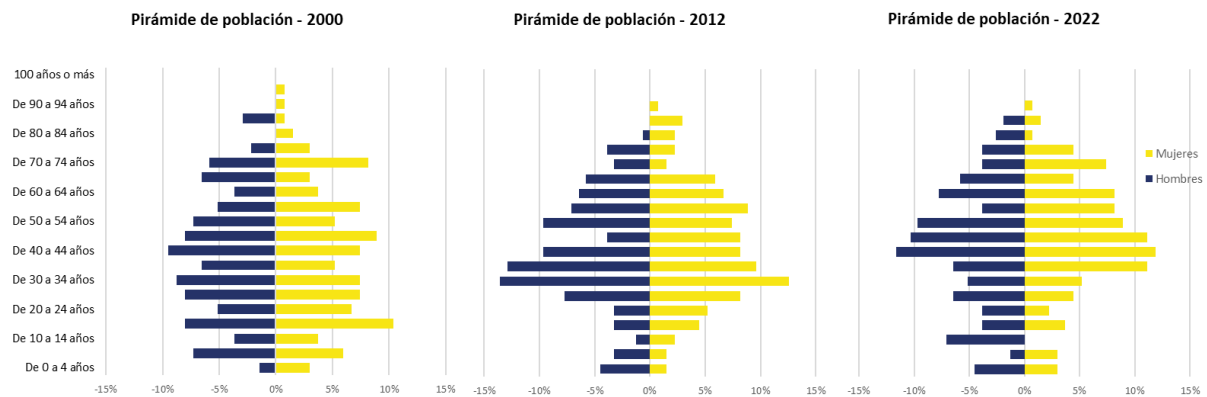


Figura 55. Evolución de la pirámide de población de San Felipe, 2000 - 2012 – 2022

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del ISTAC

Como podemos observar en la pirámide de población del año 2022, la tendencia más evidente es la del envejecimiento poblacional; el grupo de edad agrupado más representado es el de 15 a 64 años (71,7%), seguido de > 65 años (18,6%) y finalmente entre 0 y 14 años (9,65%). La reducción generalizada de población en las franjas de edades más jóvenes delata una

estructura descompensada donde el número mayor de residentes si posiciona en las franjas de edad superior a los 40 años.

En último lugar, con relación al lugar de nacimiento de los residentes del área de estudio, se observa que el 84,1 % son de origen insular (Canarias), mientras que el 7,93 % de origen peninsular, y el 7,93% restante del extranjero.

2.5.1.1 Vivienda y hogar

La distribución de las viviendas principales y no principales de la sección censal del área de estudio (3502301006) refleja una tendencia al alza hacia el uso de viviendas como segundas residencias y para fines turísticos. El censo de 2021 apunta a que el 40% de las viviendas no se utilizan como residencia habitual. Esta proporción en el tipo de vivienda según su uso es significativa indicando así una dinámica habitacional que podría estar influenciada por factores asociados al empleo y la actividad económica, constituyéndose el área de intervención como un barrio dormitorio o para uso de fines de semana y verano. De hecho, según los datos del censo de 2021 y el censo de 2011, podemos observar un incremento significativo de las viviendas de segunda residencia, pasando del 14% al 39%.

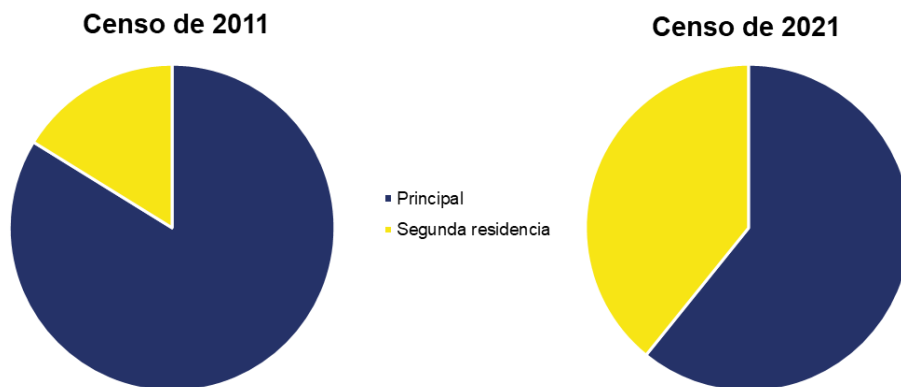
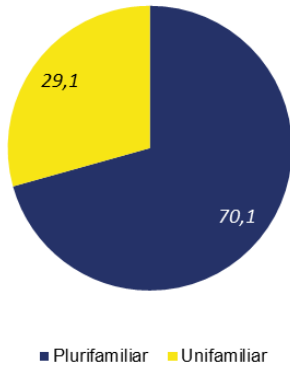


Figura 56. Distribución viviendas principales y no principales de la sección censal

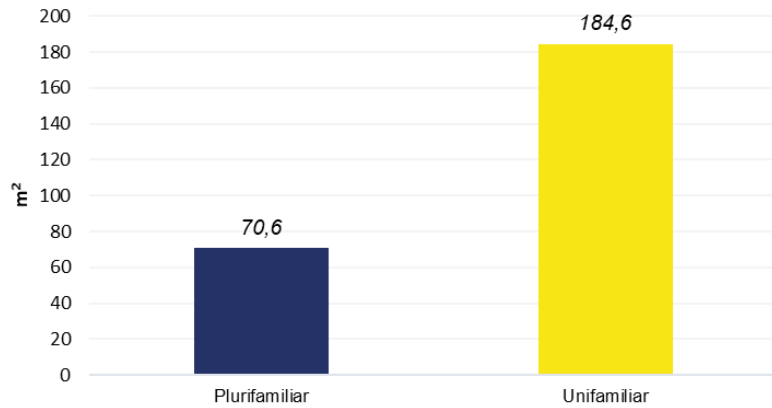
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE, 2011 y 2021

En el caso de las viviendas del área de estudio, se han registrado 271 viviendas inscritas en el catastro, su superficie promedio es de 104,67 m², aunque estos valores oscilan según el número de viviendas del inmueble. En este sentido, aquellos inmuebles con 3 o más viviendas, tienen una superficie que oscila entre los 40,75 m² y los 97,5 m², con una superficie promedio de 70,6 m², si bien existen viviendas con una superficie muy inferior que apenas superan los 40 m² con diferencias notables frente a los 184,6 m² de superficie promedio de las viviendas unifamiliares. A pesar de las diferencias de superficie útil, predominan las viviendas plurifamiliares, que ocupan el 70,1% de las viviendas totales en el núcleo de población, mientras que el resto de las viviendas (29,9%) son de carácter unifamiliar o integran únicamente 2 viviendas.

% Tipo de Vivienda



Superficie promedio de la vivienda



% de viviendas según superficie m²

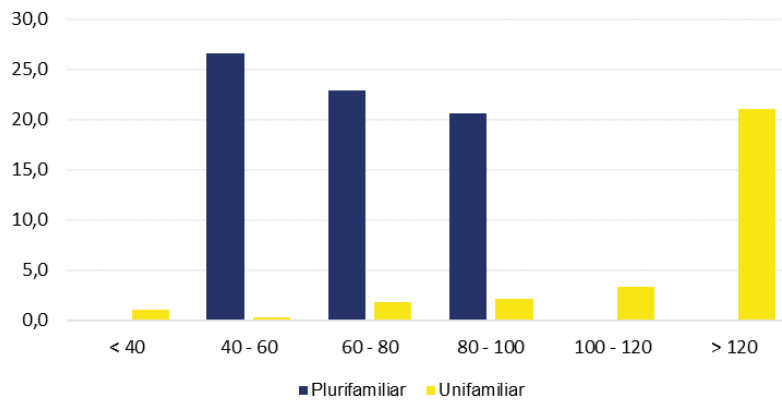


Figura 57. Distribución del tipo de vivienda y la superficie promedio según tipología

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Catastro

Teniendo en cuenta que el núcleo de población es de 6,59 ha y que existen 271 viviendas totales, el barrio tiene una densidad de viviendas de 41,12 viviendas por hectárea, una densidad media dada las características de San Felipe.

Respecto a los hogares, para la sección censal del área de intervención se identifican 559 hogares en el censo de 2021, lo que supone que la sección ha perdido 61 hogares respecto al censo de 2011. En cuanto a la composición del hogar, predominan los hogares de una persona al igual que en censo anterior, no obstante, hay cambios significativos en la composición de estos hogares.

Características del hogar

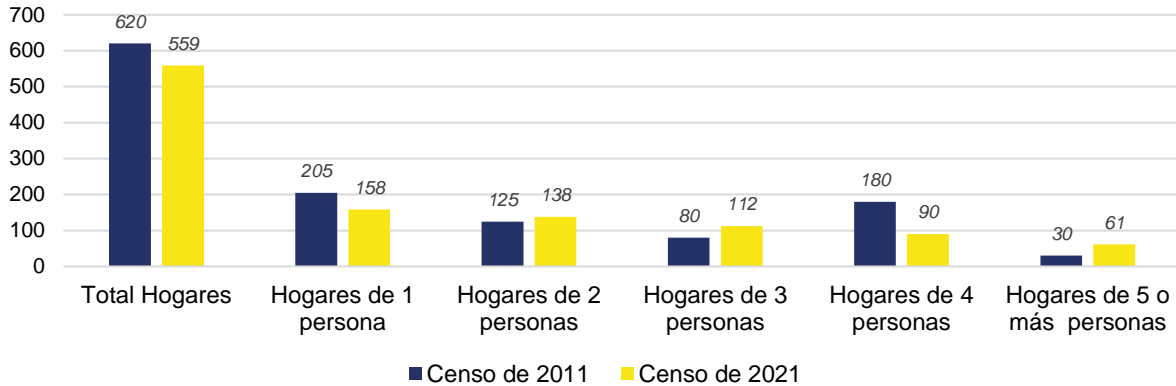


Figura 58. Características de los hogares de la sección del área de estudio, 2011, 2021

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE

Tal y como se observa en la gráfica comparada de los censos 2011 y 2021 ha disminuido significativamente los hogares de 4 personas en consonancia con la dinámica coyuntural de la población en España. Si bien destaca el aumento de hogares de 5 o más personas que parecen indicar una tendencia a una mayor presencia de hogares con mayor vulnerabilidad social en el conjunto de la sección censal.

Respecto a la antigüedad del parque de viviendas indicada por Catastro, observamos que los inmuebles de uso residencial tienen una antigüedad promedio de 55 años. No obstante, cuando analizamos las viviendas de forma pormenorizada, la mayor parte de estas han sido construidas entre 1985 y 2011 (60,5%).

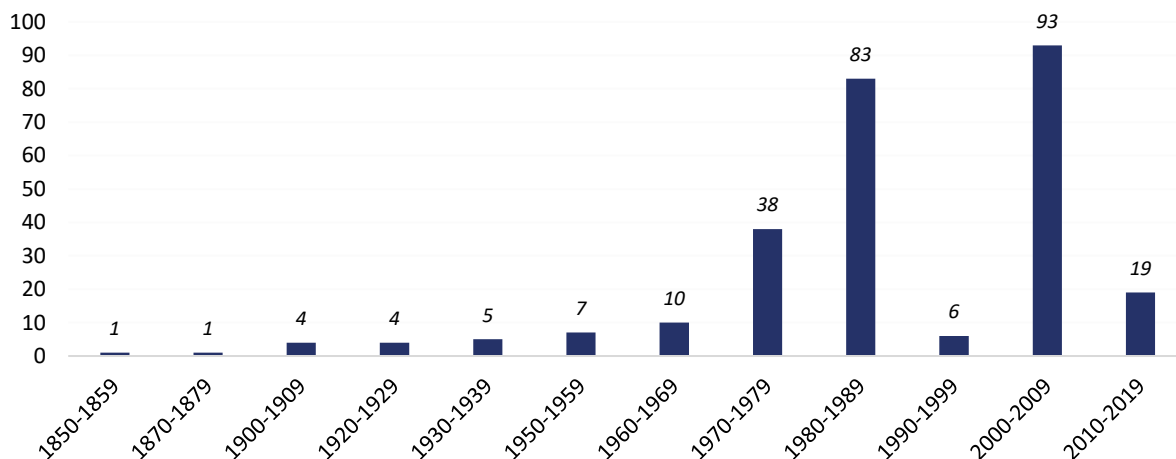


Figura 59. Evolución de la construcción de viviendas del área de estudio

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Catastro

En cuanto a las características de los inmuebles, en el análisis de la calificación energética de los edificios y viviendas del área de estudio, según los datos oficiales proporcionados por la Dirección de Energía, los inmuebles en San Felipe presentan en su mayoría una calificación

energética deficiente, con la categoría predominante siendo la G, la más baja en términos de eficiencia energética. A continuación, le sigue la categoría D, que también refleja niveles bajos de eficiencia. De los inmuebles analizados, ninguno alcanza la categoría máxima de eficiencia energética (Categoría A), ni superior a la categoría D.

En cambio, según los datos del MITECO, con relación a la certificación energética de los edificios se identifican menos inmuebles con una certificación energética, únicamente 15, de los cuales solo uno de ellos alcanza la mayor categoría (A), el resto tiene una calidad energética deficiente (1- D ,2 - E, 1 – F, 10 - G).

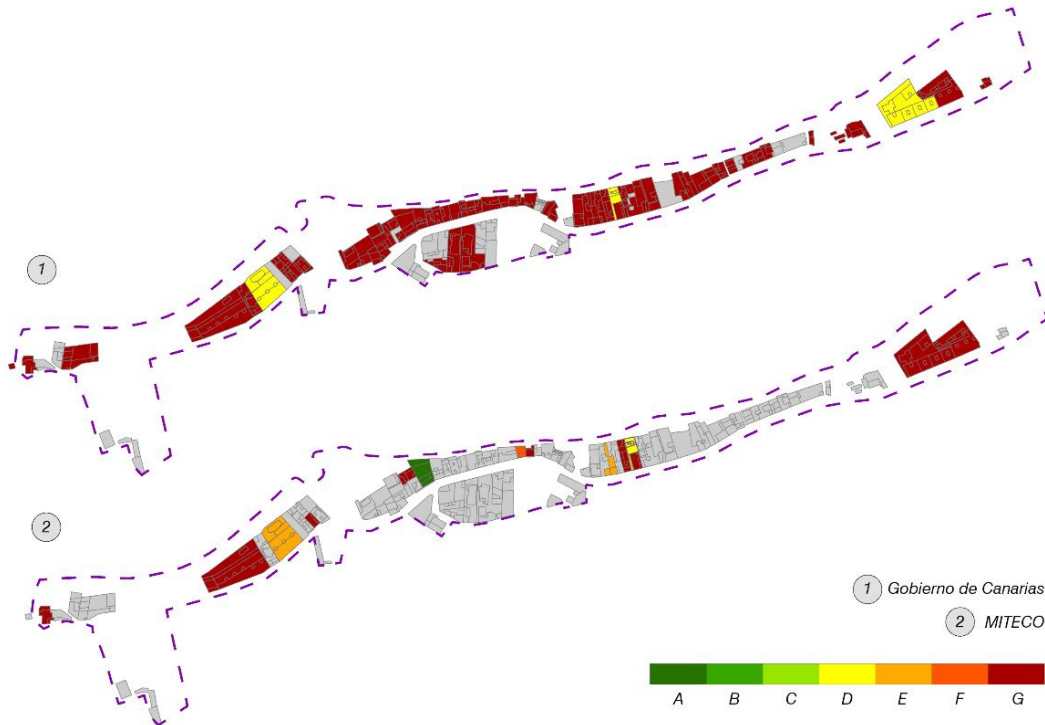


Figura 60. Calificación - Certificación energética de los edificios del área de estudio

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Gobierno de Canarias y el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO)

Con relación a otros indicadores de la vivienda, el Observatorio de la Vivienda de Gran Canaria (OBSERVIGC) proporciona datos relevantes sobre la accesibilidad y la calidad de las viviendas en el área de estudio. En cuanto a la accesibilidad, conforme a la normativa vigente (Ley 8/1995, Real Decreto 556/1989, Decreto 227/1997, CTE-SUA), solo 2 edificios residenciales alcanzan una categoría de accesibilidad alta, 7 con una accesibilidad intermedia, 4 con una calidad baja y 62 edificios presentan una accesibilidad muy baja, mientras que del resto de edificios no se disponen de datos sobre su nivel de accesibilidad.

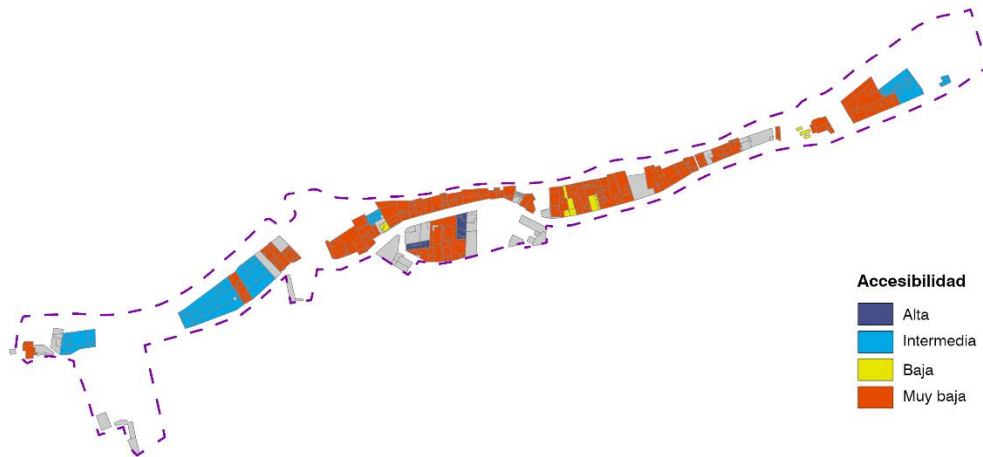


Figura 61. Accesibilidad de las viviendas

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del OBSERVIGC

Finalmente, en cuanto a la calidad de las viviendas, también evaluada por OBSERVIGC, se identifican únicamente 3 edificios con una calidad de vivienda clasificada como alta, 46 edificios presentan una calidad intermedia, 28 edificios son calificados con una calidad baja, y en el resto de los edificios no se dispone de información sobre su calidad.

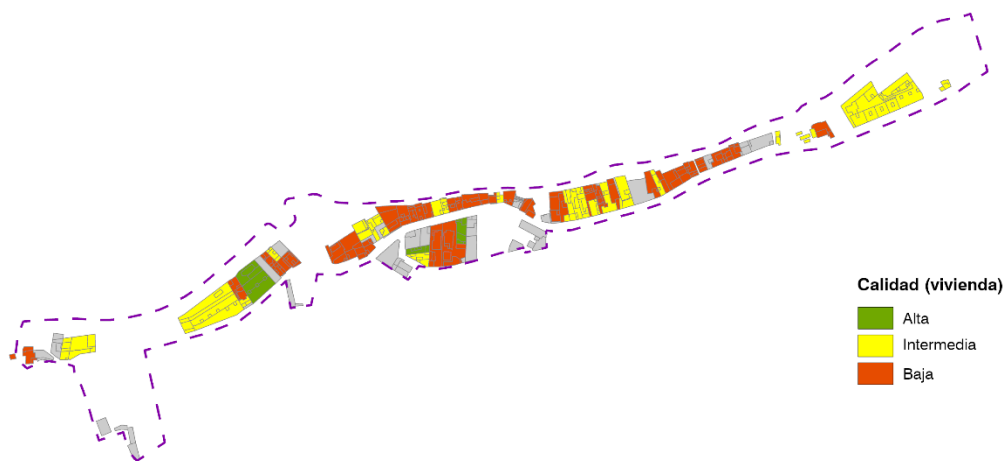


Figura 62. Calidad de las viviendas

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del OBSERVIGC

2.5.2 Economía local

El municipio de Santa María de Guía, al igual que otros municipios de la comarca norte de Gran Canaria, ha experimentado un retroceso económico significativo. Estos municipios, que históricamente han estado fuertemente asociados a la actividad agraria pierden continuamente superficie dedicada al cultivo debido en parte a la falta de inversiones, a la evolución del mercado laboral y al cambio de base económica de la isla.

La falta de planes de desarrollo económico, la pérdida de relevancia del sector y los cambios en la dinámica urbana han condicionado el desarrollo económico de estos municipios. No obstante, al igual que en el resto del archipiélago, algunos sectores siguen experimentando crecimiento. En particular, el turismo, que hasta ahora no ha sido explotado de manera activa en la comarca norte, está comenzando a incrementar su contribución al PIB de los municipios y a ganar relevancia en el contexto insular.

Las actividades económicas predominantes en San Felipe se dividen principalmente en dos sectores:

- Sector agrícola: Este sector ha sido históricamente el más relevante en el sector norte de la isla y en el ámbito específico de San Felipe. Sin embargo, está experimentando un continuo retroceso, evidenciado por el abandono de bancales y la disminución de la superficie cultivada, en este sentido ha habido una disminución de 23,55 hectáreas de superficie agrícola utilizada en el entorno más próximo entre los barrancos de Moya y San Felipe entre los años 1955 y 2019, tal y como se aprecia en el análisis de las ortofotos para este periodo (GRAFCAN, 2019).



Figura 63. Evolución de la superficie cultivada. 1955 - 2019

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de GRAFCAN

El cultivo predominante en el entorno del área de intervención es el plátano, característico de este sector de la isla desde finales del S. XIX. Actualmente, la superficie cultivada se reparte en medianas y pequeñas explotaciones que destinan sus productos al mercado local y regional. La producción de más alta calidad se envía al mercado peninsular. Destaca también la producción de hortalizas para consumo local.



Figura 64. Cultivos principales del área de estudio y entorno más próximo

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de GRAFCAN

- Sector servicios (Hostelería): Aunque en menor medida, este sector también tiene cierta relevancia. Actualmente, se identifican dos establecimientos de restauración en funcionamiento.

El atractivo turístico del entorno se presenta como un potencial motor para el desarrollo económico del área de intervención, particularmente en relación con las actividades deportivas acuáticas. La singularidad del litoral de San Felipe ha llevado a la reconversión de muchas viviendas en alojamientos vacacionales, convirtiéndose en la segunda actividad más importante tras la agricultura. En el análisis de sector turístico, se pueden identificar diversos alojamientos turísticos ofertados en las principales plataformas de reservas de alojamientos vacacionales. Por un lado, en la plataforma de Airbnb, se contabilizan 17 viviendas, mientras que en la plataforma de Booking se ofertan 13 alojamientos. Estos anuncios destacan la actividad deportiva, las particularidades del entorno y el paisaje costero, como la playa de San Felipe y las charcas de San Lorenzo, como principales atractivos para los visitantes.



Figura 65. Ubicación aproximada de alojamientos ofertados en la plataforma Airbnb

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Airbnb

Además de estos alojamientos ofertados en plataformas online de primer orden, se han identificado 23 establecimientos alojativos extra-hoteleros en la categoría de Viviendas Vacacionales, reguladas por el Gobierno de Canarias y que en su totalidad integran 97 plazas.



Figura 66. Viviendas Vacacionales identificadas en San Felipe

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Grafcan – Gobierno de Canarias

2.5.3 Infraestructura, equipamientos y dotaciones

El análisis de las infraestructuras, equipamientos y dotaciones existentes en el núcleo de población de San Felipe es clave para comprender las características funcionales del barrio y su capacidad para satisfacer las necesidades de la población. En la identificación de los distintos elementos que estructuran la infraestructura, los equipamientos y dotaciones disponibles, así como sus características apuntan a ciertas limitaciones que sugieren actuaciones de mejora para optimizar el funcionamiento urbano y la calidad de vida de los residentes.

2.5.3.1 Red viaria

Respecto al sistema viario, el elemento central del barrio es el Camino de San Lorenzo, una vía que finaliza en una calle sin salida dentro del núcleo, lo que restringe la movilidad y la accesibilidad del área. No obstante, se han realizado esfuerzos significativos a lo largo de los años para mejorar la red viaria, destacando especialmente la modernización del material utilizado en la red de transporte, que anteriormente consistía en una pista sin asfaltar, aunque a pesar de ello y debido a que el viario es ocupado de forma recurrente por los vehículos estacionados en situaciones puntuales hay dificultades de visibilidad e incluso peligrosidad para los viandantes.

Entre los viales más recientes se encuentran el paseo marítimo, conocido como Avenida Francisco Montesdeoca Suárez, de aproximadamente 655 metros de longitud. Esta avenida integra una escollera que reduce el riesgo de exposición al oleaje y conecta con la parte inicial de la playa de San Felipe. También se incluye la calle sin salida José Salgado Roque, la cual al igual que la avenida se clasifican como vías de acceso rodonado según el Plan General de Ordenación. Otro aspecto relevante del sistema viario es que en la actualidad solo hay una carretera de acceso a la localidad, la cual se conecta la GC – 751 y a la autovía GC – 2, que articula la conexión en la franja costera del norte de la isla en conexión con la capital y los principales núcleos urbanos como son Guía, Gáldar y Agaete. Configurándose, así como el eje central para el crecimiento urbano en esta región.

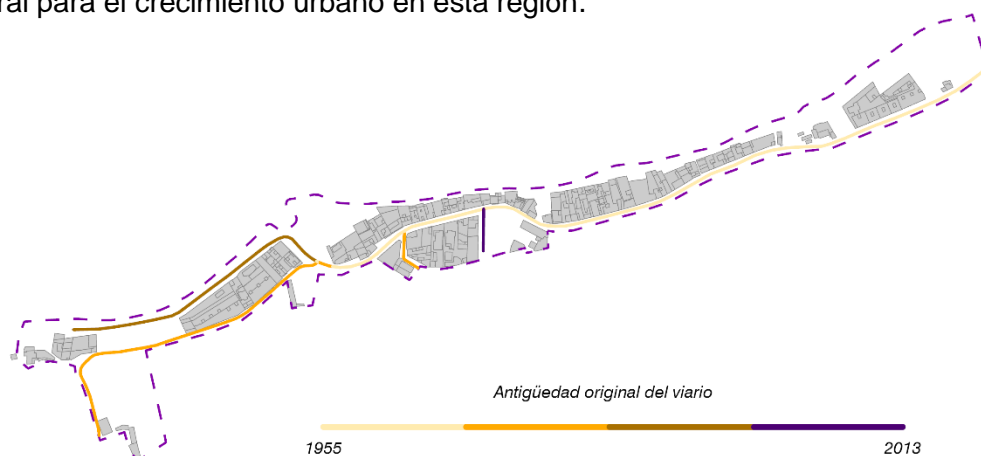


Figura 67. Evolución temporal del viario principal en San Felipe

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, desde en la ordenación territorial definida en el PTP-15, se contemplan actuaciones de mejora de la infraestructura viaria de San Felipe con la creación de un vial en conexión con el núcleo de población desde la GC-751 a la altura del Lomo del Verdugado, donde discurre actualmente esta carretera. Se trata de una carretera de carácter local que tendría una conexión directa con la GC – 2, mejorando así la accesibilidad al barrio y la movilidad en la zona.

2.5.3.2 Red de abastecimiento y saneamiento

Por un lado, la red de abastecimiento se dispone a lo largo del vial principal del área de estudio con propuestas de mejora ubicadas en la calle José Salgado Roque. Por otro lado, la red de saneamiento presenta una mayor complejidad en comparación con la red de abastecimiento, debido a las características específicas del núcleo de población. En este caso, la red cuenta con dos estaciones de bombeo que canalizan las aguas residuales hacia la Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR), ubicada a aproximadamente 1 kilómetro en el interior del Barranco de Moya, fuera de los límites de la localidad y que da servicio a otras asentamientos urbanos y rurales ubicados en cotas superiores, así como algunas viviendas aisladas. Una vez que las aguas residuales se dirigen hacia la estación de depuración y han recibido un tratamiento secundario en la EDAR, estas son reintroducidas en la red de saneamiento para su vertido autorizado al mar, a través de un emisario submarino situado a casi 1 kilómetro de la costa. Asimismo, y al igual que sucede en la red abastecimiento, el Plan General de Ordenación establece propuestas puntuales de mejora para la ampliación de la red.



Figura 68. Red de Abastecimiento y Saneamiento y conexión con EDAR

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PGO

2.5.3.3 Alumbrado público

El alumbrado público del área de estudio se distribuye longitudinalmente a lo largo del vial principal del barrio, extendiéndose también a lo largo del paseo marítimo. Esta configuración asegura una iluminación continua y eficiente en las áreas más transitadas, aportando unas condiciones óptimas para la seguridad y la visibilidad en estas zonas. Según el Plan General de Ordenación (PGO), se han establecido propuestas de mejora puntuales para el sistema de alumbrado en la calle José Salgado Roque y en un tramo de la parte final de la calle sin salida general, que proporciona acceso a dos viviendas. Estas mejoras buscan optimizar la cobertura de iluminación en áreas que actualmente presentan deficiencias, asegurando una red de alumbrado más uniforme y funcional para los residentes.



Figura 69. Distribución del alumbrado público en San Felipe

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PGO

2.5.3.4 Equipamientos y dotaciones

Finalmente, en lo que respecta a los equipamientos y dotaciones en San Felipe, se han identificados los siguientes:

- Dos equipamientos de carácter social:
 - La Asociación de Vecinos Valerón, la calle principal y la calle José Salgado Roque, un edificio construido en 2012, y que ofrece un espacio multiusos y pequeña cafetería.
 - Contigua a la ermita de San Felipe se dispone de una edificación vinculada al espacio público de la plaza del barrio.

- Un equipamiento de carácter religioso:
 - La Ermita de San Felipe, que sirve como centro de culto y es un punto de referencia en el barrio debido a su relevancia histórica.
- Una dotación sanitaria y asistencial:
 - Un espacio que se ubica cerca de la playa de San Felipe y está destinado al servicio de salvamento y socorrismo de Cruz Roja, que proporciona asistencia en emergencias y apoyo en actividades preventivas y de vigilancia.



Figura 70. Equipamientos y Dotaciones existentes en el área de estudio

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PGO

Por último, y aunque no esté incluido como equipamiento, el núcleo de población tiene una pequeña cancha deportiva de aproximadamente 281 m² cercano al acceso al barrio y al lado de la estación de bombeo de aguas residuales del núcleo.

2.6 Dinámica costera

2.6.1 Estudio del oleaje

2.6.1.1 Propagación del oleaje

Se han simulado las propagaciones del oleaje, corrientes de rotura y procesos de transporte sedimentario, en función de los datos obtenidos del clima marítimo y del estudio granulométrico, realizado en este proyecto. El objetivo es conocer las alturas de ola en varios puntos de control en la zona de estudio, así como el comportamiento de los procesos sedimentarios.

Parte de este análisis ha servido para el estudio de la rotura del oleaje, clave en el conocimiento de la altura de ola de cálculo. Esta altura servirá de base para el dimensionamiento del muro perimetral del prototipo.

Los resultados de las propagaciones pueden consultarse con más detalle en el archivo “Graficos_SMC_SAN_FELIPE”, información que forma parte de los informes realizados, junto con esta memoria para este trabajo.

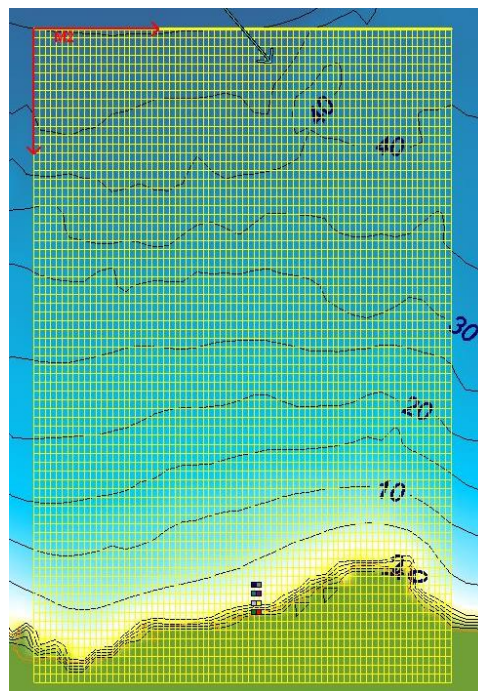


Figura 71. Malla utilizada para las propagaciones de oleaje del N

Fuente: Elaboración propia

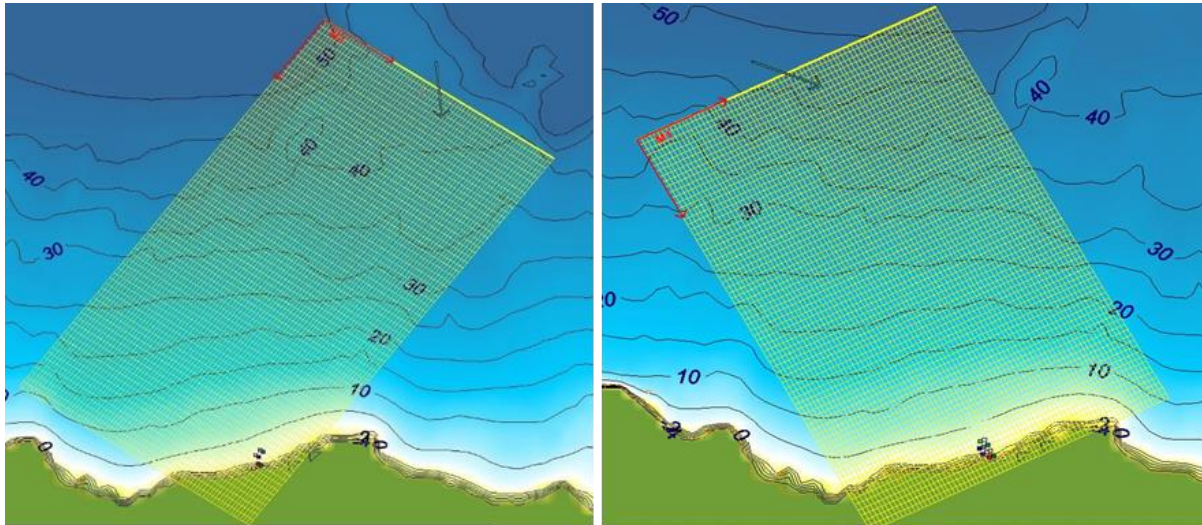


Figura 72. Mallas utilizadas para propagaciones de oleaje del 1º y 4º cuadrante

Fuente: Elaboración propia

2.6.1.2 Análisis de la rotura del oleaje

En este proyecto se analizará la rotura que sufre el oleaje contra la costa de San Felipe. Es importante conocerla porque nos dará información sobre la rotura que pueda sufrir el prototipo. La Rotura requiere un análisis especial, ya que, para estructuras situadas en aguas someras, es casi siempre la situación más desfavorable. A pesar de ello, la mayoría de los proyectos de obras marítimas en aguas someras no suelen analizar las situaciones de rotura.

La mayor parte de las averías que tienen las obras marítimas en Canarias son debidas a situaciones de rotura, especialmente en las costas N y W, situadas en aguas someras respecto a los grandes temporales incidentes, situación en la que se encontrará el prototipo.

Se analizará por separado:

- La rotura contra la costa.
- La rotura contra una estructura marítima.

El estudio de la altura de ola de cálculo está relacionado con el estudio del comportamiento de la rotura del oleaje que llega a la costa, es decir, es fundamental conocer cuál es el intervalo de profundidad donde se producirá la rotura tanto en la costa como en el pie de la estructura que se quiera proyectar, con el fin de conocer si se encuentra dentro o fuera de ese intervalo. De igual manera, es necesario conocer la altura de ola, ya sea en rotura o no, en la base de la estructura para el dimensionamiento de su defensa.

Rotura contra la costa de San Felipe

Se realiza el estudio de la rotura del oleaje frente a la costa de San Felipe, que refleja que el oleaje rompe tipo *Plunging*, es decir, al formarse la voluta o tubo se produce la rotura por la caída de la ola hacia adelante, o *Spilling*, la rotura se inicia por la cresta de la ola, sin llegar a formarse la voluta o tubo. Se caracterizan por presentar espuma en la cresta. Este tipo de roturas se dan en playas con pendientes bajas y peraltes altos.

Teniendo en cuenta los datos del clima marítimo para el régimen medio, la rotura del oleaje es de tipo *plunging* y rompe con alturas que varían entre los 1,50 y 3,30 metros con intervalos de profundidad entre -1,5 y -3,5 metros, en función de la estación del año. Para oleajes de otoño e invierno las alturas de rotura son mayores, entre 1,60 y 3,30 metros aproximadamente, llegando estos oleajes principalmente de las direcciones N y NNW, y asociados a intervalos de rotura entre -1,70 y 3,40 metros de profundidad. La siguiente estación con alturas de rotura importantes es la primavera, donde estas varían entre 2,25 y 3,28 metros, con dirección predominante del N, situándose el intervalo de rotura entre la -2,40 y -3,50 metros de profundidad. El verano es el que presenta alturas de rotura más bajas, entre 1,50 y 2,40 metros, con direcciones del N y NNE, estableciendo su intervalo de rotura entre las profundidades de -1,50 y -2,60 metros (véase tabla siguiente).

Para el régimen extremal, la rotura del oleaje es de tipo *spilling*, donde las alturas de rotura varían entre los 5,10 y 8,22 metros, en función de la dirección de procedencia. Los intervalos varían entre las profundidades de -6,80 y -12,80 metros. El oleaje que mayor altura presenta es el procedente del NNW, y el que menor altura presenta es el procedente del WNW, como puede observarse en la tabla siguiente.

Tabla 22. Rotura del oleaje en la costa de San Felipe para el régimen medio del oleaje

Rotura del oleaje contra la costa – Régimen medio			
Periodo	Rotura	Hb (m)	Profundidad de rotura (m)
Anual	N – Plunging	1,63 – 3,16	-1,69 ↔ -3,41
Invierno	NNW – Plunging	1,79	-1,86
	N – Plunging	2,39 – 3,25	-2,49 ↔ -3,38
Primavera	N– Plunging	2,25 – 3,28	-2,39 ↔ -3,54
Verano	N– Plunging	1,48 – 1,97	-1,56 ↔ -2,13
	NNE– Plunging	2,38	-2,61
Otoño	N– Plunging	1,63 – 3,00	-1,69 ↔ -3,18

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Rotura del oleaje en la costa de San Felipe, para el régimen extremal del oleaje

Rotura del oleaje contra la costa – Régimen extremal			
Dirección	Rotura	Hb (m)	Profundidad de rotura (m)
NE	Spilling	5,88	-9,88
NNE	Spilling	6,97	-11,71
N	Plunging	7,61	-12,78
NNW	Spilling	8,22	-11,84
NW	Spilling	7,74	-10,37
WNW	Spilling	5,10	-6,83
NE	Spilling	5,88	-9,88
NNE	Spilling	6,97	-11,71

Fuente: Elaboración propia

Rotura contra el prototipo

Se realiza el estudio de la rotura del oleaje contra el prototipo que se quiere proyectar como defensa en la costa de San Felipe. Este estudio analiza si la ola llega rota, no rota o rompe contra el prototipo (Afonso, 2023b; Afonso, 2023c; Afonso 2023d), es por ello que, el pie de este puede encontrarse en tres situaciones como se observa en la figura que se presenta a continuación. Para este análisis se han utilizado los resultados del régimen extremal del clima marítimo obtenidos para la costa de San Felipe y el software SMC (G.I.O.C, s.f) para realizar las propagaciones del oleaje. El pie de muro de protección que toma la mayor profundidad en el prototipo inicial (cuyas características, dimensiones y orientaciones pueden variar con respecto al diseño final) se encontraría a -1,88 metros aproximadamente respecto del Nivel Medio del Mar. El método de cálculo utilizado en este análisis es el propuesto por Juan A. Afonso (1988): Método con Refracción + Difracción.

Los resultados del estudio muestran como el intervalo donde se produce la rotura del oleaje [-2,15, -3,18] en metros, se encuentra justo delante del pie de la estructura preliminar proyectada (-1,88 m). La estructura se encuentra en zona de OLA ROTA, por lo que la altura de ola de cálculo a utilizar para el dimensionamiento de la estructura será la obtenida de la **Hb de Ola Rota** en pleamar, que es de 3,15 metros, como puede observarse en la tabla siguiente.

Tabla 24. Resultados obtenidos del análisis de la rotura del oleaje frente al prototipo

Muro de protección del prototipo			
NO ROTURA	Hb (m)	ds (m)	
PMVE	3,16	-1,88	
ROTURA	Hb (m)	db min - db max (m)	Batimétricas (m)
PMVE	5,51	6,06 ↔ 8,33	-4,51 ↔ -6,78
OLA ROTA	Hb (m)	db min - db max (m)	Batimétricas (m)
PMVE	3,15	3,70 ↔ 4,73	-2,15 ↔ -3,18

Fuente: Elaboración propia

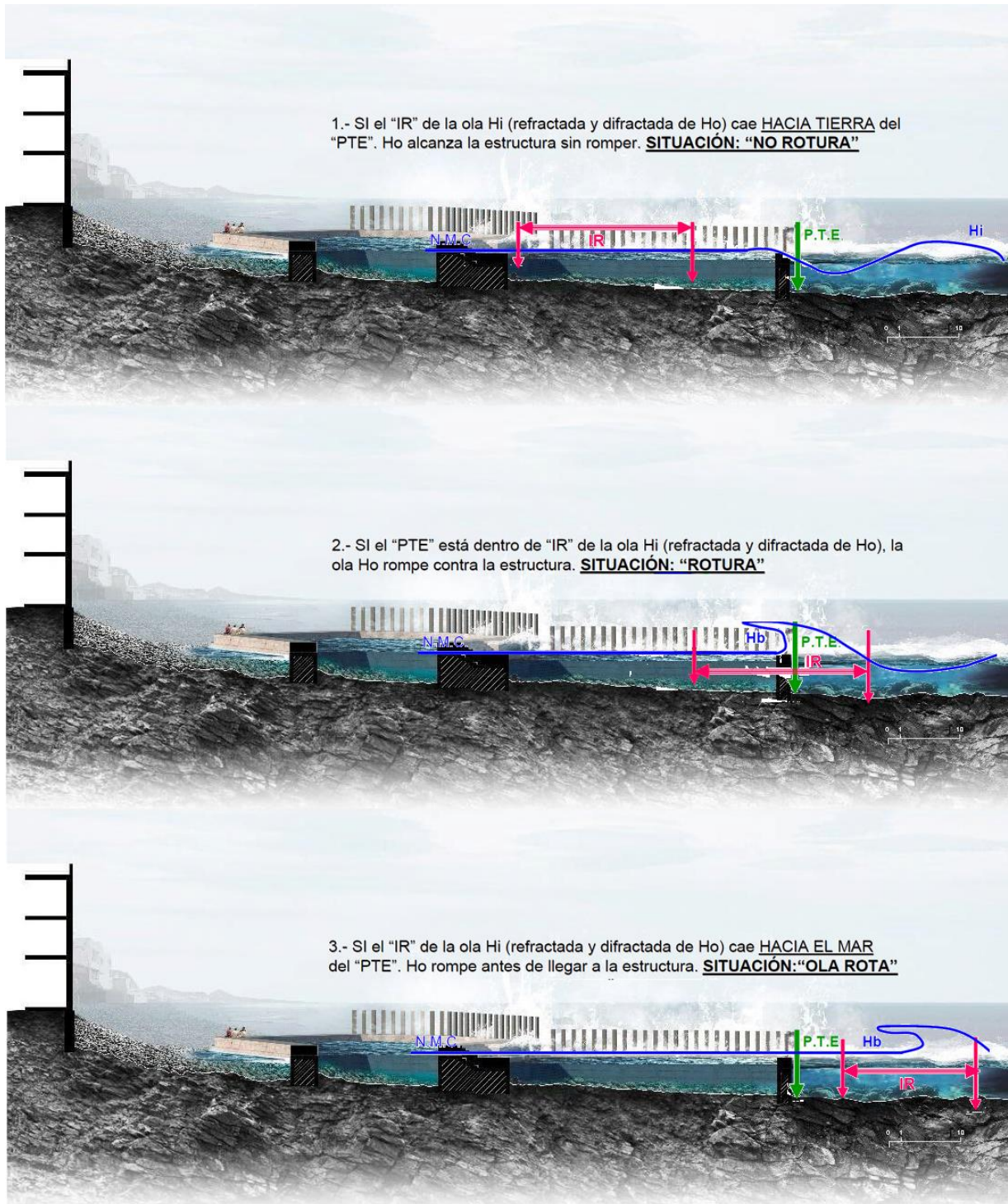


Figura 73. Situaciones del pie del prototipo frente al intervalo de rotura (IR)

Fuente: Elaboración propia

2.6.2 Estudio actual de la costa de San Felipe

2.6.2.1 Estudio del material nativo

El conocimiento del material nativo de la costa es fundamental para saber cómo se comporta frente a la influencia del oleaje. Para ello se han tomado las muestras de sedimentos que se analizaron durante los trabajos del “Estudio Ecocartográfico del Norte de Gran Canaria” (Gobierno de España, 2008), en lo siguiente “Ecocartográfico”. Las muestras que se analizaron fueran todas muestras de la zona submareal, comprendidas entre las profundidades de -10 m y -38 m. En total se han consultado 15 muestras de sedimento, de las cuales 10 se encuentra a profundidades intermedias, entre los -10 m y -26 m, y 5 se encuentran a altas profundidades, entre los -34 m y -38 m. La localización de estas muestras se refleja en la figura siguiente. Las características granulométricas medias se muestran en la Tabla que se presenta a continuación.

Tabla 25. Características granulométricas del sedimento en la costa de San Felipe

Tipo de sedimento	Profundidad	Granulometría
Arena gruesa	Aguas profundas	1,25 mm
Arena fina – muy fina	Aguas intermedias	0,212 mm

Fuente: Estudio Ecocartográfico del Norte de Gran Canaria

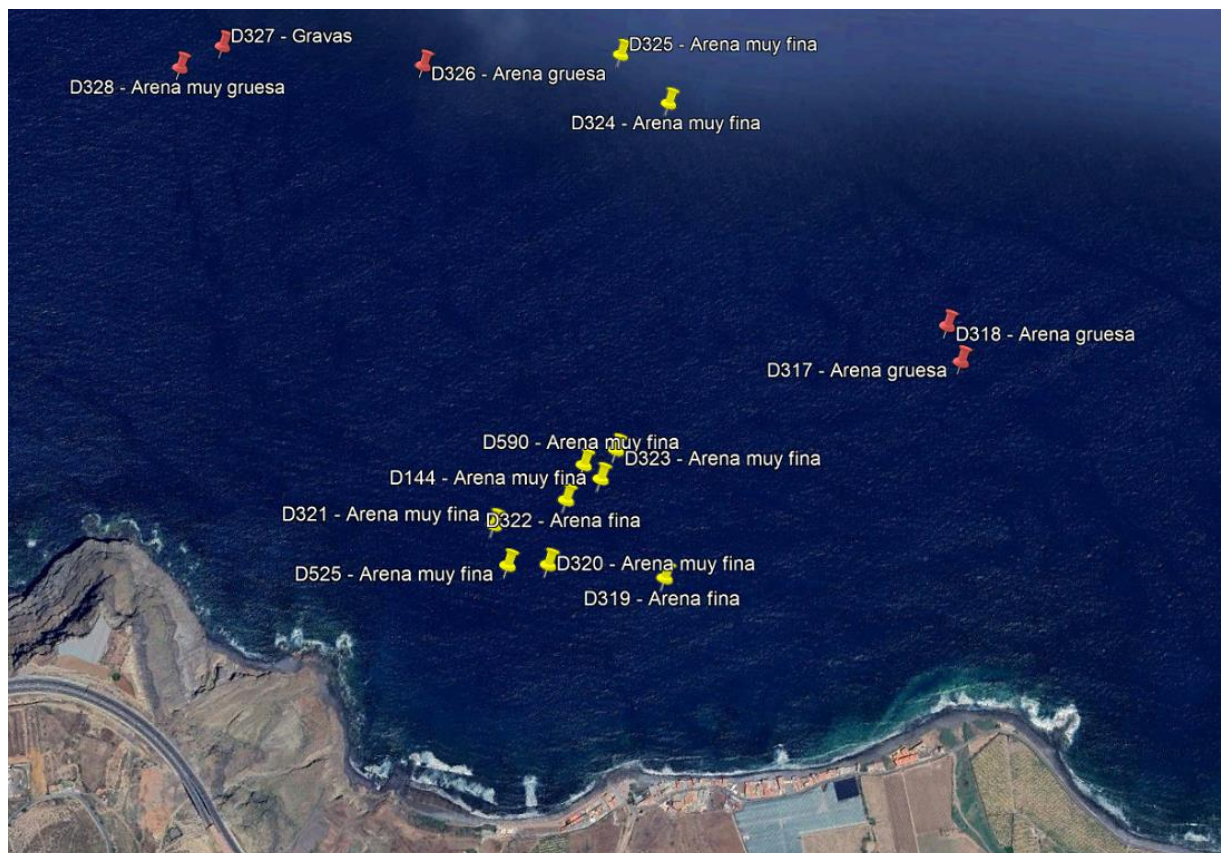


Figura 74. Localización de muestras granulométricas frente a la costa de San Felipe

Fuente: Elaboración propia

2.6.2.2 Fuente: Google Earth Estudio de los perfiles de la costa de San Felipe

En este apartado se estudiará el comportamiento en perfil de la costa de San Felipe. Se ha establecido una serie de perfiles de los cuáles habrá que determinar los siguientes aspectos (Afonso, 2024):

1. El Límite de Transporte Significativo o LTS, es decir, la profundidad a la que el sedimento deja de moverse por la influencia del oleaje.
2. Establecer si son perfiles completos, incompletos o playa sumergida.
3. Establecer si para cada perfil la playa se comporta en barra o en escalón.
4. Establecer si para cada perfil la playa es reflectiva o disipativa.

La costa de San Felipe se trata de una playa natural abierta, es decir, está desprotegida ya que no cuenta con ningún cabo o espigón en sus extremos. Se encuentra en la unidad fisiográfica delimitada por la Punta de Guanarteme y la Punta del Camello, es decir en este tramo de costa ambas puntas actúan como dos barreras totales al paso de sedimentos. Esta unidad fisiográfica se puede zonificar en subunidades, dividiendo su costa en tramos que tienen básicamente las mismas características respecto a la dinámica litoral, actuando y reaccionando, por tanto, de manera similar cada zona. La costa de San Felipe se ha incluido en la subunidad fisiográfica comprendida entre la desembocadura del Barranco de San Felipe y la desembocadura del Barranco de Moya. Para esta playa los perfiles a estudiar son los que se muestran en la figura siguiente.

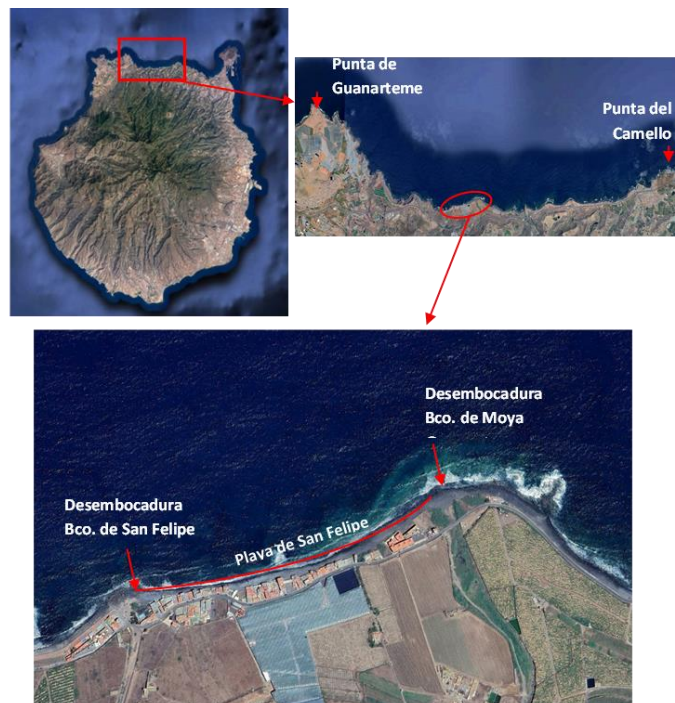


Figura 75. Unidad fisiográfica de la zona de intervención

Fuente: Elaboración propia

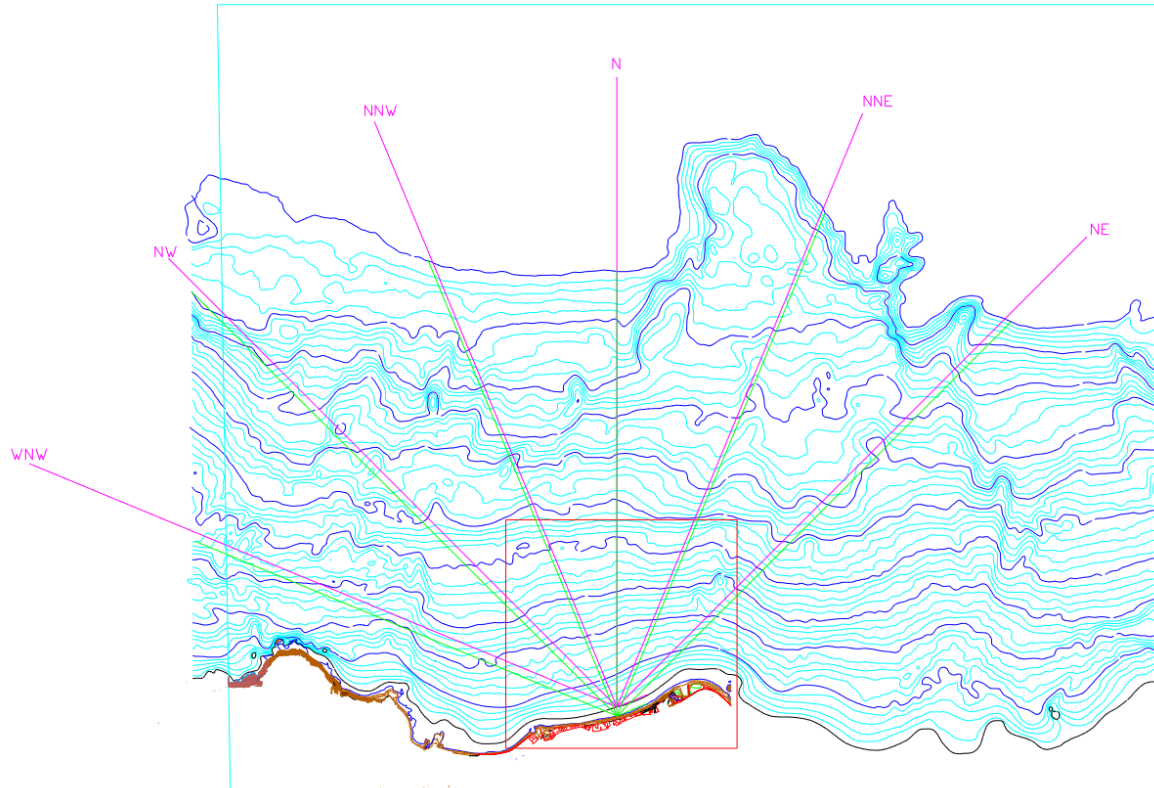


Figura 76. Perfiles a estudiar en la costa de San Felipe

Fuente: Elaboración propia

Límite del transporte significativo

El Límite de Transporte Significativo (LTS) o también conocido como Profundidad de Cierre es el punto del perfil a partir del cual NO se producen movimiento de sedimentos. Es decir, los fenómenos de la dinámica litoral ya no actúan. Dicho de otra manera, es la profundidad a partir de la cual el fondo marino, cualquiera que sea su naturaleza, no se ve afectado significativamente, ni siquiera por los mayores temporales que pueden llegar a esa costa, y es, por tanto, donde termina la playa activa y comienza la base de la playa.

Esta profundidad de cierre, muchas de las ocasiones, se puede establecer de manera orientativa observando la batimetría, ya que donde se producen cambios en las líneas batimétricas indica que en esa zona puede establecerse el LTS. En este caso se han utilizado metodologías de diferentes autores para su cálculo. En las siguientes tablas se pueden observar los resultados obtenidos.

Tabla 26. Profundidades del LTS para el oleaje del régimen medio en la costa de San Felipe

Límite de Transporte Significativo (m)		
Periodo	Dirección	Profundidad de LTS (m)
Anual	N	-7,88
Invierno	NNW	-10,50
	N	-10,50 ↔ -13,42
Primavera	N	-5,57 ↔ -7,88
Verano	N	-5,57
	NNE	-5,57
Otoño	N	-7,88 ↔ -15,50

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. Profundidades del LTS para el oleaje del régimen extremal en la costa de San Felipe

Límite de Transporte Significativo (m)	
Dirección	Profundidad de LTS (m)
NE	-10,99
NNE	-11,73
N	-11,98
NNW	-12,76
NW	-13,03
WNW	-12,10

Fuente: Elaboración propia

Clasificación de la Masa Sedimentaria por su morfología

La costa de San Felipe puede clasificarse como una playa de perfil incompleto, ya que presenta Fondos Frontales Indeformables (FFI), pero también como una playa sumergida, ya que cuando ocurre la pleamar la playa seca desaparece, debido a que su movimiento se ve cortado superiormente por las viviendas, como puede observarse en la figura siguiente.



Figura 77. Situación en playa de perfil incompleto (izq.) y playa sumergida (dcha.)

Fuente: Elaboración propia

Respuesta de la Masa Sedimentaria

Al ser una playa con Masa Sedimentaria de Perfil Incompleto, la respuesta de esta se analizará en función de las direcciones del oleaje que se han obtenido del clima marítimo.

Los fondos frontales indeformables, ya sean formados por una rasa rocosa costera o por bolos muy encajados (típicos en las desembocaduras de barrancos en islas volcánicas), sustentan las playas de Perfil Incompleto y son la base de la playa. Determinan si el perfil de la formación sedimentaria será en escalón ($mp < ms$) o en barra ($mp > ms$).

La ms es la pendiente de la playa activa es la pendiente entre la línea de costa y la profundidad activa. La mp es la pendiente de la base de la playa y es la pendiente entre la profundidad activa y el LTS. Estas pendientes se calcularán para todas las direcciones de oleaje a la que está sometida la playa de la costa San Felipe.

Los resultados (Tabla 6) muestran que para oleajes del régimen medio la playa se comporta principalmente en barra, excepto en la estación de otoño que se comporta en escalón. Se puede establecer que para oleajes normales la pendiente entre la línea de costa y la profundidad activa es más suave que la pendiente de la base de la playa, es decir, se acumula material en la playa.

Para los temporales, los procedentes del 1er cuadrante (NNE y N) hacen que la playa se comporte en barra, mientras que para el 4º cuadrante (N, NNW, NW y WNW) la playa se comporta en escalón. Para oleajes más energéticos (4º cuadrante) la pendiente entre la línea de costa y la profundidad activa es más acusada que la pendiente de la base de la playa, es decir, se pierde material en la playa.

Tabla 28. Respuesta de la masa sedimentaria en función del régimen medio y extremal del oleaje

Régimen medio					
Anual	$ms < mp$	Barra	Verano – N	$ms < mp$	Barra
Invierno	$ms < mp$	Barra	Verano – NNE	$ms < mp$	Barra
Primavera	$ms < mp$	Barra	Otoño	$ms > mp$	Escalón
Régimen extremal					
NE	$ms < mp$	Barra	NNW	$ms > mp$	Escalón
NNE	$ms < mp$	Barra	NW	$ms > mp$	Escalón
N	$ms > mp$	Escalón	WNW	$ms > mp$	Escalón

Fuente: Elaboración propia

Reflectividad de la Playa

De una manera cualitativa, podemos clasificar las playas por su reflectividad de 2 formas:

1. Playa reflexiva, es aquella en la que el oleaje se refleja en ella con escasa pérdida de energía.
2. Playa disipativa, es aquella disipa el oleaje incidente.

Las playas disipativas suelen ser playas de arena de suave pendiente, difícilmente de gravas y bolos. Las reflectivas suelen ser de gravas y bolos, aunque también puede haberlas de arena.

Los resultados obtenidos muestran que la playa de la costa de San Felipe es una playa Reflexiva.

2.6.2.3 Estudio del Transporte Sedimentario

Para el estudio del transporte sedimentario se han tenido en cuenta las propagaciones del oleaje realizadas. Se han analizado las propagaciones de los casos más representativos y con mayor frecuencia de aparición, tanto en el régimen medio y extremal, este último para oleajes con periodos de retorno de 70, 100 y 500 años, obteniendo datos de velocidad de corrientes de rotura y de tasas de transporte potencial, con un tamaño de grano grueso ($D_{50}:1.25\text{mm}$).

Los resultados muestran cómo tanto para oleajes medios como de temporal, aquellos que proceden del N y del NNE producen las corrientes de rotura más intensas en la zona de La Bajilla y la zona central de la costa de San Felipe. En cambio, los oleajes procedentes del NW inciden más en las cercanías de la salida del barranco de San Felipe. Estas corrientes toman los valores más altos durante la bajamar, y en relación a estos, los valores máximos rondan:

- Para oleajes del régimen medio entre los 0,15 y 0,24 m/s.
- Para oleajes de temporal con Tr 70 años entre los 0,50 y 0,72 m/s.
- Para oleajes de temporal con Tr 100 años entre los 0,50 y 0,78 m/s.
- Para oleajes de temporal con Tr 70 años entre los 0,50 y 0,75 m/s.

Las simulaciones también muestran que las corrientes producidas por los oleajes medio ocurren entre la línea de costa y aproximadamente a una profundidad de 5 metros, y las corrientes producidas por los oleajes de temporal ocurren entre la línea de costa y aproximadamente a una profundidad de 10 - 13 metros. Tanto en un caso como en otro estos procesos se identifican cerca de los valores obtenidos del límite de transporte significativo.

En cuanto al transporte potencial, el producido por los oleajes del régimen medio, toma dirección E → W. Los valores más altos se dan en la zona central de la Costa de San Felipe, y durante la bajamar. Se observa como para algunos oleajes del N justo en la zona central de la costa de San Felipe se produce un cambio en el transporte hacia aguas afuera.

Los oleajes de temporal, el comportamiento para los tres periodos de retorno estudiados es muy similar. El transporte potencial de sedimento toma dirección E → W cuando ocurren temporales procedentes del NNE y N, mientras que los temporales del NW hacen que el transporte tome dirección W → E. Los oleajes del N hacen que se produzcan vórtices en el transporte, tanto en La Bajilla, en la zona central de la costa de San Felipe y en las cercanías de la salida del barranco de San Felipe. Estos vórtices hacen que en la zona de La Bajilla se produzca un transporte hacia costa, mientras que en la zona central y en las cercanías del barranco este transporte sea hacia aguas fuera. En cuanto a los valores máximos rondan:

- Para oleajes de temporal con Tr 70 años, entre los 30 y 54 m³/h/ml.
- Para oleajes de temporal con Tr 100 años, entre los 28 y 54 m³/h/ml.
- Para oleajes de temporal con Tr 70 años, entre los 36 y 58 m³/h/ml.

2.7 Evaluación del riesgo al cambio climático

La evaluación del riesgo asociado al cambio climático permite identificar y abordar los impactos potenciales que pueden producirse, facilitando la definición de medidas de adaptación adecuadas para el área de intervención y de aquellas zonas críticas. En este apartado se analizan los principales factores de riesgo que afectan a la zona, como son la inundación costera, el aumento del nivel del mar y la erosión costera. A partir de este análisis, basado en fuentes de información de primer orden, se identifican de manera precisa los bienes y elementos que presentan mayor exposición y riesgo de verse afectados, proporcionando una base sólida para la planificación de acciones de adaptación y protección.

2.7.1 Antecedentes

Según el IPCC (2022), el cambio climático es un cambio en el estado del clima que puede identificarse por cambios en el valor medio en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante un periodo prolongado, normalmente décadas o más. El cambio climático puede deberse a procesos naturales internos naturales o forzamientos externos tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas y cambios antropógenos persistentes en la composición de la atmósfera o del uso de la tierra. En la actualidad el cambio climático debido a la influencia humana es inequívoco y está especialmente relacionado con el aumento en las concentraciones de los gases de efecto invernadero (GEI), y al cambio de los usos del suelo.

El cambio climático a su vez induce al aumento de los riesgos entendiendo estos según la definición del sexto informe del IPCC (2022) como la posibilidad de que se produzcan consecuencias adversas para los sistemas humanos y ecológicos debido a las interacciones dinámicas entre los peligros climáticos, la exposición y la vulnerabilidad humana y ecológica frente a las amenazas o peligros. Estas consecuencias incluyen los daños a la salud, la pérdida de vidas humanas, la afección a infraestructuras críticas, afecciones al tejido socioeconómico y alteraciones sobre los ecosistemas.

En este sentido, el riesgo se compone de distintas variables, en primer lugar, peligro o amenaza, que hace referencia a aquellos eventos o tendencias de carácter natural o antrópico que pueden llegar a causar la pérdida de vidas, daños en el tejido socioeconómico y/o natural. Además, estos peligros pueden ser de dos tipos, extremos como los fenómenos naturales adversos (sequía, lluvias torrenciales, etc.), o graduales (subida del nivel del mar, aumento de la temperatura).

En segundo lugar, la exposición, que alude a todas aquellas personas, bienes, ecosistemas infraestructuras, medios de vida, etc. que pueden verse afectados negativamente por los peligros – amenazas.

En tercer lugar, la vulnerabilidad, como la predisposición a ser afectado por el cambio climático y los distintos peligros, integrando conceptos y elementos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad para afrontarlo y adaptarse.



Figura 78. Componentes del riesgo

Fuente: 6º Informe del Grupo de Trabajo II del IPCC (AR6)

En este contexto de cambio climático, Canarias, como territorio insular tiene unas particularidades que lo convierte en un territorio frágil con un riesgo muy elevado (Fernández, 2008). Por un lado, el sistema humano, se caracteriza por la concentración de población en zonas costeras y un tejido socioeconómico centrado en el turismo favorecido por las condiciones climáticas existentes y vinculado fundamentalmente a los entornos litorales. Por otro lado, el sistema ecológico se caracteriza por una elevada biodiversidad, la cual es muy sensible a factores externos y se encuentra muy fragmentada por las actividades humanas.

Dichos factores, convierten a Canarias en un territorio especialmente expuesto amenazas como la sequía, las inundaciones costeras , el aumento del nivel del mar y el aumento de la temperatura (Vousdoukas et al., 2020), con una incidencia mayor en las islas más orientales y las de mayor densidad de población, como es el caso de Gran Canaria, donde se ubica el área de intervención.

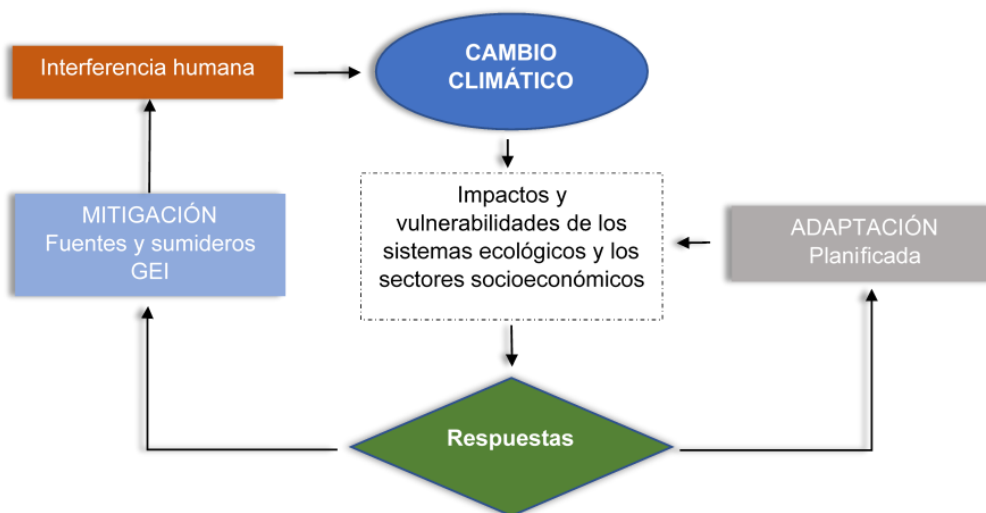


Figura 79. Adaptación, mitigación y estrategias complementarias

Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

De este modo, la implementación y desarrollo de medidas de adaptación a los efectos del cambio climático, se configura como la principal herramienta frente al cambio climático en el archipiélago ya que estas buscan limitar los riesgos derivados del clima, la vulnerabilidad de los sistemas naturales y humanos, así como la resiliencia de los mismos.

Bajo el amplio marco normativo vigente para combatir el cambio climático, integrando la adaptación a sus efectos adversos y la mejora de la resiliencia del territorio, encontramos distintas normativas y documentos de referencia de las que surgen actuaciones y proyectos que tienen como objeto la lucha contra el cambio climático y la adaptación a este. Entre estas normativas se encuentran:

I. Ley 7/2021 de Cambio Climático y Transición Energética. Que establece algunos criterios generales para las zonas costeras en el Título V, de medidas de adaptación a los efectos del cambio climático:

- Artículo 20. Consideración del cambio climático en la planificación y gestión del dominio público marítimo-terrestre.
- Artículo 21. Consideración del cambio climático en la planificación y gestión territorial y urbanística, así como en las intervenciones en el medio urbano, en la edificación y en las infraestructuras del transporte.

II. El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) 2021 – 2030. Que de forma específica respecto a las costas y el medio marino señala las siguientes directrices:

- Desarrollar herramientas para el análisis de riesgos y la definición de iniciativas de adaptación en la costa y el mar.
- Desarrollar iniciativas de adaptación y promover las soluciones basadas en la naturaleza para la estabilización y la protección de la línea de costa frente a los riesgos climáticos.
- Fomentar la toma en consideración de los riesgos costeros asociados al clima en la planificación territorial, de infraestructuras y urbanística en zonas de costa.
- Incorporar criterios de adaptación al cambio climático a la planificación y la gestión de las áreas marinas protegidas.

Y, además, establece distintas líneas de acción:

- Línea de acción 7.1. Desarrollo de herramientas para el análisis de riesgos y la definición de iniciativas de adaptación en la costa y el mar.
- Línea de acción 7.2. Cambios en el marco normativo para facilitar la adaptación en las costas y el mar.
- Línea de acción 7.3. Integración de los riesgos costeros en planes y programas que incluyen al espacio litoral.
- Línea de acción 7.4. Desarrollo de iniciativas de adaptación en el Dominio Público Marítimo Terrestre y espacios conexos.
- Línea de acción 7.5. Impulso a la coordinación institucional y la participación social para la adaptación en la costa y el mar.

III. La Ley 6/2022, de 27 de diciembre, de cambio climático y transición energética de Canarias. En él se definen las principales directrices de ordenación del litoral (disposición final tercera):

1. En el plazo máximo de cinco años a partir de la entrada en vigor de la presente ley, se formularán y aprobarán unas directrices de ordenación del litoral, destinadas a:
 - a) La liberación de usos en la franja litoral mediante la minimización de la presión urbana y de otros usos intensivos, la regeneración y recuperación de los ecosistemas costeros y del paisaje natural, así como de las distintas infraestructuras.
 - b) Bajo los principios de precaución, prevención de impactos y riesgos, adaptación de los hábitats costeros a las nuevas condiciones climáticas, fomento de la infraestructura verde costera y garantía de conservación para la continuidad sostenible del sector turístico como motor de la economía canaria, las directrices de ordenación del litoral establecerán criterios para el logro de tales objetivos a fin de reducir los riesgos sobre la población y potenciar el fortalecimiento y adaptación de los ecosistemas costeros.

2. En el marco de las directrices de ordenación del litoral y de las instrucciones técnicas de planeamiento, los instrumentos que lleven a cabo la ordenación urbanística del litoral realizarán un estudio específico de la zona de servidumbre del dominio público marítimo-terrestre; de las áreas de influencia para minimizar riesgos, hacer efectiva las servidumbres y aparcamientos, lograr la pervivencia de las especies y hábitats, tales como barrancos, saladares, áreas de inundación o zonas dunares y, cuando se apreciara necesario, en la zona de influencia de 500 metros, para facilitar las operaciones urbanísticas necesarias para dar cumplimiento a los objetivos de dichas directrices.

IV. Estrategia Insular de Adaptación al Cambio Climático e Impulso de la Economía Baja en Carbono en Gran Canaria. Primer documento a escala insular, publicado en 2018, que aborda la adaptación frente al cambio climático en sus diversas facetas (Cabildo de Gran Canaria, 2018). En el ámbito costero destaca la línea estratégica N.1 *Potenciación de la Conservación de la Biodiversidad Marina y Terrestre*. Esta línea de trabajo tiene entre sus acciones la denominada Acción N.1.2. *Restauración natural del litoral con riesgo de inundaciones marinas*, que impulsa las soluciones basadas en la naturaleza para la reducir los impactos de las inundaciones.

Para las franjas litorales la estrategia aboga por las siguientes directrices:

- Evitar las construcciones en los tramos costeros más susceptibles de inundaciones, a la par que realizar proyectos de restauración y con morfologías y vegetación más adaptadas a las intrusiones marinas, y eliminar las estructuras morfológicas en la costa (espigones y similares) proclives a crear riesgos de inundaciones catastróficas, y que generen playas artificiales a costa de crear áreas de erosión costera.

- Analizar y vigilar los ecosistemas costeros para diagnosticar por una parte los más vulnerables y por otra parte cuales pueden ser las mejores soluciones.
- Abordar la pérdida de recursos costeros: El ascenso del nivel del mar y el incremento del poder destructivo de los temporales costeros producen impactos diversos en el litoral, incluyendo retrocesos en la línea de costa.

Dentro de este marco normativo de referencia se han desarrollado algunas aproximaciones en la evaluación de riesgos climáticos en los espacios litorales. Entre ellos destacan algunos proyectos como el análisis de áreas costeras inundables (ARPSIs), cartografías de análisis de riesgo como RIESGOMAP, o el desarrollo de la iniciativa PIMA Adapta Costas que nos permiten evaluar el riesgo de distintas áreas del archipiélago y que aplicamos en este estudio al área de intervención.

La evaluación del riesgo al cambio climático permite identificar, analizar y priorizar los posibles impactos sobre los sistemas naturales y humanos (IPCC, 2023). Esta evaluación proporciona una visión integral que permite determinar los niveles de exposición, vulnerabilidad y sensibilidad de un área concreta frente a los eventos climáticos extremos y a los cambios graduales inducidos por el propio cambio climático. Donde Riesgo es el resultado de la combinación de Amenaza + Exposición + Vulnerabilidad ($R = A + E + V$).

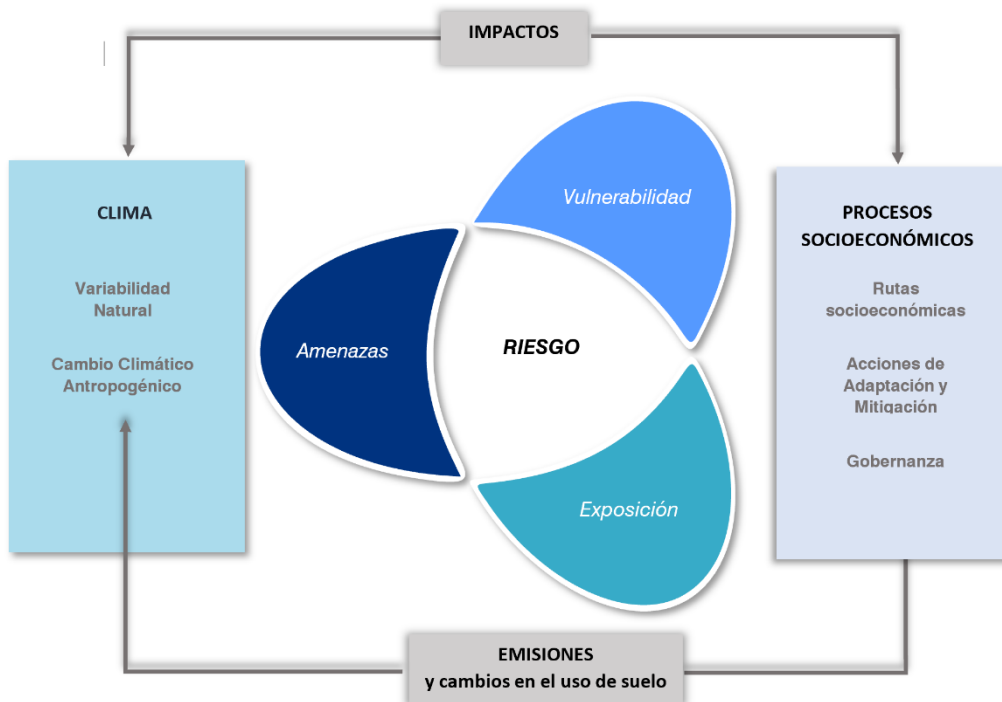


Figura 80. Conceptos centrales para la evaluación del riesgo

Fuente: IPCC (AR5, 2014)

En el proceso de evaluación del riesgo, se deben considerar aspectos clave como la identificación precisa de los elementos de riesgo, el ámbito geográfico y la escala temporal.



Figura 81. Evaluaciones de riesgos y vulnerabilidad el ciclo de la adaptación

Fuente: Adaptation Support Tool (Climate-ADAPT)

En definitiva, se han seleccionado y priorizado aquellos riesgos principales que afectan al núcleo de población, recopilando y analizando de forma exhaustiva toda la información disponible. Este proceso ha permitido realizar tanto una evaluación detallada de cada uno de los riesgos como la identificación de los elementos más vulnerables, incluyendo las infraestructuras y la población expuesta. Asimismo, se han localizado aquellos puntos críticos del barrio que presentan una mayor susceptibilidad frente a los procesos derivados del cambio climático, como la subida del nivel del mar, la erosión costera, las inundaciones costeras, etc. Dicho análisis se configura como una base para la toma de decisiones y la implementación de medidas adaptativas que protejan y mejoren la resiliencia del entorno y de la población residente.



Figura 82. Esquema general de la evaluación de riesgos

Fuente: Elaboración propia

2.7.2 Documentos de Referencia

2.7.2.1 Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación

Desde 2014 y en sus versiones más recientes, contamos con las Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSIs) desarrolladas por la Demarcación Hidrográfica de Gran Canaria. Este documento define los sectores de exposición en ámbitos costeros y genera una cartografía de probabilidad de inundación para dos periodos de retorno, T100 y T500. Para el entorno de San Felipe se identifica el ARPSI costero (ES120_ARPSI_0035) (Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria, 2023a), localizado en el ámbito urbano, sin incluir en su totalidad la playa de Vagabundos.



Figura 83. Zonificación de ARPSIs y tasas de retorno en el área de estudio

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MITECO

La metodología seguida para la definición del riesgo de inundación se centra en identificar la afección a la población y las actividades debido al riesgo potencial alto de inundación por mareas y oleaje con alta peligrosidad. Se incorpora también como variable de cálculo las afecciones que pudieran sufrir los hábitats de interés comunitario.

La cartografía resultante de la evaluación de los ámbitos expuestas muestra una mancha de inundación en su configuración más extrema. Se observa que solo tres inmuebles están fuera de la zona de riesgo por inundación, el resto de los edificios y el núcleo de población presentan riesgo de inundación tanto para un periodo de retorno de 100 años como para un periodo de retorno de 500 años.

2.7.2.2 Riesgomap

Por otra parte, el proyecto denominado “Prevención de Riesgos Naturales y Tecnológicos en la Planificación Territorial y Urbanística – RIESGOMAP”, genera una herramienta gráfica con mapas de riesgos específicos para el territorio insular. En el caso concreto de San Felipe, se asume el ámbito de inundación definido en el ARPSI 0035, sin embargo, este riesgo es estimado a partir de la peligrosidad identificada en el territorio, análisis de los elementos expuestos y la vulnerabilidad de estos.



Figura 84. Índice de Riesgo Costero Total en el área de estudio

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de RIESGOMAP

En este sentido, el riesgo costero total integra el riesgo económico y el riesgo social alcanzando valores medios y altos en la mayor parte de San Felipe, los valores están concentrados fundamentalmente en el ámbito urbanizado mientras que los valores medios en las áreas circundantes al área de intervención. Solo una pequeña parte del núcleo de población, que incluye tres de los inmuebles del casco urbano, no está en esta zonificación de riesgo costero.

2.7.3 PIMA Adapta Costas Canarias

El proyecto Plan de Impulso al Medio Ambiente para la Adaptación al Cambio Climático, y su aplicación en el archipiélago, ha permitido desarrollar la cartografía de riesgos en la costa denominado PIMA Adapta Costas Canarias. Enmarcado en el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, el documento realiza una detallada evaluación de riesgos climáticos en

las franjas costeras de Canarias, con el objetivo de estimar los impactos derivados del cambio climático en estas zonas. Entre los factores analizados se incluyen la inundación marina, la erosión costera y el aumento de la temperatura del agua, fenómenos que afectan tanto a los ecosistemas como a las comunidades costeras.

Además, el proyecto se enfoca en el análisis de los efectos socioeconómicos y ecológicos derivados de estos riesgos, proporcionando una visión integral sobre cómo las poblaciones y los entornos naturales pueden verse afectados, un enfoque que resulta clave para desarrollar estrategias de adaptación eficaces en las zonas más vulnerables.

De este modo, esta fuente de información adquiere una relevancia especial para el área de San Felipe, ya que sus características geomorfológicas, población, infraestructuras y su cercanía al mar lo exponen de manera significativa a los efectos adversos del cambio climático. Por tanto, los resultados obtenidos a partir de este proyecto se convertirán en una herramienta fundamental para gestionar y mitigar los riesgos climáticos en San Felipe asegurando una planificación más resiliente y sostenible.

2.7.3.1 Pérdida superficial de tramos costeros por erosión costera estructural (SNMM)

En cuanto a la pérdida superficial de las playas de arena debido a la erosión costera estructural por la subida del nivel medio del mar, observamos que el litoral del área de intervención alcanza los valores más altos de erosión, de hecho, analizando únicamente la isla de Gran Canaria, estas dos playas o tramos costeros se encuentran entre las 21 playas con un mayor porcentaje de pérdida superficial para 2100 en un escenario RCP8.5 de las 143 analizadas.



Figura 85. Porcentaje pérdida superficial-erosión costera estructural (SNMM), RCP8.5 P95 2100

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PIMA Adapta Costas Canarias

Tabla 29. Porcentaje de pérdida superficial por la erosión costera estructural (SNMM)

ISLA	2050		2100	
	CC MEDIO (RCP4.5-P50)	CC EXTREMO (RCP8.5-P95)	CC MEDIO (RCP4.5-P50)	CC EXTREMO (RCP8.5-P95)
Gran Canaria	8,27	10,58	32,19	50,22
Tenerife	11,43	14,76	37,94	56,40
Lanzarote	13,13	15,91	40,81	59,29
Fuerteventura	12,85	15,54	37,80	53,10
La Palma	8,03	10,34	27,18	44,16
La Gomera	4,95	7,96	21,92	34,15
El Hierro	3,80	5,61	16,65	28,21
<i>Promedio Islas Canarias</i>	<i>10,07</i>	<i>12,80</i>	<i>33,91</i>	<i>51,02</i>
Playa de San Felipe	17,3	22	60	100
Costa de San Felipe (1)	10,1	9	30	50,6
Costa de San Felipe (2)	16,1	18	54,6	87,1
Costa de San Felipe (3)	17,8	20,5	60	94,1

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PIMA Adapta Costas Canarias

Como se puede observar de los datos obtenidos, el área de intervención y su entorno costero presentan un alto grado de erosión costera estructural. Se prevé en los diferentes escenarios climáticos pérdidas notables de superficie de playa y anchos del frente litoral, con el retroceso de la costa de callados y bolos.

2.7.3.2 Infraestructuras críticas afectadas por procesos costeros

Con relación a las infraestructuras susceptibles de ser afectadas por procesos costeros, el PIMA Adapta identifica varios elementos de la red viaria en el área de estudio que podrían verse comprometidos. Entre ellos se destacan la carretera GC-751 en San Felipe y la GC-751 que va hacia San Felipe, ambos considerados afectados bajo el escenario climático RCP 8.5 proyectado para el año 2100. De manera más específica, en el núcleo de población se prevén posibles afectaciones significativas en dos de sus principales vías: la antigua GC-751 o Camino de San Felipe, y la Avenida Francisco Montesdeoca Suárez.

Superficie del viario afectado (%). RCP8.5 P95 2100 TR500

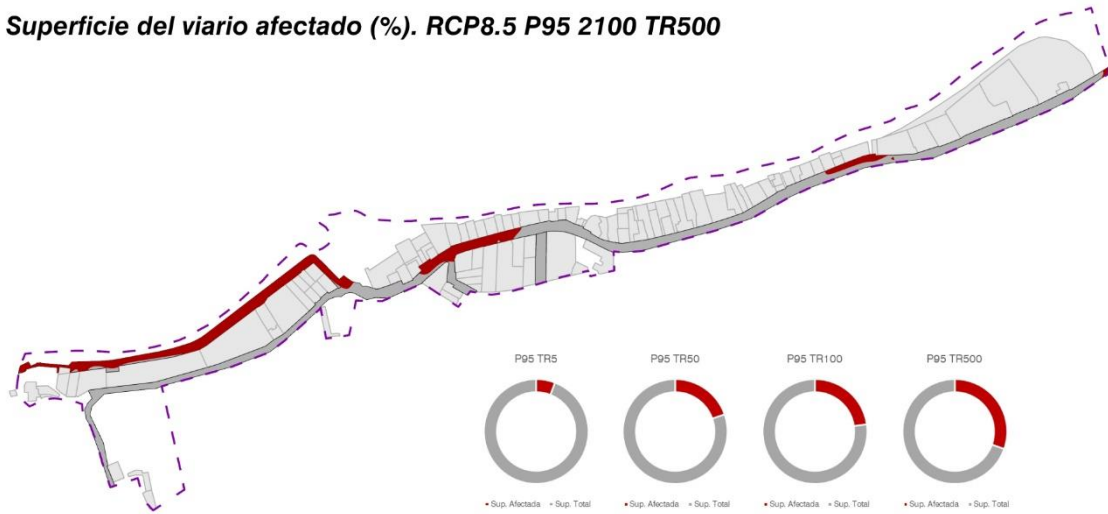


Figura 86. Porcentaje de superficie del viario afectado RCP8.5 P95 2100 TR 500

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PIMA Adapta Costas Canarias

Tabla 30. Porcentaje de superficie del viario afectado en los distintos escenarios climáticos

Superficie del viario afectado por procesos de inundación costera (%)				
Escenario climático	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500
RCP8.5 P95 2100	6,7	17,2	21,5	30,9
RCP8.5 P95 2045	0	0,5	5,4	14,9
RCP4.5 P95 2100	0,32	13,7	16,1	24,5
RCP4.5 P95 2045	0	0,5	6,4	15,4

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PIMA Adapta Costas Canarias

2.7.3.3 Riesgo global - Índice Sintético de Riesgos

Por otro lado, se observa que distintas áreas del San Felipe alcanzan valores moderados en el riesgo de índice sintético de PIMA Adapta. Tal y como indica el proyecto, el índice sintético “pretende aunar los daños probables de la erosión e inundación costera en 2050 y 2100 sobre la población (40%), la economía (30%), el patrimonio (15%), y los ecosistemas y hábitats terrestres (15%)”. Estos porcentajes definen, por tanto, el peso de cada componente en el cálculo del Índice.



Figura 87. Índice Sintético de Riesgos del área de estudio

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PIMA Adapta Costas Canarias

Para el área de intervención, se ha identificado un riesgo global promedio leve, con 4 áreas con un riesgo moderado. Cabe puntualizar, que, en el caso de San Felipe, el riesgo va a estar fundamentalmente asociado a la población ya que el resto de las variables integradas en este índice no son destacables para el área urbana. Por tanto, el peso relativo del riesgo se ve mermado como mínimo en un 50% por la inexistencia de elementos económicos, patrimoniales y medioambientales de alto valor. Solo se identifica un hábitat de interés comunitario (situado en la desembocadura del Bco. de Moya) y tres elementos dentro del catálogo municipal de protección, de los cuales dos de ellos están en áreas con un riesgo moderado.

2.7.3.4 Zonas de alto riesgo acumulado

En último lugar, en relación con el riesgo acumulado de las franjas costeras analizadas por el proyecto PIMA Adapta, el área de intervención se ubica en una de estas de zonas de alto riesgo acumulado. La zonificación de esta área de alto riesgo corresponde a la franja litoral en paralelo a la autovía GC-2, un tramo de costa entre San Felipe y El Puertillo de Bañaderos. Para la franja, el PIMA da un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 3,5. Además, indica que los procesos costeros involucran riesgos principalmente sobre asentamientos urbano-residenciales desarrollados a lo largo de la línea de costa en todo este tramo, incluyendo también la carretera costera que los comunican (GC-2) y afecciones puntuales en terrenos agrícolas productivos.



Figura 88. Tramo costero identificado como zona de alto riesgo acumulado

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PIMA Adapta Costas Canarias

2.7.4 Riesgos asociados a la inundación y erosión costera en San Felipe

El área de estudio se sitúa en un ámbito costero cuyos procesos asociados al cambio climático suponen un riesgo significativo para la población. El PIMA Adapta ha identificado los principales factores que afectan a esta franja del litoral insular, permitiendo así contar con una base de datos sólida para evaluar y planificar las medidas de adaptación. A partir de esta información, es posible detallar las áreas, elementos y viviendas de San Felipe que son más susceptibles de verse afectadas frente a estos procesos en los diversos escenarios climáticos y a lo largo de diferentes horizontes temporales. Esta evaluación no solo permite identificar las zonas más vulnerables, sino también establecer qué áreas requieren una reordenación espacial, la definición de nuevas pautas en su planeamiento o la implementación de proyectos específicos para la adaptación al cambio climático en el contexto del cambio global.

2.7.4.1 Afecciones derivadas de los procesos de inundación costera

Las afecciones derivadas de los procesos de inundación costera han sido analizadas para los distintos escenarios climáticos proyectados a 2045 y 2100 como puede observarse a continuación.

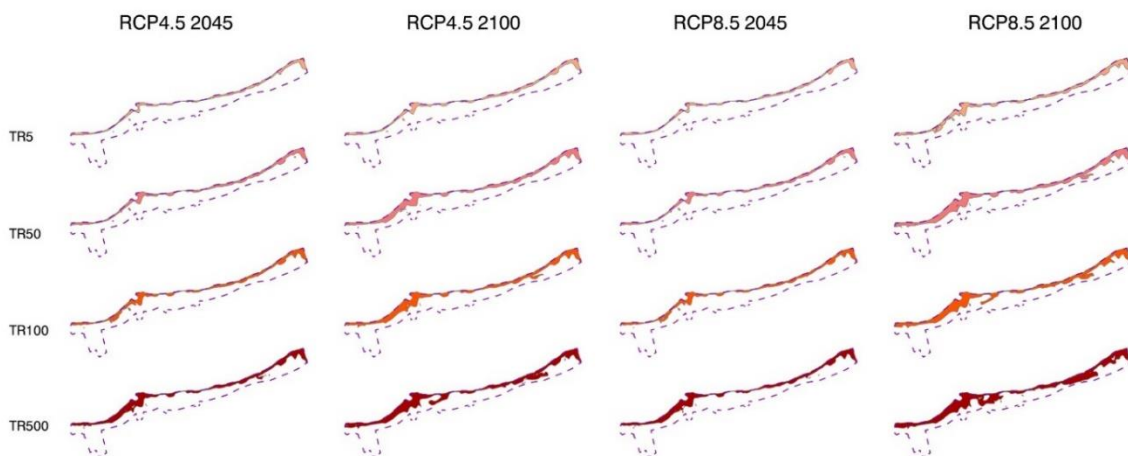


Figura 89. Afecciones derivadas de los procesos de inundación y escenarios climáticos

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PIMA Adapta Costas Canarias

En el caso de San Felipe, podemos observar una afección muy notable con implicaciones sobre bienes materiales y personas. En este sentido, las proyecciones apuntan a afecciones cercanas al 40% del núcleo de población, donde se ubican hasta el 90% de las viviendas del barrio.

Superficie del núcleo de población afectado (%). RCP8.5 P95 2100 TR500

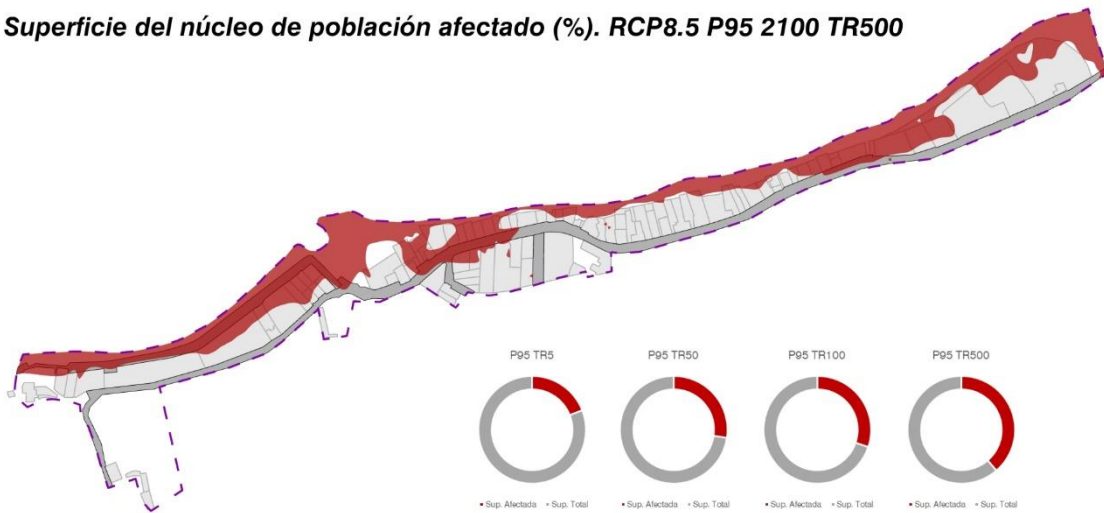


Figura 90. Porcentaje del núcleo de población afectado RCP8.5 P95 2100 TR500

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PIMA Adapta Costas Canarias

Tabla 31. Porcentaje de superficie del núcleo de población afectado y escenarios climáticos

Superficie del núcleo de población afectada por procesos de inundación costera (%)				
Escenario climático	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500
RCP8.5 P95 2100	19,1	27,4	30,2	38,7
RCP8.5 P95 2045	12,0	15,7	18,4	24,2
RCP4.5 P95 2100	15,0	22,9	25,9	32,9
RCP4.5 P95 2045	11,9	15,8	18,8	25,1

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PIMA Adapta Costas Canarias

En cuanto a las parcelas catastrales afectadas por inundación costera, se observan diferencias notables en función de distintos escenarios climáticos y tasas de retorno con valores mínimos en los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 P95 proyectado a 2045 con una tasa de retorno de 5 años que llega a afectar al 14% de las parcelas del núcleo de población. En cambio, los valores máximos, corresponden a el escenario RCP8.5 P95 en 2100 para una tasa de retorno de 500 años donde se observa que el 66% de las parcelas de San Felipe se verán afectadas.

Parcelas catastrales afectadas (%). RCP8.5 P95 2100 TR500

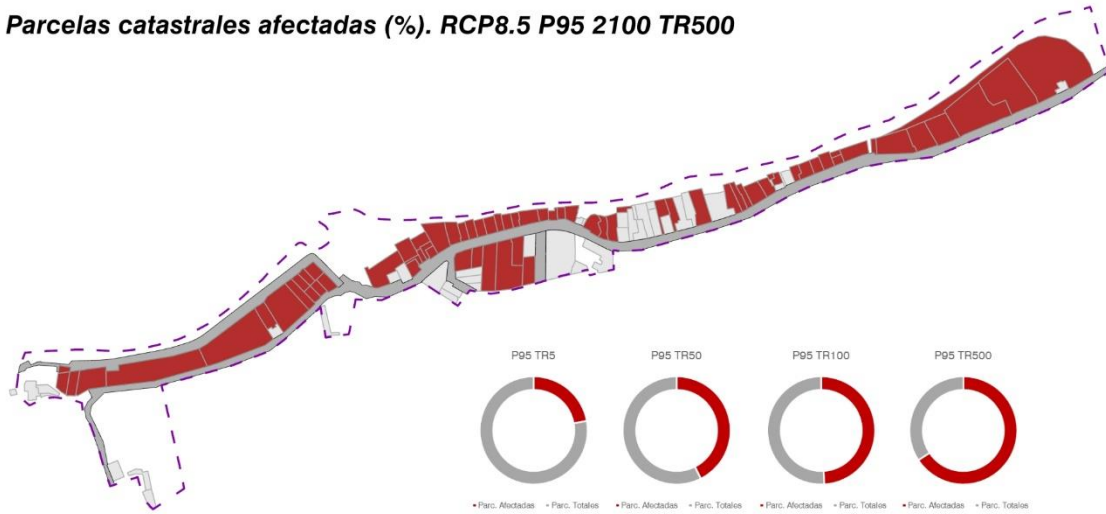


Figura 91. Porcentaje de parcelas catastrales afectadas RCP8.5 P95 2100 TR500

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PIMA Adapta Costas Canarias

Tabla 32. Porcentaje de parcelas catastrales afectadas y escenarios climáticos

Parcelas catastrales afectadas por procesos de inundación costera (%)				
Escenario climático	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500
RCP8.5 P95 2100	22,4	43	49,5	66,4
RCP8.5 P95 2045	14	17,8	23,4	38,3
RCP4.5 P95 2100	16,8	34,6	41,1	55,1
RCP4.5 P95 2045	14	18,7	23,3	39,2

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PIMA Adapta Costas Canarias

Al igual que sucede con las parcelas, los valores oscilan del mismo modo, en este sentido en los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 P95 proyectado a 2045 con una tasa de retorno de 5 años el 46,5% de las viviendas se verían afectadas mientras que el valor máximo se alcanza con un RCP8.5 P95 en 2100 con una tasa de retorno de 500 años, llegando a afectar a casi el 89% de las viviendas del barrio.

Affected Dwellings (%). RCP8.5 P95 2100 TR500

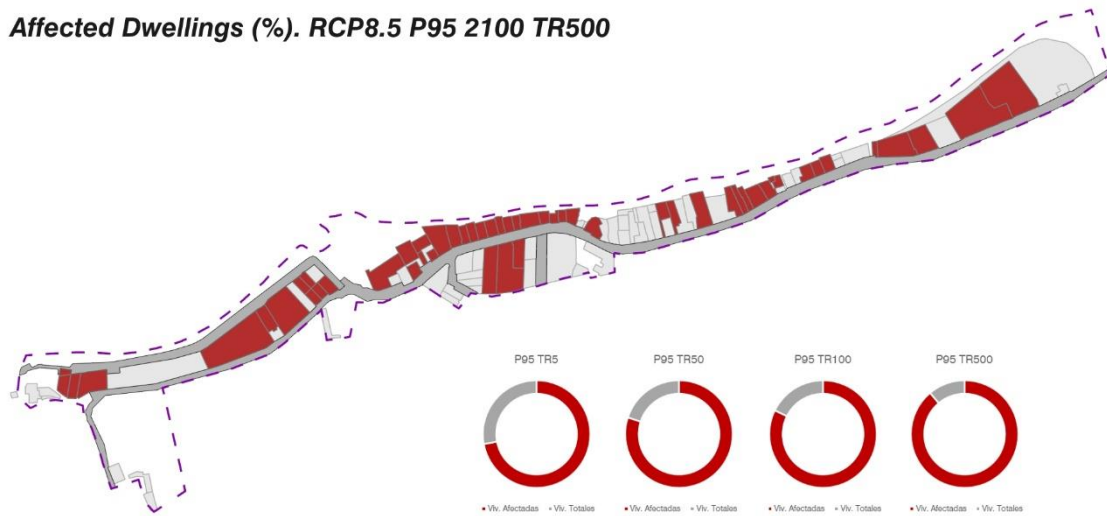


Figura 92. Porcentaje de viviendas afectadas RCP8.5 P95 2100 TR500

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PIMA Adapta Costas Canarias

Tabla 33. Porcentaje de viviendas afectadas y escenarios climáticos

Viviendas afectadas por procesos de inundación costera (%)				
Escenario climático	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500
RCP8.5 P95 2100	72,0	80,1	82,3	88,9
RCP8.5 P95 2045	46,5	70,1	71,9	78,2
RCP4.5 P95 2100	48,3	76,7	79,3	83,4
RCP4.5 P95 2045	46,5	70,1	71,9	78,2

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PIMA Adapta Costas Canarias

Los datos obtenidos muestran un alto grado de exposición, incluso en escenarios más favorables RCP4.5 y con periodos de retorno reducidos. Existen evidencias claras del fenómeno con impactos severos en las viviendas del frente marítimo. En el verano de 2024, tres viviendas se vieron afectadas por el fuerte oleaje.

2.7.4.2 Afecciones derivadas por cambios de la línea de costa

Con relación al cambio estructural del ámbito costero de San Felipe, entendido este como el cambio permanente (o de largo plazo) en la posición media de la línea de costa influenciado por el aumento del nivel medio del mar y el oleaje, los datos nos permiten identificar procesos directos de retroceso o de avance de la línea de costa. Obtenido restando la posición media de la línea de costa actual (2020) a la posición media de la línea de costa futura (2045 y 2100), se detectan los siguientes resultados:



Figura 93. Cambio estructural de la línea de costa en San Felipe, RCP8.5 P95 2100

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PIMA Adapta Costas Canarias

Tabla 34. Cambio estructural de la línea de costa en San Felipe y escenarios climáticos

Cambio Estructural - AOI			
Escenario climático	MIN	MÁX	PROMEDIO
RCP8.5 P95 2100	1,3	22,9	9,5
RCP8.5 P95 2045	0,9	15,6	6,4
RCP4.5 P95 2100	0,3	4,8	1,9
RCP4.5 P95 2045	0,2	4,8	1,7

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PIMA Adapta Costas Canarias

Además, se han identificado los retrocesos extremos de la línea de costa ante los principales escenarios climáticos con unas tasas de retorno de 5, 25 y 50 años. Podemos observar así cómo ante todas las proyecciones, el retroceso mínimo de la línea de costa es mayor a 10 metros llegando a valores máximos de 47,5 metros para 2100 en el escenario RCP8.5 y con una Tasa de Retorno de 50 años.

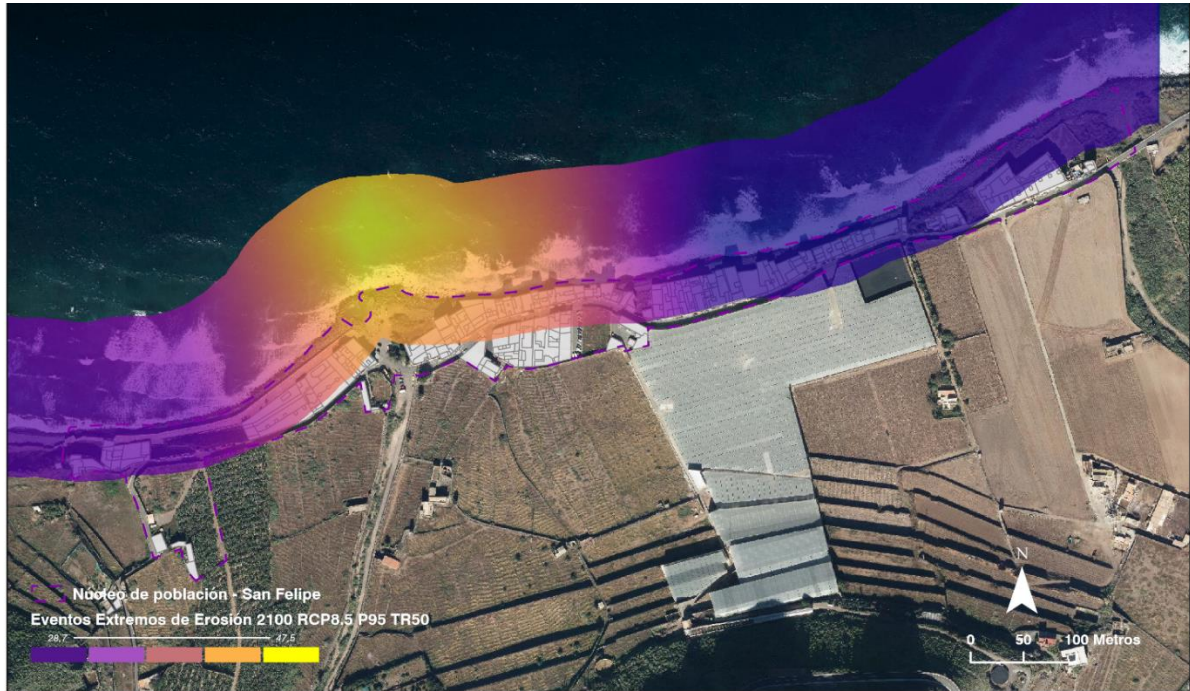


Figura 94. Eventos extremos de erosión, cambios sobre la línea de costa, RCP8.5 2100 TR50

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PIMA Adapta Costas Canarias

Tabla 35. Retroceso de la línea de costa por eventos extremos y escenarios climáticos

Escenario climático	Retrocesos extremos de la línea de costa			
	TR5 Promedio	TR25 Promedio	TR50 promedio	Máx
RCP8.5 P95 2100	26,8	31,0	32,8	47,5
RCP8.5 P95 2045	12,6	16,3	17,9	32,1
RCP4.5 P95 2100	19,7	23,1	24,5	37,1
RCP4.5 P95 2045	13,3	17,4	19,2	35,3

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PIMA Adapta Costas Canarias

Con relación al análisis digital de la línea de costa (DSAS) realizado mediante el software del USGS y utilizando las líneas de costa digitalizada de los años 1955, 1977, 1998 y 2020, se ha identificado una regresión significativa en gran parte del litoral San Felipe, especialmente en aquellos ámbitos costeros donde no se han construido mecanismos de defensa como escolleras.

De este modo, el paseo marítimo y su escollera se presenta como la única área donde se ha registrado una ganancia a lo largo de la serie temporal ya que es la zona principal donde ha habido ganancias en los cambios netos de la línea de costa con valores máximos de 14 metros, así como un valor positivo en la tasa de regresión lineal con valores máximos de 0,2 m/año, definiendo la acreción en el tramo costero. En cambio, la erosión es generalizada para el resto del tramo costero con valores netos de pérdida de costa de hasta 25 m en zonas de callados debido al gran dinamismo de este tipo de playas y una tasa de regresión de 0,32 m/año en algunos sectores. En este sentido, la erosión es mayor en la playa de Vagabundos y entre el tramo de la desembocadura del barranco de San Felipe y de Moya, pero es notable en el resto de la franja de estudio a excepción del paseo marítimo.

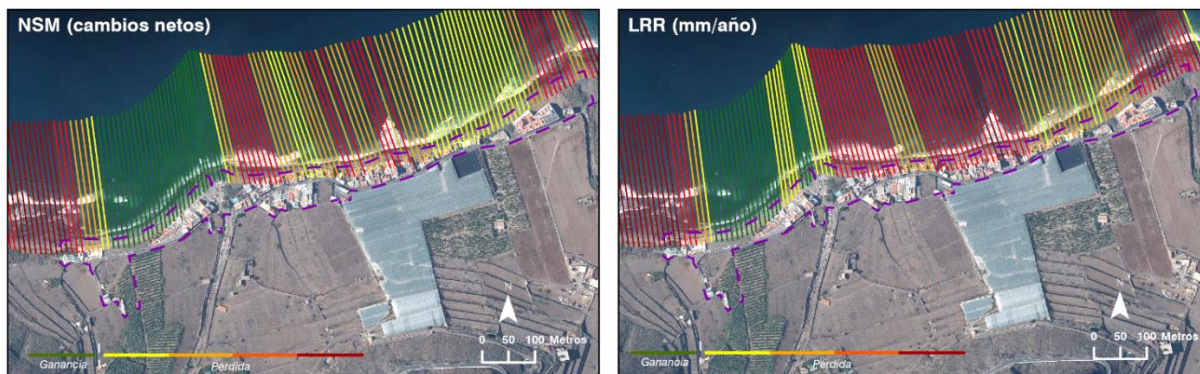


Figura 95. Cambios netos y regresión media anual. 1955 - 1977 - 1998 – 2020

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36. Cambios netos de la línea de costa y regresión media anual

Cambios netos de la línea de costa (NSM) (m)		Tasa de regresión lineal (LRR) (m/año)	
Valor promedio (pérdida)	-7,6	Valor promedio (pérdida)	-0,13
Valor mínimo (pérdida)	-25,8	Valor mínimo (pérdida)	-0,32
Valor máximo (aumento)	14,01	Valor máximo (aumento)	0,2

Fuente: Elaboración propia

2.7.5 Índice de Vulnerabilidad Costera de San Felipe (CVI)

El Índice de Vulnerabilidad Costera (CVI) es un índice desarrollado por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) adaptado del índice de vulnerabilidad de Gornitz et al. (1994) y de sensibilidad de Shaw et al. (1998) constituyéndose como uno de los índices más ampliamente empleados para la evaluación de la vulnerabilidad costera en un marco de cambio climático, aumento del nivel del mar y erosión e inundación costera (Ramieri et al., 2011). El índice se constituye por una ecuación que permite evaluar dicha vulnerabilidad a partir de la integración de distintas variables:

$$CVI = \sqrt{\frac{a * b * c * d * e * f}{6}}$$

Figura 96. Fórmula para el cálculo del CVI

Fuente: USGS

Donde a, b, c, d, e y f, representan los valores de riesgos asociados a las variables de geomorfología, pendiente de la costa, tasa de variación del nivel del mar, tasa de erosión/acumulación de la costa, rango de marea medio y altura de la ola media, respectivamente. Una vez analizadas estas variables se definen categorías para cada una de ellas con valores del 1 al 5 siendo 1 el menor rango de vulnerabilidad y 5 el más alto.

El análisis de cada una de estas variables se ha llevado a cabo a partir de fuentes primarias (LiDAR, Ecocartográfico, Topobatiométrico, etc.), pero se han establecido modificaciones puntuales de algunas categorías propuestas en el propio índice, como es el caso de la caracterización geomorfológica al ser algunas de estas no representativas en el ámbito insular

e incluyendo otras de relevancia en la isla (Plataforma de abrasión, playa de callaos, etc.).

Tabla 37. Variables que integran el análisis del índice de vulnerabilidad costera (CVI)

Vulnerabilidad	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
Variable	1	2	3	4	5
Geomorfología	Acantilados de costa alta	Acantilados de costa baja <u>Rocas</u> Diques Espigones Puertos Muelles	Plataformas de <u>abrasión</u> Barras	<u>Playas de callaos</u>	<u>Playas de arena</u>
Pendiente	=> 8%	<u>8% - 4%</u>	<u>4% - 2%</u>	<u>2% - 1%</u>	< 1%
Cambio relativo del nivel del mar (mm/año)	< 1,8	1,8 - 2,5	2,5 - 2,95	2,95 - 3,16	<u>> 3,16</u>
Erosión-acreción de la línea de costa (m/año)	> 2	2 - 1	<u>1 / -1</u>	-1 / -2	< -2
Rango mareal medio	Acreción >6	6 - 4,1	Estable 4 - 2	<u>1,9 - 1</u>	Erosión < 1
Altura media de la ola	< 0,55	0,55 - 0,85	0,85 - 1,05	1,05 - 1,25	<u>> 1,25</u>

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la USGS

En el caso de San Felipe, tras haber segmentado la línea de costa en tramos de 50 metros, el CVI calculado indica una vulnerabilidad costera alta en la mayor parte de la franja litoral del núcleo de población, llegando a ser muy alta en el margen de la playa de arena de San Felipe y moderada justo en la parte de la desembocadura del barranco de Moya.



Figura 97. Índice de Vulnerabilidad Costera (CVI) en San Felipe

Fuente: Elaboración propia

La subida del nivel del mar se constituye como una de las principales amenazas derivadas del cambio climático en las zonas costeras especialmente en aquellos contextos geográficos donde la población, los bienes, infraestructuras y economía se concentra en el litoral como es el caso de los territorios insulares, y el área de intervención. El aumento del nivel del mar implica consecuencias directas sobre las inundaciones y la erosión costera. En el caso del área de intervención se ha identificado que el nivel medio del nivel del mar ha fluctuado considerablemente, de hecho, para la serie temporal de 1992 – 2022 del mareógrafo de Las Palmas 2 (Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, s.f.), la tasa de subida del nivel del mar es de 3,98 mm/año.

Valores promedios del Nivel del Mar (1992 - 2022)

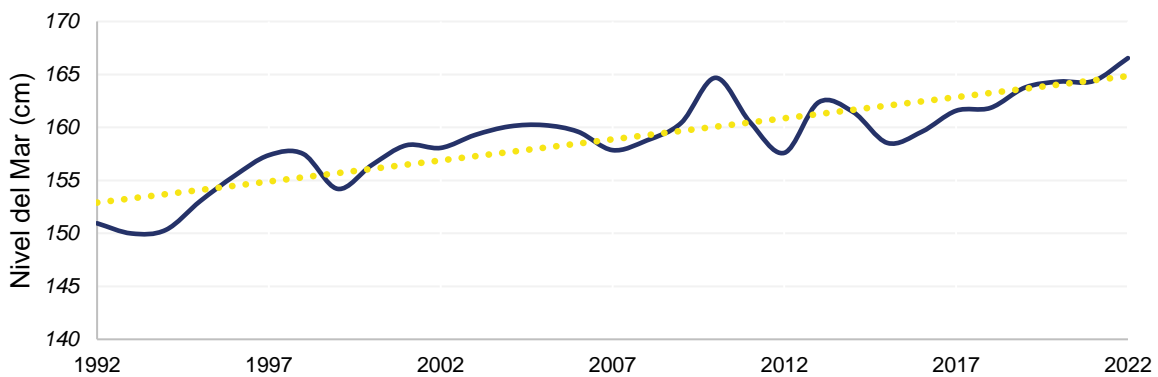


Figura 98. Valores promedios del Nivel del Mar, Mareógrafo de Las Palmas 2 (1992 - 2022)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Puertos del Estado

Algunas proyecciones, como las elaboradas de forma conjunta entre el IPCC y la NASA para Las Palmas de Gran Canaria (puerto) apuntan a un aumento del nivel el mar en 2050 que van de los 0,26 m a 0,30 metros en el peor escenario SSP5-8.5.

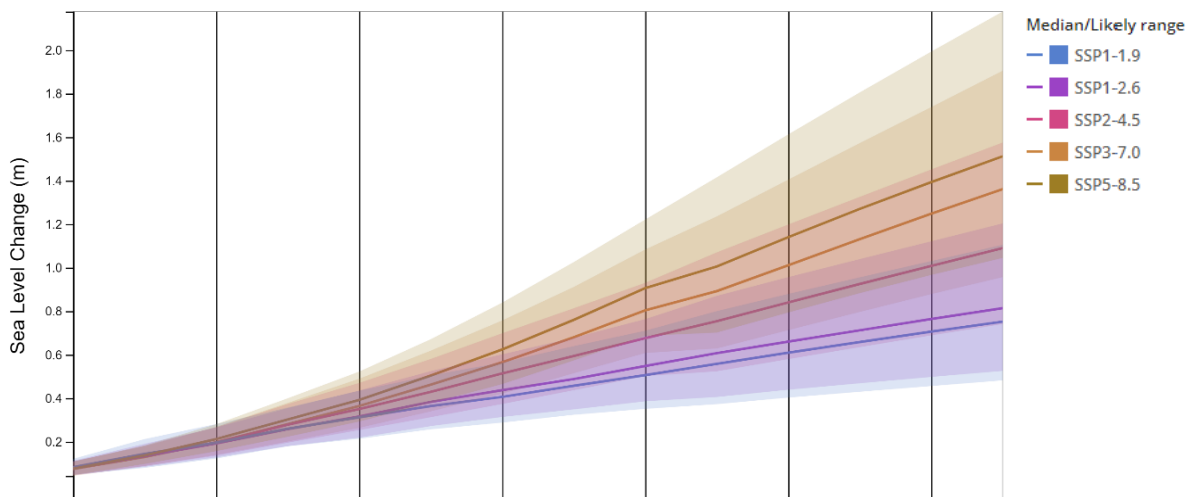


Figura 99. Subida del nivel del mar proyectado en los diferentes escenarios SSP

Fuente: Sea Level Projection Tool (NASA), IPCC Grupo de Trabajo I (AR6)

En el caso del área de intervención, se estiman aumentos en el nivel del mar que van desde los 13 cm en 2030 hasta 1,5 metros en 2150 bajo un escenario climático SSP5-8.5. Lo que podría suponer un retroceso costero de hasta 18,5 metros hacia el interior en aquellas zonas de menor cota y pendiente de la franja litoral.

Tabla 38. Subida del nivel del mar proyectado en los diferentes escenarios SSP

Escenario	Cambio del nivel del mar proyectado (m) (confianza media - cuantil 50)												
	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100	2110	2120	2130	2140	2150
SSP1-1.9	0,14	0,19	0,26	0,31	0,36	0,40	0,45	0,49	0,55	0,59	0,64	0,69	0,73
SSP1-2.6	0,13	0,19	0,25	0,31	0,38	0,43	0,48	0,54	0,59	0,65	0,70	0,75	0,80
SSP2-4.5	0,13	0,19	0,27	0,34	0,42	0,51	0,59	0,67	0,75	0,83	0,91	1,00	1,08
SSP3-7.0	0,13	0,19	0,28	0,36	0,46	0,56	0,68	0,80	0,89	1,01	1,12	1,24	1,35
SSP5-8.5	0,13	0,21	0,30	0,39	0,50	0,62	0,76	0,90	1,00	1,13	1,26	1,39	1,51

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Sea Level Projection Tool (NASA) e IPCC Grupo de Trabajo I (AR6)



Figura 100. Áreas de retroceso costero por SLR según cotas (0,1; 0,5; 1,0; 1,5)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Sea Level Projection Tool (NASA)

Con el análisis de Vulnerabilidad Costera y los datos obtenidos de exposición y sensibilidad del espacio construido se detectan dos áreas principales plausibles para la localización de intervenciones de adaptación. Con las tareas a realizar en la fase de Diagnóstico, a través de la evaluación y validación de técnicos y con la participación pública se concretará el sector de intervención idóneo.



Figura 101. Posibles áreas de retroceso por SLR según cotas (0, 1; 0,5; 1,0; 1,5). (Detalle)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Sea Level Projection Tool (NASA)

Las condiciones iniciales determinan estos dos ámbitos preferentes, el primero se sitúa en el área central del núcleo de población de San Felipe (ÁMBITO 1) y abarca un frente de 14 edificaciones. Concretamente las edificaciones sobre las parcelas identificadas con el número 6 al 18, equivalente a los números postales 41 al 56. La longitud del Ámbito 1 es de 125 metros.

El segundo ámbito (ÁMBITO 2) está situado en el área oriental que abarca un total de 8 edificaciones junto al espacio deportivo (antiguo centro educativo) y la estación de bombeo de aguas residuales. Se trata de las parcelas 19 a 27, identificadas con los números postales 11 al 20. El frente litoral de este ámbito tiene una longitud de 86 metros.



Figura 102. Delimitación de ámbitos de mayor riesgo a la subida del nivel del mar

Fuente: Elaboración propia

3 Consideraciones finales

La **evolución histórica** del barrio de San Felipe revela un proceso de crecimiento caracterizado por un desarrollo espontáneo y no regulado nacido en torno a la agricultura y desarrollado a lo largo de la franja costera. El espacio público de la zona requiere también de una mejora de la calidad urbana, ofreciendo espacios para el disfrute del peatón y facilitando la ordenación del tráfico. Estos factores, junto con la antigüedad del parque inmobiliario, refuerzan la necesidad estrategias de planificación urbana más sostenibles y adaptadas al contexto actual de exposición y riesgo al cambio climático.

El análisis ha mostrado también una **rica biodiversidad** de flora y fauna, destacando su capacidad de albergar especies endémicas y protegidas bajo diversas figuras de protección, lo que refleja su importancia ambiental. En el medio marino, se identifican comunidades de algas, algunas de ellas protegidas, y varias especies de moluscos y crustáceos. El entorno del área de intervención muestra un alto grado de antropización, lo que ha derivado en una escasez de vegetación. Las especies más representativas en esta área son el tarajal (*Tamarix canariensis*) y el saladillo (*Atriplex ifniensis*), que se encuentran principalmente en la desembocadura del barranco de Moya. A pesar de la evidente pérdida de biodiversidad, se han identificado especies singulares y algunas en peligro de extinción, lo que resalta la necesidad de conservar y restaurar los espacios donde estas especies se desarrollan. Finalmente, el "Inventario de Vulnerabilidad y Riesgos de la Biodiversidad de Gran Canaria frente al Cambio Climático" (CIEGC, 2016) señala que el cambio climático podría provocar la proliferación de especies introducidas, lo que representa un desafío adicional para la biodiversidad en el área. Esto subraya la importancia de implementar una gestión ambiental preventiva para mitigar los impactos negativos y proteger los ecosistemas locales.

Respecto a las **afecciones** de la normativa y el planeamiento existente, el área de intervención está supeditada a la normativa sectorial y a la ordenación urbanística y territorial insular. En primer lugar, en lo que se refiere a la **ordenación territorial**, el Plan Insular de Ordenación (PIO), a través del Plan Territorial Parcial 15 (PTP-15), define una serie de actuaciones estratégicas, destacando la ordenación del frente litoral mediante un paseo marítimo peatonal y la conexión vial por el sur, evitando la actual situación de fondo de saco.

En segundo lugar, desde el **planeamiento municipal**, el Plan General de Ordenación (PGO) del municipio ordena la zona estableciendo las diferentes categorías y clases de suelo, así como los usos permitidos en la zona. En cuanto a los condicionantes estructurales de la ordenación San Felipe, se identifica la ubicación parcial de edificaciones dentro del Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), lo que genera un conflicto con la legislación vigente de Costas. Por ello, el PGO incluye el "Plan Especial de Fachada Litoral de San Felipe", en el cual se establecen una serie de determinaciones orientadas a la recuperación de las servidumbres del DPMT y la construcción del paseo marítimo.

El **análisis patrimonial** y paisajístico de San Felipe revela un notable valor histórico y cultural que se extiende desde la época prehistórica hasta finales del siglo XX. Este patrimonio

incluye una variedad de elementos protegidos, como infraestructuras agrícolas e hidráulicas, así como estructuras religiosas y defensivas. La Ermita de San Felipe, fundada en 1672, es uno de los elementos más significativos, y los bancales agrícolas, aunque muchos están en abandono, siguen siendo un testimonio de la arquitectura tradicional canaria y están protegidos por diversos catálogos. Destaca en la zona de intervención, la antigua escuela, situada en el área centro oriental del casco urbano. Además, el área cuenta con un patrimonio azul que atrae a turistas y deportistas, especialmente en actividades acuáticas como el surf, lo que añade valor a su litoral. Se han identificado algunas olas de interés para la práctica de deportes náuticos y, finalmente, la existencia de posibles elementos del patrimonio subacuático, aún por explorar.

El **análisis socioeconómico** de la zona se ha desarrollado en una sección censal compuesta por el propio núcleo de población. El área cuenta con 290 residentes. San Felipe presenta una estructura demográfica con tendencia al envejecimiento. Se produce en la actualidad un proceso de transformación del parque de viviendas, incrementándose la presencia de segundas residencias y de viviendas vacacionales.

Respecto a la **dinámica costera**, teniendo en cuenta los datos del clima marítimo para el régimen medio, se ha observado una rotura del oleaje de tipo *plunging*, con alturas que varían entre los 1,50 y 3,30 metros con intervalos de profundidad entre -1,5 y -3,5 metros, en función de la estación del año. Para el régimen extremal, la rotura del oleaje es de tipo *spilling*, donde las alturas de rotura varían entre los 5,10 y 8,22 metros, en función de la dirección de procedencia. Los intervalos varían entre las profundidades de -6,80 y -12,80 metros. El oleaje que mayor altura presenta es el procedente del NNW, y el que menor altura presenta es el procedente del WNW. El análisis realizado también aporta datos sobre el comportamiento en perfil de la costa de San Felipe, para el que se han analizado la profundidad a la que el sedimento deja de moverse por la influencia del oleaje (Límite de Transporte Significativo o LTS). Los resultados del análisis de la dinámica costera han permitido confirmar las hipótesis de partida para la implantación de un charco de manera que sirva de protección y disipador de energía, al tiempo que no afecta a las olas.

Por último, a partir del **análisis de Vulnerabilidad Costera al cambio climático** y los datos obtenidos de exposición y sensibilidad del espacio construido, se detectan dos ámbitos principales plausibles para la localización de intervenciones de adaptación:

- El primero se sitúa en el área central del núcleo de población de San Felipe (ÁMBITO 1) y abarca un frente de 15 edificaciones, entre los números postales 41 y 56.
- El segundo ámbito (ÁMBITO 2) está situado en el área oriental que abarca un total de 8 edificios junto al espacio deportivo y la estación de bombeo de aguas residuales. Se trata de las viviendas identificadas con los números postales 11 al 20.

Con la información obtenida a lo largo de las diversas subtarefas que conforman el WP2, se puede abordar en las próximas fases el diagnóstico técnico y participativo, que permita definir el ámbito de actuación final y las implicaciones de la intervención.

4 Referencias

AEMET (2016). Catálogo-Guía de Fenómenos Meteorológicos Adversos que afectan a la Isla de Gran Canaria. Agencia Estatal de Meteorología, 104 pp. Accesible en: <https://www.energiagrancanaria.com/wp-content/uploads/2019/03/catalogofmagran-canariaaemet.pdf>

Afonso, J. A. (2023a). 'Criterios para la elección del punto WANA-SIMAR y dudas más frecuentes. En: Apuntes VI Maestría Interuniversitaria en Ingeniería de Puertos y Costas, ULL - ULPGC. Octubre, 2023.

Afonso, J. A. (2023b). 'Determinación del temporal de cálculo en las obras marítimas. Obtención de las Hs a pie de obra, análisis de la no rotura'. En: VI Maestría Interuniversitaria en Ingeniería de Puertos y Costas, ULPGC – ULL. Noviembre, 2023.

Afonso, J. A. (2023c). 'Determinación del temporal de cálculo en las obras marítimas. Obtención de las Hs a pie de obra, análisis de la ola rota. En: Apuntes VI Maestría Interuniversitaria en Ingeniería de Puertos y Costas, ULPGC – ULL. Noviembre, 2023.

Afonso, J. A. (2023d). 'Determinación del temporal de cálculo en las obras marítimas. Obtención de las Hs a pie de obra, análisis particular de la rotura. En: Apuntes VI Maestría Interuniversitaria en Ingeniería de Puertos y Costas, ULPGC – ULL. Noviembre, 2023.

Afonso, J. A. (2024). 'Análisis del perfil de formaciones sedimentarias costeras. En: Apuntes VI Maestría Interuniversitaria en Ingeniería de Puertos y Costas, ULPGC – ULL.

Ayuntamiento de Santa María de Guía (2017). Plan General de Ordenación de Santa María de Guía. Aprobación definitiva 8 de mayo de 2017. Boletín Oficial de Canarias, 17 de mayo de 2017, n. 94. <https://plangeneralguiagc.es/PGO2017/inicio.html>

Bosman, D.E., Scholtz, D.J.P. (1982). A Survey of Man-Made Tidal Swimming Pools along the South African Coast. Coastal Engineering, 2504-2513. <https://doi.org/10.1061/9780872623736.152>

Cabildo de Gran Canaria (2018). Estrategia Insular de Adaptación al Cambio Climático e Impulso de la Economía Baja en Carbono en Gran Canaria. Interreg/MAC 2014-2020, 134 pp. Accesible en: <https://www.energiagrancanaria.com/descargas/estrategia-de-adaptacion-al-cc-gran-canaria-20212709.pdf>

Cabildo de Gran Canaria (2023). Plan Territorial Parcial Ordenación del Litoral del Norte, Arucas, Moya, Sta. M.^a de Guía (PTP-15). Aprobación definitiva 6 de febrero de 2023. Boletín Oficial de Canarias, 16 de febrero de 2023, n. 33 https://planesterritoriales.idegrancanaria.es/?ucode=PTP-15_20220930_PLENO_APDEF

Cabildo de Gran Canaria, FEDAC (s.f.). Carta etnográfica de Gran Canaria. <https://fichacarta.fedac.org/>

Chazarra-Bernabé, A., Flórez García, E., Peraza Sánchez, B., Tohá Rebull, T., Lorenzo Mariño, B., Criado, E., ... & Botey, M. R. (2018). Mapas climáticos de España (1981-2010) y ETo (1996-2016). Agencia Estatal de Meteorología

CIEGC (2016). "Inventario de Vulnerabilidad y Riesgos de la Biodiversidad de Gran Canaria frente al Cambio Climático. Especies Exóticas Invasoras e Incendios Forestales". En: *Diagnóstico de Riesgos y*

Vulnerabilidades y adaptación al cambio climático en la isla de Gran Canaria, Cabildo de Gran Canaria, 167 pp. Accesible en: <https://www.energiagrancanaria.com/wp-content/uploads/2019/03/inventariobiodiversidad.pdf>

Coastal Engineering Research Center (US). (1984). *Shore protection manual* (Vol. 1). Department of the Army, Waterways Experiment Station, Corps of Engineers, Coastal Engineering Research Center.

Consejería de Transición Ecológica, Lucha contra el Cambio Climático y Planificación Territorial (2022b). *PIMA Adapta Costas. Evaluación del riesgo frente al cambio climático en las costas de Canarias*. Cartográfica de Canarias S.A. https://opendata.sitcan.es/upload/medioambiente/pima/20220531IP_ResumenPIMA.pdf

Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria (2023a). *Estudio ambiental estratégico. Plan hidrológico y plan de gestión del riesgo de inundación*. https://aguasgrancanaria.com/pdfs/PlanHidro/ES120_EsAE_PH_PGRI_Memoria_Fdo.pdf

Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria (2023b). Memoria. Plan hidrológico de Gran Canaria. https://www.aguasgrancanaria.com/pdfs/PlanHidro/ES120_PH_PP-Memoria-completa.pdf

Fernández, I. G. (2008). *Estrategia canaria de lucha contra el cambio climático*. Agencia Canaria de Desarrollo Sostenible y de Lucha contra el Cambio Climático. <https://adaptecca.es/sites/default/files/documentos/estrategia-canaria-de-lucha-contra-el-cambio-climatico.pdf>

G.I.O.C. (s.f.). *SMC – Sistema de modelado costero*. Grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas, Universidad de Cantabria, & Dirección General de Costas, Ministerio de Medio Ambiente, Gobierno de España.

Gobierno de España (2008). *Estudio ecocartográfico de la zona norte del litoral de la isla de Gran Canaria*. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, Gobierno de España, & TYPESA Ingenieros Consultores y Arquitectos

Gobierno de Canarias (2021). *Mapas de riesgos: RIESGOMAP*, <https://opendata.sitcan.es/dataset/riesgomap>

Gobierno de Canarias (s.f.). *Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias*. <https://www.biodiversidadcanarias.es>

Gornitz, V. M., Daniels, R. C., White, T. W., & Birdwell, K. R. (1994). The development of a coastal risk assessment database: vulnerability to sea-level rise in the US Southeast. *Journal of coastal research*, 327-338.

GRAFCAN. (s.f.). *Memoria General del Mapa de Vegetación de Canarias*. https://www.idecanarias.es/resources/Vegetacion/Memoria_MapaVegetacion.pdf

Instituto Geológico y Minero de España (s.f.). *Descripción de las unidades geológicas de Gran Canaria*. https://www.idecanarias.es/resources/GEOLOGICO/GC_LITO_unidades_geologicas.pdf

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental*

Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2023). *Climate Change 2021 – The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896>

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2023). *Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability: Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>

ISTAC (2024). *Banco de Datos del Instituto Canario de Estadística, 2024*, Gobierno de Canarias.

Martínez-Chamorro, J. (2010). *Plan de Adaptación de Canarias al Cambio Climático*. Agencia Canaria de Desarrollo sostenible y Cambio Climático. https://adaptecca.es/sites/default/files/documentos/plan_de_adaptacin_de_canarias_al_cambio_climtico.pdf

Ministerio para la Transición Energética y el Reto Demográfico (2017). *Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa Española*. https://www.miteco.gob.es/content/dam/mitesco/es/costas/temas/proteccion-costa/estrategiaadaptacionccaprobada_tcm30-420088.pdf

Ministerio para la Transición Energética y el Reto Demográfico (2023). *Guía para la evaluación de riesgos asociados al cambio climático*. https://www.miteco.gob.es/content/dam/mitesco/images/es/guia_evaluacion_riesgos_cambio_climatico_2023_tcm30-570075.pdf

Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible (s.f.). *Clima medio de oleaje - Nodo SIMAR 4035011*. Área del Medio Físico, Puertos del Estado.

Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible (s.f.). *REDMAR - Red de mareógrafos de Puertos del Estado. Puerto de Las Palmas*. Área del Medio Físico, Puertos del Estado.

Olmo Canales, S. (2011). *El Patrimonio Arqueológico Subacuático de Gran Canaria*. Cuadernos de Patrimonio Histórico, nº 10, Cabildo de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria, pp. 172-173.

Ramieri E, Hartley A, Barbanti A, Duarte Santos F, Gomes A, Hilden M, Laihonon P, Marinova N, Santini M (2011) *Methods for assessing coastal vulnerability to climate change*, European topic Centre on climate change impacts, vulnerability and adaptation (ETC CCA) technical paper, Bologna (IT) 93, October 2011. https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-cca/products/etc-cca-reports/1/@_@download/file/TP_1-2011.pdf

Sánchez, J., Ríos, C., Pérez-Chacón, E., & Suárez, C. (1995). *Cartografía del potencial del medio natural de Gran Canaria*. Cabildo Insular de Gran Canaria. Universitat de València (Estudios generales), Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Shaw, J., Taylor, R. B., Forbes, D. L., Ruz, M. H., & Solomon, S. (1998). *Sensitivity of the coasts of Canada to sea-level rise* (p. 114). Ottawa: Geological Survey of Canada.

https://www.academia.edu/download/47917793/The_Sensitivity_of_the_Coasts_of_Canada_20160809-28151-cltspix.pdf

Socorro, M. D. L. R. H. (1994). "En torno a dos imágenes del seiscientos: San Felipe Neri y San Benito de Palermo", *Almogaren: revista del Centro Teológico de Las Palmas*, (13), 239-249. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7864265.pdf>

Templado J., Ballesteros E., Galparsoro I., Borja A., Serrano A., Martín L. & Brito A. (2012). Guía Interpretativa. Inventario Español de Hábitats Marinos. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid. <http://hdl.handle.net/10261/89568>

US Government (1984). *Shore Protection Manual. Department of the Army. Waterways Experiment Station, Corps of Engineers. Coastal Engineering Research Center*, 652 pp. Accesible en: <https://luk.staff.ugm.ac.id/USACE/USACE-ShoreProtectionManual1.pdf>

Vargas-Yáñez, M., Tel, E., Marcos, M., Moya, F., Ballesteros, E., Alonso, C., & García-Martínez, M. C. (2023). Factors Contributing to the Long-Term Sea Level Trends in the Iberian Peninsula and the Balearic and Canary Islands. *Geosciences*, 13(6), 160. <https://doi.org/10.3390/geosciences13060160>

Vousdoukas M., Mentaschi L., Mongelli I., Ciscar Martinez J., Hinkel J., Ward P., Gosling S., Feyen L., (2020). Adapting to rising coastal flood risk in the EU under climate change, EUR 29969 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg. <https://doi.org/10.2760/456870>

Wildpret, W., Gil-Rodríguez, M. C., & Afonso-Carrillo, J. (1987). *Cartografía de los campos de algas y praderas de fanerógamas marinas del piso infralitoral del Archipiélago Canario*. Consejería de Agricultura y Pesca Santa Cruz de Tenerife. <http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/28684>

Listado de Figuras

Figura 1. Ubicación del área de intervención	8
Figura 2. Área de estudio, área de intervención y entorno área de intervención	9
Figura 3. Evolución de la ocupación del suelo	10
Figura 4. Evolución de la superficie construida.....	11
Figura 5. Distribución de alturas de los edificios del área de intervención	12
Figura 6. Distribución de la volumetría de los edificios del área de intervención	12
Figura 7. Edificios plurifamiliares que concentran la mayoría de las viviendas de San Felipe.....	13
Figura 8. Fotografías de los principales edificios plurifamiliares.....	14
Figura 9. Evolución del número de viviendas y el número de edificios de uso residencial	14
Figura 10. Vial de acceso.....	15
Figura 11. Paseo marítimo	15
Figura 12. Acceso transversal.....	16
Figura 13. Acceso junto a estación de bombeo	16
Figura 14. Plaza de San Felipe	16
Figura 15. Ermita de San Felipe.....	16
Figura 16. Aparcamiento del área	17
Figura 17. Playa de Vagabundos	17
Figura 18. Tipos de sustratos marinos y hábitats principales	21
Figura 19. Zonificación de la vegetación actual en el entorno del área de intervención	28
Figura 20. Zonificación de la vegetación potencial del entorno del área de intervención	29
Figura 21. Zonificación de los Hábitats de Interés Comunitario del entorno	30
Figura 22. Secciones longitudinales a la línea de costa	32
Figura 23. Vista 3D del área de intervención y el entorno circundante	33
Figura 24. Mapa topobatimétrico del área de intervención y su entorno	34
Figura 25. Perfiles de elevación en el área de intervención	34
Figura 26. Unidades geológicas - litologías del área de intervención y su entorno.....	35
Figura 27. Zonificación del acuífero norte	36
Figura 28. Principales cuencas hidrográficas y cuencas hidrográficas	37
Figura 29. Precipitaciones medias anuales y temperatura promedios, Gran Canaria	38
Figura 30. Climogramas de principales núcleos de población cercanos	38
Figura 31. Sombras proyectadas (generalizadas) Cuesta de Silva en equinoccios y solsticios	39
Figura 32. Localización del punto SIMAR 4035011	43
Figura 33. Función de distribución Gumbell.....	44
Figura 34. Gráfica Hs y variable reducida "y" por ajuste de F.D.D de Gumbell	46
Figura 35. Direcciones de oleaje de temporal que afectan a la obra.....	47
Figura 36. Frecuencia de aparición periodos de pico para el conjunto de datos del registro.....	48
Figura 37. Ocupación del suelo del área de estudio.....	52
Figura 38. Actuaciones previstas por el PTP-15.....	54
Figura 39. Clases, categorías y subcategorías del suelo	55
Figura 40. Directrices generales de planeamiento urbano	58
Figura 41. Afecciones del DPMT y la servidumbre de protección	61
Figura 42. Afecciones del DPMT y la servidumbre de protección (detalle)	62
Figura 43. Figuras de protección medioambiental en el entorno del área de intervención	62
Figura 44. Bienes Inmuebles de Interés Etnográfico en el área y entorno	64
Figura 45. Elementos protegidos por el Catálogo municipal de protección.....	66

Figura 46. Zonificación de los yacimientos arqueológicos en el entorno.....	67
Figura 47. Zonificación de banales en el entorno del área de intervención	68
Figura 48. Cultivos principales del área	69
Figura 49. Propuesta de protección de olas de interés en el área	71
Figura 50. Zonificación de protección de patrimonio cultural sumergido	72
Figura 51. Zonificación de la unidad ambiental del área de estudio	73
Figura 52. Cuencas visuales desde puntos de observación.....	74
Figura 53. Evolución de la población en San Felipe, 2000 – 2022.....	75
Figura 54. Evolución de la población en el núcleo de San Felipe y en el municipio.....	76
Figura 55. Evolución de la pirámide de población de San Felipe, 2000 - 2012 – 2022.....	76
Figura 56. Distribución viviendas principales y no principales de la sección censal	77
Figura 57. Distribución del tipo de vivienda y la superficie promedio según tipología.....	78
Figura 58. Características de los hogares de la sección del área de estudio, 2011, 2021	79
Figura 59. Evolución de la construcción de viviendas del área de estudio.....	79
Figura 60. Calificación - Certificación energética de los edificios del área de estudio	80
Figura 61. Accesibilidad de las viviendas.....	81
Figura 62. Calidad de las viviendas	81
Figura 63. Evolución de la superficie cultivada. 1955 - 2019.....	82
Figura 64. Cultivos principales del área de estudio y entorno más próximo.....	83
Figura 65. Ubicación aproximada de alojamientos ofertados en la plataforma Airbnb.....	84
Figura 66. Viviendas Vacacionales identificadas en San Felipe.....	84
Figura 67. Evolución temporal del viario principal en San Felipe	85
Figura 68. Red de Abastecimiento y Saneamiento y conexión con EDAR.....	86
Figura 69. Distribución del alumbrado público en San Felipe.....	87
Figura 70. Equipamientos y Dotaciones existentes en el área de estudio	88
Figura 71. Malla utilizada para las propagaciones de oleaje del N.....	89
Figura 72. Mallas utilizadas para propagaciones de oleaje de 1º y 4º cuadrante.....	90
Figura 73. Situaciones del pie del prototipo frente al intervalo de rotura (IR)	93
Figura 74. Localización de muestras granulométricas frente a la costa de San Felipe.....	94
Figura 75. Unidad fisiográfica de la zona de intervención	95
Figura 76. Perfiles a estudiar en la costa de San Felipe.....	96
Figura 77. Situación en playa de perfil incompleto (izq.) y playa sumergida (dcha.)	97
Figura 78. Componentes del riesgo	102
Figura 79. Adaptación, mitigación y estrategias complementarias	102
Figura 80. Conceptos centrales para la evaluación del riesgo	105
Figura 81. Evaluaciones de riesgos y vulnerabilidad el ciclo de la adaptación	106
Figura 82. Esquema general de la evaluación de riesgos	106
Figura 83. Zonificación de ARPSIs y tasas de retorno en el área de estudio.....	107
Figura 84. Índice de Riesgo Costero Total en el área de estudio	108
Figura 85. Porcentaje pérdida superficial-erosión costera estructural (SNMM), RCP8.5 P95 2100 ..	109
Figura 86. Porcentaje de superficie del viario afectado RCP8.5 P95 2100 TR 500	111
Figura 87. Índice Sintético de Riesgos del área de estudio	112
Figura 88. Tramo costero identificado como zona de alto riesgo acumulado.....	113
Figura 89. Afecciones derivadas de los procesos de inundación y escenarios climáticos	113
Figura 90. Porcentaje del núcleo de población afectado RCP8.5 P95 2100 TR500	114
Figura 91. Porcentaje de parcelas catastrales afectadas RCP8.5 P95 2100 TR500	115
Figura 92. Porcentaje de viviendas afectadas RCP8.5 P95 2100 TR500	116

Figura 93. Cambio estructural de la línea de costa en San Felipe, RCP8.5 P95 2100	117
Figura 94. Eventos extremos de erosión, cambios sobre la línea de costa, RCP8.5 2100 TR50	118
Figura 95. Cambios netos y regresión media anual. 1955 - 1977 - 1998 – 2020	119
Figura 96. Fórmula para el cálculo del CVI	119
Figura 97. Índice de Vulnerabilidad Costera (CVI) en San Felipe	120
Figura 98. Valores promedios del Nivel del Mar, Mareógrafo de Las Palmas 2 (1992 - 2022)	121
Figura 99. Subida del nivel del mar proyectado en los diferentes escenarios SSP.....	121
Figura 100. Áreas de retroceso costero por SLR según cotas (0,1; 0,5; 1,0; 1,5).....	122
Figura 101. Posibles áreas de retroceso por SLR según cotas (0,1; 0,5; 1,0; 1,5). (Detalle)	123
Figura 102. Delimitación de ámbitos de mayor riesgo a la subida del nivel del mar	123

Listado de Tablas

Tabla 1. Especies de vegetación marina identificadas en el entorno del área de intervención	22
Tabla 2. Especies de vegetación marina identificadas en el entorno del área de intervención	23
Tabla 3. Especies de fauna marina identificadas en el entorno del área de intervención	24
Tabla 4. Especies de fauna marina identificadas en el entorno del área de intervención	25
Tabla 5. Especies de flora identificadas en el área de intervención y entorno más próximo	26
Tabla 6. Especies de fauna terrestre identificadas en el entorno del área de intervención	31
Tabla 7. Altura significativa (Hs) comparativa	41
Tabla 8. Direcciones de procedencia comparativa	41
Tabla 9. Parámetros de oleaje medio obtenido por estaciones boya costera	42
Tabla 10. Distribuciones de Gumbell y Weibull en el estudio del régimen extremal escalar (REET)...	43
Tabla 11. Tr y Hs para la función de distribución de Gumbell	45
Tabla 12. Alturas I significantes extremales direccionales (Hsdir) banda de confianza $\pm 90\%$	47
Tabla 13. Alturas II significantes extremales direccionales (Hsdir) banda de confianza $\pm 90\%$	48
Tabla 14. Tp asociados a las Hs direccionales extremales. Tr 70 años	49
Tabla 15. Tp asociados a las Hs direccionales extremales. Tr 100 años	49
Tabla 16. Referencias del nivel del mar en metros	50
Tabla 17. Superficies y porcentajes del SIOSE en el núcleo de población	52
Tabla 18. Zonificación del PGO en Suelo Urbano y superficies cartografiadas	59
Tabla 19. Inventario de los Bienes Inmuebles de Interés Etnográfico en el área y entorno.....	65
Tabla 20. Inventario Catálogo municipal de protección del patrimonio arquitectónico y etnográfico ...	65
Tabla 21. Inventario de Yacimientos arqueológicos identificados por la Carta Arqueológica Insular ..	67
Tabla 22. Rotura del oleaje en la costa de San Felipe para el régimen medio del oleaje	91
Tabla 23. Rotura del oleaje en la costa de San Felipe, para el régimen extremal del oleaje	92
Tabla 24. Resultados obtenidos del análisis de la rotura del oleaje frente al prototipo	92
Tabla 25. Características granulométricas del sedimento en la costa de San Felipe	94
Tabla 26. Profundidades del LTS para el oleaje del régimen medio en la costa de San Felipe	97
Tabla 27. Profundidades del LTS para el oleaje del régimen extremal en la costa de San Felipe	97
Tabla 28. Respuesta de la masa sedimentaria en función del régimen medio y extremal del oleaje ..	98
Tabla 29. Porcentaje de pérdida superficial por la erosión costera estructural (SNMM).....	110
Tabla 30. Porcentaje de superficie del viario afectado en los distintos escenarios climáticos	111
Tabla 31. Porcentaje de superficie del núcleo de población afectado y escenarios climáticos.....	114

Tabla 32. Porcentaje de parcelas catastrales afectadas y escenarios climáticos	115
Tabla 33. Porcentaje de viviendas afectadas y escenarios climáticos	116
Tabla 34. Cambio estructural de la línea de costa en San Felipe y escenarios climáticos	117
Tabla 35. Retroceso de la línea de costa por eventos extremos y escenarios climáticos	118
Tabla 36. Cambios netos de la línea de costa y regresión media anual	119
Tabla 37. Variables que integran el análisis del índice de vulnerabilidad costera (CVI)	120
Tabla 38. Subida del nivel del mar proyectado en los diferentes escenarios SSP	122

5 Anexos

Anexo I. Catálogo de Protección Municipal

Anexo II. Referencias Catastrales de San Felipe

Anexo III. Clima Marítimo

Anexo IV. Dinámica Costera

Subanexo I. Análisis de Rotura

Anexo V. Rompientes de Interés