



ANÁLISIS DE RIESGOS COSTEROS ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS ISLAS CANARIAS

OCTUBRE, 2021

Versión	1.2
Fecha	24/10/2021
Última revisión	14/06/2022
Revisión	<ul style="list-style-type: none">-Se simboliza el nivel de riesgo por colores acorde con los visores web. Página 317. (Gustavo Herrera)-Se agrega información de municipios a Tabla 56, 62 y 65.-Se incluye unidades en tablas.- Se corrigen errores en infraestructuras.

CARTOGRÁFICA DE CANARIAS S.A. (GRAFCAN)

Dirección del proyecto. Análisis de riesgos costeros

Juan Manuel Poveda Suárez

Director de GRAFCAN

Nicolás Ferrer Valero

Dr. en Oceanografía y Cambio Global. Ldo. en Geografía. Especialista en geomorfología litoral.

Gustavo Herrera de Lamo

Ldo. en Geografía. Especialista en SIG y bases de datos.

Josué Suárez Palacios

Ingeniero Civil. Especialista en Puertos y Costas.

INSTITUTO DE HIDRÁULICA AMBIENTAL DE LA UNIVERSIDAD DE CANTABRIA (IHC)

Proyección de inundaciones, erosión costera y SST

Iñigo J. Losada

Director de investigación IHC

Alexandra Toimil Silva

Dra. en Ingeniería de Costas, Hidrobiología y Gestión de Sistemas Acuáticos.

Melisa Menéndez

Dra. en Ciencias del Mar.

Saúl Torres Ortega (Asesoría en Evaluación de Riesgos)

Dr. en Economía Ambiental. Ing. Caminos, Canales y Puertos

Investigadores y tecnólogos que han participado en el proyecto: Melisa Menéndez, Sheila Abad Herrero, Adrián Acevedo García, Moisés Álvarez Cuesta, Felipe Fernández Pérez, Patricia González-Lamuño Rubiera, Héctor Lobeto Alonso, Lorena López Sánchez, Salvador Navas Fernández, Marta Ramírez Pérez, Sara Sanz Sáenz, María Suárez Bilbao, Diego A. Urrea Méndez, Marco Vega Marichalar.

UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

Vulnerabilidad de los ecosistemas marinos

Aridane González González

Director de investigación ULPGC

Francisco José Machín Jiménez

Dr. en Ciencias del Mar

Emilio Soler Onís

Dr. en Ciencias del Mar

Andrej Abramic

Dr. en Hidráulica e Ingeniería Ambiental

CONTENIDOS

RESUMEN EJECUTIVO	14
1 ANTECEDENTES Y OBJETIVOS	15
1.1 CANARIAS EN EL CONTEXTO DEL CALENTAMIENTO GLOBAL.....	15
1.2 MARCO INSTITUCIONAL Y LEGAL DE LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL Y LA EVALUACIÓN DE RIESGOS EN CANARIAS	22
1.3 OBJETIVOS Y ACTIVIDADES DEL PROYECTO PIMA ADAPTA COSTAS EN LA CCAA DE CANARIAS 32	
2 METODOLOGÍA GENERAL.....	35
2.1 ANTECEDENTES METODOLÓGICOS: EL PROYECTO PILOTO DE ASTURIAS	35
2.2 ENFOQUE INTEGRAL DEL ANÁLISIS DE RIESGOS	37
2.3 ESCALA Y ALCANCE ESPACIO - TEMPORAL DEL ESTUDIO	41
3 MODELADO DE LOS FACTORES DE PELIGROSIDAD	43
3.1 CONDICIONANTES MORFOESTRUCTURALES DE LAS COSTAS DE CANARIAS	43
3.1.1 TOPOBATIMETRÍA DEL ARCHIPIÉLAGO	43
3.1.2 LINEA DE COSTA.....	48
3.1.3 RUGOSIDAD DEL TERRENO (N-MANNING).....	51
3.2 INUNDACIONES COSTERAS.....	51
3.2.1 METODOLOGIA.....	51
3.2.2 RESULTADOS.....	61
3.3 EROSIÓN COSTERA	68
3.3.1 METODOLOGÍA.....	69
3.3.2 RESULTADOS.....	79
3.4 AUMENTO DE LA TEMPERATURA MEDIA DEL MAR	84
3.4.1 METODOLOGÍA.....	84
3.4.2 RESULTADOS.....	87
4 EXPOSICION Y VULNERABILIDAD DEL SISTEMA SOCIOECONÓMICO Y NATURAL	89
4.1 FUENTES Y PROCESOS GENERALES DE LA BASE CARTOGRÁFICA	89
4.1.1 <i>Downscaling</i> de usos y actividades.....	93
4.1.2 <i>Downscaling</i> de indicadores socioeconómicos (población y activos)	97
4.2 POBLACION	105
4.2.1 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA POBLACION	107
4.2.2 VULNERABILIDAD GENERAL DE LA POBLACIÓN	117
4.3 INFRAESTRUCTURAS, EQUIPAMIENTOS Y DOTACIONES.....	118
4.3.1 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y VALORACIÓN ECONÓMICA DE LAS INFRAESTRUCTURAS	121
4.3.2 VULNERABILIDAD GENERAL DE LAS INFRAESTRUCTURAS Y DOTACIONES	127
4.4 SECTORES PRODUCTIVOS	132
4.4.1 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS SECTORES PRODUCTIVOS	133
4.4.2 VULNERABILIDAD GENERAL DE LOS SECTORES PRODUCTIVOS	146
4.4.3 VULNERABILIDAD DE PLAYAS	148
4.5 PATRIMONIO	150
4.5.1 PATRIMONIO CULTURAL (BIENES DE INTERES CULTURAL)	150
4.5.2 PATRIMONIO NATURAL (ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS).....	151

4.6	HÁBITATS Y ECOSISTEMAS.....	152
4.6.1	TERRESTRES	152
4.6.2	MARINOS	153
5	PREVISIÓN DE IMPACTOS SOBRE EL SISTEMA SOCIOECONÓMICO Y NATURAL	160
5.1	IMPACTOS POR INUNDACION	161
5.1.1	ESCENARIOS.....	161
5.1.2	RESULTADOS.....	165
5.2	IMPACTOS POR EROSION	225
5.2.1	ESCENARIOS.....	225
5.2.2	RESULTADOS.....	229
5.3	IMPACTOS POR SUBIDA DE LA TEMPERATURA MEDIA DEL MAR	258
5.3.1	ESCENARIOS.....	258
5.3.2	RESULTADOS.....	258
5.4	IMPACTOS TOTALES Y RIESGOS COSTEROS.....	269
5.4.1	POBLACIÓN EN RIESGO	270
5.4.2	ACTIVOS ECONÓMICOS EN RIESGO	279
5.4.3	PATRIMONIO EN RIESGO	298
5.4.4	ECOSISTEMAS Y HÁBITATS EN RIESGO	308
5.4.5	RIESGO GLOBAL (ÍNDICE SINTÉTICO).....	316
5.4.6	ZONAS DE ALTO RIESGO ACUMULADO (HOTSPOTS).....	323
6	CONCLUSIONES	341
7	RECOMENDACIONES	345
8	REFERENCIAS	347

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. MAPA GLOBAL DE LOS CAMBIOS OBSERVADOS EN LA TEMPERATURA EN SUPERFICIE ENTRE 1901 Y 2012. FUENTE: IPCC, 2014.....	16
FIGURA 2. (Izq.) TRAYECTORIAS DE EMISIONES DE GEIS ESTIMADAS PARA LOS ESCENARIOS RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0, RCP8.5 (DER.) CAMBIOS ESTIMADOS EN LA TEMPERATURA GLOBAL EN SUPERFICIE PARA ESOS MISMOS ESCENARIOS	17
FIGURA 3. MAPA GLOBAL DE LAS PROYECCIONES DE CAMBIO DE LA TEMPERATURA ATMOSFÉRICA SUPERFICIAL DEL MULTIMODELO CMIP5 PARA EL HORIZONTE 2100, BAJO EL ESCENARIO EXTREMO RCP8.5. FUENTE: IPCC, 2014.....	17
FIGURA 4. ESTIMACIONES DE ELEVACIÓN DEL NIVEL MEDIO GLOBAL DEL MAR EN LOS DISTINTOS ESCENARIOS RCP, CON RESPECTO AL PERIODO HISTÓRICO 1986-2005	19
FIGURA 5. PROYECCIÓN DE CAMBIO RELATIVO DEL NIVEL DEL MAR (METROS) EVALUADO A PARTIR DE 21 MODELOS GLOBALES (MULTIMODELO CMIP5) EN LOS ESCENARIOS RCP4.5 Y RCP8.5, ENTRE 1986-2005 Y 2081-2100. FUENTE: IPCC, 2013	20
FIGURA 6. VARIABLES DE ESTUDIO EN EL PIMA ADAPTA COSTAS DE CANARIAS.	35
FIGURA 7. ESQUEMA GENERAL DE ANÁLISIS DEL RIESGO COMO FENÓMENO RESULTANTE DE LA COMBINACIÓN DEL PELIGRO, LA EXPOSICIÓN Y LA VULNERABILIDAD (IPCC, 2014).....	39
FIGURA 8. ESQUEMA DE LAS FASES DE ANÁLISIS DEL RIESGO COSTEROS EN EL PROYECTO PIMA ADAPTA COSTAS DE CANARIAS, CON INDICACIÓN DEL ORGANISMO ENCARGADO PRINCIPALMENTE DE SU DESARROLLO Y EJECUCIÓN.....	40
FIGURA 9. SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS COSTEROS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS COSTAS DE CANARIAS	41
FIGURA 10. REPRESENTACIÓN EN 3D DEL MDTC DE LA ISLA DE EL HIERRO	46
FIGURA 11. COMPARATIVA LÍNEA DE COSTA SOBRE ORTOFOTO HISTÓRICA (1951-1955) Y ACTUAL (2019). ARRIBA, LA PALMA. ABAJO, TENERIFE.....	49
FIGURA 12. ESQUEMA DE LAS PRINCIPALES COMPONENTES DEL RUN-UP	53
FIGURA 13. REPRESENTACIÓN DE LAS DISTINTAS COMPONENTES QUE CONTRIBUYEN A LA CI	53
FIGURA 14. PUNTOS DE DINÁMICAS Y TRANSECTOS GENERADOS EN LA PLAYA DE COFETE (FUERTEVENTURA). PARA TENER EN CUENTA LOS EFECTOS LOCALES EN LA ALTURA DE OLA Y DIRECCIÓN DEBIDO A LA PRESENCIA DE OBSTÁCULOS O ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN, SE HAN OBTENIDO LOS COEFICIENTES DE DIFRACCIÓN EN LOS PUERTOS Y PRINCIPALES ZONAS ABRIGADAS CON LAS ECUACIONES DE FRESNEL (WIEGEL, 1962).	55
FIGURA 15. MALLAS DE CÓMPUTO EN LAS ISLAS DEL ARCHIPIÉLAGO CANARIO.....	58
FIGURA 16. DETALLE DE LA MALLA DE CÓMPUTO EN LAS PALMAS DE GRAN CANARIAS (IZQUIERDA) Y SANTA CRUZ DE TENERIFE (DERECHA) ..	58
FIGURA 17. INUNDACIÓN EN TARAJALEJO (FUERTEVENTURA). FUENTE: EL DIARIO DE FUERTEVENTURA	59
FIGURA 18. MUESTRAS DE LOS MAPAS DE INUNDACIÓN EN LAS ZONAS DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA (PANEL SUPERIOR) Y GARACHICO, EN TENERIFE, (PANEL INFERIOR) PARA LOS EVENTOS CON CI DE Tr 5, 50 Y 100 AÑOS DE PERIODO DE RETORNO EN EL CLIMA PRESENTE. LOS PUNTOS ROJOS MUESTRAN LA UBICACIÓN DE LOS TESTIGOS	60
FIGURA 19. CI Tr 100 AÑOS EN EL PRESENTE Y EN EL FUTURO (2045 Y 2100), BAJO EL RCP8.5 Y EL P50 DE SNMM	62
FIGURA 20. LOCALIZACIÓN DE LAS ZONAS DEL ARCHIPIÉLAGO CANARIO SELECCIONADAS A MODO DEMOSTRATIVO DE LA METODOLOGÍA DE INUNDACIÓN	63
FIGURA 21. MAPA DE INUNDACIÓN EN LOS MUNICIPIOS DE SAN BARTOLOMÉ DE TIRAJANA (GRAN CANARIA) Y SAN MIGUEL (TENERIFE) PARA LA CI DE Tr 100 AÑOS BAJO EL ESCENARIO RCP8.5 EN EL AÑO 2100. SE MUESTRAN LOS CAMBIOS EN LA EXTENSIÓN DE LA INUNDACIÓN SEGÚN EL PERCENTIL DE SNMM	65
FIGURA 22. MAPA DE INUNDACIÓN EN LAS ZONAS DE CALETA DE FAMARA (LANZAROTE) Y TUINEJE (FUERTEVENTURA) PARA LA CI DE Tr 100 AÑOS BAJO EL ESCENARIO RCP8.5 EN 2019, 2045 Y 2100. SE MUESTRAN LOS CAMBIOS EN LA EXTENSIÓN DE LA INUNDACIÓN SEGÚN EL HORIZONTE TEMPORAL	66
FIGURA 23. MAPA DE INUNDACIÓN EN LAS ZONAS DE CALETA DE FAMARA (LANZAROTE) Y TUINEJE (FUERTEVENTURA) PARA LA CI DE Tr 100 AÑOS BAJO EL ESCENARIO RCP8.5 EN 2019, 2045 Y 2100. SE MUESTRAN LOS CAMBIOS EN LA EXTENSIÓN DE LA INUNDACIÓN SEGÚN EL HORIZONTE TEMPORAL	67
FIGURA 24. MAPA DE INUNDACIÓN PERMANENTE DEBIDA AL SNMM SOBRE LA PMVE EN LAS PALMAS DE GRAN CANARIA (GRAN CANARIA) (PANEL SUPERIOR) Y EN LA PLAYA DEL MATORRAL (FUERTEVENTURA) (PANEL INFERIOR). SE MUESTRAN LOS CAMBIOS EN LA EXTENSIÓN DE LA INUNDACIÓN SEGÚN EL RCP Y EL AÑO HORIZONTE	68
FIGURA 25. MUESTRA DE LOS TRANSECTOS EN LOS QUE SE HA APLICADO EL MODELO DE EROSIÓN EN LA ISLA DE FUERTEVENTURA. EL CÓDIGO DE COLORES INDICA EL TIPO DE TRANSPORTE QUE TIENE LUGAR EN CADA TRANSECTO	71

FIGURA 26. DISCRETIZACIÓN ESPACIAL DE LA LÍNEA DE COSTA EN EL ENTORNO DE SOTAVENTO, FUERTEVENTURA. PERFILES VERDES SE CORRESPONDEN CON PLAYAS ABIERTAS, PERFILES AMARILLOS CON PLAYAS ENCAJADAS Y PERFILES NEGROS CON ACANTILADOS O PLAYAS ROCOSAS.....	72
FIGURA 27. PENDIENTE ($\left[\frac{\partial \text{TANB}}{\partial N} \right]$) DEL PERFIL ACTIVO EN FUERTEVENTURA.....	74
FIGURA 28. CÁLCULO DE LA TENDENCIA EN LA PLAYA RISCO DEL PASO EN SOTAVENTO (FUERTEVENTURA).....	76
FIGURA 29. CALIBRACIÓN DE LA COMPONENTE TRANSVERSAL DE CORTO PLAZO EN LA PLAYA RISCO DEL PASO EN SOTAVENTO (FUERTEVENTURA).....	76
FIGURA 30. CINEMÁTICA DEL PERFIL DE DEAN EN RESPUESTA AL SNMM. ADAPTADA DE ATKINSON ET AL. (2018).....	77
FIGURA 31. DETECCIÓN DE LA LÍNEA DE COSTA EN LA PLAYA DE LAS CANTERAS (GRAN CANARIA) A PARTIR DE UNA IMAGEN DE SENTINEL 2 MEDIANTE EL ALGORITMO COAST-SAT.....	78
FIGURA 32. CAMBIO ESTRUCTURAL DE LAS OBSERVACIONES EN 2020 CON RESPECTO A LA LÍNEA DE COSTA DE 1985. MASPALOMAS EN GRAN CANARIA (IZQUIERDA) Y SOTAVENTO EN FUERTEVENTURA (DERECHA).....	78
FIGURA 33. CAMBIO ESTRUCTURAL EN EL CLIMA PRESENTE (HINDCAST) Y EN LOS AÑOS 2045 Y 2100 PARA EL RCP4.5 Y RCP8.5 Y PARA LOS PERCENTILES DEL 5, 50 Y 95 DE SNMM EN LA PLAYA DE MASPALOMAS DE GRAN CANARIA.....	82
FIGURA 34. RETROCESOS EXTREMOS DE PERIODO DE RETORNO DE 5, 25 Y 50 AÑOS PARA EL PERCENTIL DEL 5% DE SNMM EN EL CLIMA PRESENTE (HINDCAST) Y EN LOS AÑOS 2045 Y 2100 PARA EL RCP4.5 Y RCP8.5 EN GRAN CANARIA.....	82
FIGURA 35. RETROCESOS EXTREMOS DE PERIODO DE RETORNO DE 5, 25 Y 50 AÑOS PARA EL PERCENTIL DEL 50% DE SNMM EN EL CLIMA PRESENTE (HINDCAST) Y EN LOS AÑOS 2045 Y 2100 PARA EL RCP4.5 Y RCP8.5 EN LANZAROTE.....	83
FIGURA 36. RETROCESOS EXTREMOS DE PERIODO DE RETORNO DE 5, 25 Y 50 AÑOS PARA EL PERCENTIL DEL 95% DE SNMM EN EL CLIMA PRESENTE (HINDCAST) Y EN LOS AÑOS 2045 Y 2100 PARA EL RCP4.5 Y RCP8.5 EN LA PLAYA DE SOTAVENTO DE FUERTEVENTURA.....	83
FIGURA 37. DOMINIOS ESPACIALES DEL PREDICTOR (SST 1.0°x1.0°) Y DEL PREDICTANDO (SST 0.05°x0.05) EN CANARIAS. FUENTE: IHC (2019).....	87
FIGURA 38. PROYECCIONES MULTI-MODELO DE SST EN LAS ISLAS CANARIAS A PARTIR DEL CONJUNTO DE LOS 22 GCMs PARA EL PERIODO FUTURO 2081-2100 RELATIVO AL PERIODO HISTÓRICO, PARA EL ESCENARIO RCP4.5 Y RCP8.5. LOS NODOS MARCADOS CON UN PUNTO INFORMAN QUE LOS CAMBIOS SON ROBUSTOS (MÁS DEL 80% DE LOS GCMs COINCIDEN EN EL SIGNO DEL CAMBIO). FUENTE: IHC (2019).....	88
FIGURA 39. REPRESENTACIÓN DE LA UNIDAD ESPACIAL PLANIMÉTRICA (EDIFICIOS Y SUS DIVISIONES PARCELARIAS, EN NEGRO) EN DIFERENTES SITUACIONES CON RESPECTO A LAS DIMENSIONES ENTRE PARCELAS Y EDIFICIOS.....	96
FIGURA 40. REPRESENTACIÓN EN PERFIL DE LAS COBERTURAS (EDIFICACIONES, CONSTRUCCIONES Y PAVIMENTOS) DENTRO DE LA UNIDAD CARTOGRÁFICA (PARTE CONSTRUIDA DE LA PARCELA CATASTRAL).....	97
FIGURA 41. FLUJO GENERAL DE TRABAJO PARA LLEGAR A LOS MAPAS DE ALTA RESOLUCIÓN DE USOS DEL SUELO Y ACTIVOS SOCIOECONÓMICOS EXPUESTOS.....	100
FIGURA 42. CORRESPONDENCIA DE LA BASE CARTOGRÁFICA DE EXPOSICIÓN CON LAS CAPAS DE CONTROL CONSIDERANDO RANGOS DE DISTANCIA.....	104
FIGURA 43. MAPA DE LAS ISLAS CANARIAS CON REPRESENTACIÓN, EN ROJO, DEL SUELO EDIFICADO. EH, EL HIERRO; LP, LA PALMA; LG, LA GOMERA; TF, TENERIFE, GC, GRAN CANARIA; FV, FUERTEVENTURA; LZ, LANZAROTE.....	105
FIGURA 44. FUENTES DEL DOWNSCALING DE LA POBLACIÓN DE ISTAC A RESOLUCIÓN 250 M, A PLANTA DE EDIFICIO ESCALA 1:1.000/1:5.000, A PARTIR DE LA COMBINACIÓN DEL USO CATASTRAL DE VIVIENDA (M ²) Y LAS ALTURAS LIDAR DE LOS EDIFICIOS (M).....	108
FIGURA 45. CORRELACIÓN OBSERVADA ENTRE LA POBLACIÓN Y EL VOLUMEN EDIFICADO EN CANARIAS. LA POBLACIÓN ES EL VALOR CONTENIDO EN LAS CUADRICULAS DEL ISTAC; Y LA ALTURA DE LOS EDIFICIOS, UN VALOR ACUMULADO DE ALTURAS, CADA 2.5 M, QUE SIGNIFICA VOLUMEN EDIFICADO. POR SI SOLA, EL VOLUMEN EDIFICADO EXPLICA EL ~84% DE LAS VARIACIONES ESPACIALES EN EL VOLUMEN DE POBLACIÓN EN CANARIAS.....	109
FIGURA 46. FLUJOGRAMA PARA LA ESTIMACIÓN DE POBLACIÓN A NIVEL DE EDIFICIO COMBINANDO BASES CATASTRALES, BASES PLANIMÉTRICAS (MTI) Y ALTIMETRÍA LIDAR.....	111
FIGURA 47. MUESTRA DEL MAPA DE POBLACIÓN RESIDENTE DE CANARIAS, A NIVEL DE EDIFICIOS, EN UN SECTOR DE LA CIUDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA (ISLA DE GRAN CANARIA).....	112
FIGURA 48. MUESTRA POBLACIÓN TURÍSTICA DE CANARIAS, A NIVEL DE EDIFICIOS, EN UN SECTOR DE LA MASPALOMAS (ISLA DE GRAN CANARIA).....	113

FIGURA 49. ESQUEMA RESUMIDO PARA LA ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN TURÍSTICA EN ALOJAMIENTOS TURÍSTICOS. ISTAC, INSTITUTO CANARIO DE ESTADÍSTICA; GRAFCAN, CARTOGRÁFICA DE CANARIAS S.A.....	114
FIGURA 50. FUNCIÓN DE CONVERSIÓN DE POBLACIÓN CIRCULANTE EN LOS ESPACIOS PÚBLICOS ABIERTOS DE CANARIAS	116
FIGURA 51. ESQUEMA RESUMIDO PARA LA ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN CIRCULANTE EN EL ESPACIO PÚBLICO ABIERTO. ISTAC, INSTITUTO CANARIO DE ESTADÍSTICA; GRAFCAN, CARTOGRÁFICA DE CANARIAS S.A.; IGN, INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL.....	116
FIGURA 52. FUNCIÓN DE PERTENENCIA QUE DETERMINA LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD GENERAL DE LA POBLACIÓN FRENTE A LA INUNDACIÓN CONSIDERANDO LA PROFUNDIDAD DE LA COLUMNA DE AGUA (COTA DE INUNDACIÓN).....	118
FIGURA 53. ESQUEMA RESUMIDO PARA LA ESTIMACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN Y VALOR DE LA INFRAESTRUCTURA RESIDENCIAL, SANITARIA Y ASISTENCIAL, Y EDUCATIVA Y SOCIOCULTURAL, E INSTITUCIONAL Y ADMINISTRATIVA, EN CANARIAS. ISTAC, INSTITUTO CANARIO DE ESTADÍSTICA; GRAFCAN, CARTOGRÁFICA DE CANARIAS S.A	122
FIGURA 54. ESQUEMA GENERAL RESUMIDO PARA LA ESTIMACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN Y STOCK DE CAPITAL DE LA INFRAESTRUCTURA DEPORTIVA, HISTÓRICO-ARTÍSTICA Y RELIGIOSA, CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA, DE ABASTECIMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUAS, SUMINISTRO ELÉCTRICO, TELECOMUNICACIONES, TRANSPORTE TERRESTRE, TRANSPORTE MARÍTIMO Y TRANSPORTE AÉREO, EN CANARIAS. ISTAC, INSTITUTO CANARIO DE ESTADÍSTICA; GRAFCAN, CARTOGRÁFICA DE CANARIAS S.A.; IGN, INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL.....	123
FIGURA 55. ESQUEMA RESUMIDO PARA LA OBTENCIÓN DE LA CARTOGRAFÍA DE INSTALACIONES PELIGROSAS. GRAFCAN, CARTOGRÁFICA DE CANARIAS S.A.....	126
FIGURA 56. FUNCIONES DE DAÑOS A ESCALA EUROPEA PARA EDIFICIOS RESIDENCIALES, COMERCIALES, INDUSTRIALES, TRANSPORTE, INFRAESTRUCTURAS (CARRETERAS) Y AGRICULTURA. FUENTE: HUIZINGA ET AL. (2017). REPORTE TÉCNICO DEL JRC (UNIÓN EUROPEA).	129
FIGURA 57. ADAPTACIONES LOCALES DE LAS FUNCIONES DE DAÑOS A ESCALA EUROPEA EN FUNCIÓN DE GRUPOS CONSTRUCTIVOS EN CANARIAS.....	131
FIGURA 58. ESQUEMA GENERAL RESUMIDO PARA LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL VALOR PRODUCTIVO Y DE CAPITAL DEL SECTOR AGRÍCOLA EN CANARIAS. ISTAC, INSTITUTO CANARIO DE ESTADÍSTICA; GRAFCAN, CARTOGRÁFICA DE CANARIAS S.A.; GOBCAN, GOBIERNO DE CANARIAS.....	134
FIGURA 59. ESQUEMA GENERAL RESUMIDO PARA LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL VALOR PRODUCTIVO Y DE CAPITAL DEL SECTOR GANADERO EN CANARIAS. ISTAC, INSTITUTO CANARIO DE ESTADÍSTICA; GRAFCAN, CARTOGRÁFICA DE CANARIAS S.A.; GOBCAN, GOBIERNO DE CANARIAS	136
FIGURA 60. ESQUEMA GENERAL RESUMIDO PARA LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL VALOR PRODUCTIVO Y DE CAPITAL DEL SECTOR PESQUERO EN CANARIAS. ISTAC, INSTITUTO CANARIO DE ESTADÍSTICA; GRAFCAN, CARTOGRÁFICA DE CANARIAS S.A.; GOBCAN, GOBIERNO DE CANARIAS	137
FIGURA 61. ESQUEMA GENERAL RESUMIDO PARA LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL VALOR PRODUCTIVO Y DE CAPITAL DEL SECTOR INDUSTRIAL EN CANARIAS. ISTAC, INSTITUTO CANARIO DE ESTADÍSTICA; GRAFCAN, CARTOGRÁFICA DE CANARIAS S.A.; GOBCAN, GOBIERNO DE CANARIAS	139
FIGURA 62. ESQUEMA GENERAL RESUMIDO PARA LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL VALOR PRODUCTIVO Y DE CAPITAL DEL SECTOR ENERGÉTICO EN CANARIAS. ISTAC, INSTITUTO CANARIO DE ESTADÍSTICA; GRAFCAN, CARTOGRÁFICA DE CANARIAS S.A.; GOBCAN, GOBIERNO DE CANARIAS	140
FIGURA 63. ESQUEMA GENERAL RESUMIDO PARA LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL VALOR PRODUCTIVO Y DE CAPITAL DEL SECTOR TERCIARIO, HOSTELERÍA Y TURISMO EN CANARIAS. ISTAC, INSTITUTO CANARIO DE ESTADÍSTICA; GRAFCAN, CARTOGRÁFICA DE CANARIAS S.A.; GOBCAN, GOBIERNO DE CANARIAS	142
FIGURA 64. A PARTIR DE ESTAS CURVAS, LA TASA MEDIA ANUAL DE OCUPACIÓN RESULTANTE ES DE 55% EN PLAYAS DE OCUPACIÓN ALTA, DEL 45% EN PLAYAS DE OCUPACIÓN MEDIA Y DEL 35% EN PLAYAS DE OCUPACIÓN BAJA	144
FIGURA 65. ESQUEMA GENERAL RESUMIDO PARA LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL VALOR PRODUCTIVO Y DE CAPITAL DEL SECTOR TERCIARIO, HOSTELERÍA Y TURISMO EN CANARIAS. ISTAC, INSTITUTO CANARIO DE ESTADÍSTICA; GRAFCAN, CARTOGRÁFICA DE CANARIAS S.A.; GOBCAN, GOBIERNO DE CANARIAS.	146
FIGURA 66. FUNCIONES DE PARADA A PARTIR DE LAS CURVAS DE DAÑOS ADAPTADAS A FACTORES LOCALES, A TIEMPOS DE PARADA EN LOS SECTORES PRODUCTIVOS TERCIARIO E INDUSTRIAL.....	148
FIGURA 67. (ARRIBA-ABAJO, IZQUIERDA-DERECHA): 1- EJEMPLO DE PLAYA OCLUIDA POR ESTRUCTURA URBANAS (PLAYA DE LAS CANTERAS, GRAN CANARIA); 2- EJEMPLO DE PLAYA OCLUIDA POR ESCARPES NATURALES (PLAYA DEL BOLLULLO, TENERIFE); 3- EJEMPLO DE PLAYA	

NO OCLUIDA, CON UN MARGEN DE RETROCESO DE UNOS 300 M, SOBRE UN SALADAR, HASTA LAS ESTRUCTURAS URBANAS (JANDÍA, FUERTEVENTURA); 4- EJEMPLO DE UNA PLAYA NO OCLUIDA, CON MARGEN DE RETROCESO SOBRE UN CAMPO DE DUNAS, HASTA LAS ESTRUCTURAS URBANAS (PLAYA DE EL INGLÉS, GRAN CANARIA).....	149
FIGURA 68. ESQUEMA GENERAL RESUMIDO PARA LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL LOS BIENES DE INTERÉS CULTURAL DE CANARIAS (BIC). GRAFCAN, CARTOGRÁFICA DE CANARIAS S.A.; GOBCAN, GOBIERNO DE CANARIAS.....	151
FIGURA 69. ESQUEMA GENERAL DE FUENTES PARA LA OBTENCIÓN DE CARTOGRAFÍAS DE SISTEMAS NATURALES TERRESTRES Y MARINOS. GRAFCAN, CARTOGRÁFICA DE CANARIAS S.A.; GOBCAN, GOBIERNO DE CANARIAS; MITECO, MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO; ULPGC, UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA.	155
FIGURA 70. RESPUESTA ECOLÓGICA (HARLEY ET AL., 2006)	156
FIGURA 71. POBLACIÓN RESIDENTE DIRECTAMENTE AFECTADA (IZQUIERDA), Y TOTAL (DERECHA), POR INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 EN CANARIAS, BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO MEDIO (RCP4.5, P50) Y EXTREMO (RCP8.5, P95).	168
FIGURA 72. POBLACIÓN TURÍSTICA DIRECTAMENTE AFECTADA (IZQUIERDA), Y TOTAL (DERECHA), POR INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 EN CANARIAS, BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO MEDIO (RCP4.5, P50) Y EXTREMO (RCP8.5, P95).	170
FIGURA 73. POBLACIÓN CIRCULANTE EN LOS ESPACIOS PÚBLICOS ABIERTOS POTENCIALMENTE EN RIESGO POR INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 EN CANARIAS, BAJO SENDOS ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO, MEDIO (RCP4.5, P50) Y EXTREMO (RCP8.5, P95)..	172
FIGURA 74. CAMPOS DE CULTIVO, SUPERFICIES, VALOR PRODUCTIVO Y STOCK DE CAPITAL AGRÍCOLA AFECTADOS POR INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 EN CANARIAS, BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO MEDIO (RCP4.5, P50) Y EXTREMO (RCP8.5, P95).....	175
FIGURA 75. SUPERFICIE, VOLUMEN CONSTRUIDO, VALOR PRODUCTIVO Y STOCK DE CAPITAL INDUSTRIAL (DE FABRICACIÓN Y ALMACENAMIENTO) AFECTADOS POR INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 EN CANARIAS, BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO MEDIO (RCP4.5, P50) Y EXTREMO (RCP8.5, P95).....	179
FIGURA 76. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS, SUPERFICIE, VOLUMEN CONSTRUIDO Y VALOR PRODUCTIVO INDUSTRIAL (PRODUCCIÓN DE ENERGÍA) AFECTADOS POR INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 EN CANARIAS, BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO MEDIO (RCP4.5, P50) Y EXTREMO (RCP8.5, P95).....	182
FIGURA 77. SUPERFICIE, VOLUMEN CONSTRUIDO, VALOR PRODUCTIVO Y STOCK DE CAPITAL DEL SECTOR SERVICIOS AFECTADOS POR INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 EN CANARIAS, BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO MEDIO (RCP4.5, P50) Y EXTREMO (RCP8.5, P95).	185
FIGURA 78. SUPERFICIE, VOLUMEN CONSTRUIDO, VALOR PRODUCTIVO Y STOCK DE CAPITAL DEL SECTOR HOTELERO AFECTADO POR INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 EN CANARIAS, BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO MEDIO (RCP4.5, P50) Y EXTREMO (RCP8.5, P95).	188
FIGURA 79. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS, SUPERFICIE, VOLUMEN Y STOCK DE CAPITAL DE LA INFRAESTRUCTURA RESIDENCIAL AFECTADOS POR INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 EN CANARIAS, BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO MEDIO (RCP4.5, P50) Y EXTREMO (RCP8.5, P95).	191
FIGURA 80. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS, SUPERFICIE, VOLUMEN CONSTRUIDO Y STOCK DE CAPITAL DE LA INFRAESTRUCTURA SANITARIA Y ASISTENCIAL AFECTADA POR INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 EN CANARIAS, BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO MEDIO (RCP4.5, P50) Y EXTREMO (RCP8.5, P95).....	193
FIGURA 81. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS, SUPERFICIE, VOLUMEN CONSTRUIDO Y STOCK DE CAPITAL DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA Y SOCIOCULTURAL AFECTADA POR INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 EN CANARIAS, BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO MEDIO (RCP4.5, P50) Y EXTREMO (RCP8.5, P95).....	196
FIGURA 82. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS, SUPERFICIE, VOLUMEN CONSTRUIDO Y STOCK DE CAPITAL DE LA INFRAESTRUCTURA DEPORTIVA AFECTADA POR INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 EN CANARIAS, BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO MEDIO (RCP4.5, P50) Y EXTREMO (RCP8.5, P95).	198
FIGURA 83. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS, SUPERFICIE, VOLUMEN CONSTRUIDO Y STOCK DE CAPITAL DE LA INFRAESTRUCTURA RELIGIOSA AFECTADA POR INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 EN CANARIAS, BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO MEDIO (RCP4.5, P50) Y EXTREMO (RCP8.5, P95).	202
FIGURA 84. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS, SUPERFICIE, VOLUMEN CONSTRUIDO Y STOCK DE CAPITAL DE LAS INSTALACIONES Y COMPLEJOS SINGULARES DE CANARIAS AFECTADOS POR INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 EN CANARIAS, BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO MEDIO (RCP4.5, P50) Y EXTREMO (RCP8.5, P95).....	205

FIGURA 85. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS Y SUPERFICIE CONSTRUIDA DE ESPACIOS PÚBLICOS ABIERTOS AFECTADOS POR INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 EN CANARIAS, BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO MEDIO (RCP4.5, P50) Y EXTREMO (RCP8.5, P95).	207
FIGURA 86. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS Y SUPERFICIE CONSTRUIDA DE INFRAESTRUCTURAS DE ABASTECIMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUAS AFECTADAS POR INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 EN CANARIAS, BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO MEDIO (RCP4.5, P50) Y EXTREMO (RCP8.5, P95).	209
FIGURA 87. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS Y SUPERFICIE CONSTRUIDA DE INFRAESTRUCTURAS DE SUMINISTRO ELÉCTRICO AFECTADAS POR INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 EN CANARIAS, BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO MEDIO (RCP4.5, P50) Y EXTREMO (RCP8.5, P95).	211
FIGURA 88. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS Y SUPERFICIE CONSTRUIDA DE INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE TERRESTRE AFECTADAS POR INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 EN CANARIAS, BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO MEDIO (RCP4.5, P50) Y EXTREMO (RCP8.5, P95).	213
FIGURA 89. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS, SUPERFICIE, VOLUMEN CONSTRUIDO Y STOCK DE CAPITAL DE LA INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE AÉREO AFECTADA POR INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 EN CANARIAS, BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO MEDIO (RCP4.5, P50) Y EXTREMO (RCP8.5, P95).	216
FIGURA 90. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS Y SUPERFICIE CONSTRUIDA DE INSTALACIONES PELIGROSAS AFECTADAS POR INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 EN CANARIAS, BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO MEDIO (RCP4.5, P50) Y EXTREMO (RCP8.5, P95).	218
FIGURA 91. SUPERFICIE DE SUELO URBANO LIBRE Y DE SUELO URBANIZABLE AFECTADA POR INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 EN CANARIAS, BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO MEDIO (RCP4.5, P50) Y EXTREMO (RCP8.5, P95).	220
FIGURA 92. NUMERO DE BIENES DE INTERÉS CULTURAL Y SUPERFICIES AFECTADAS POR INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 EN CANARIAS, BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO MEDIO (RCP4.5, P50) Y EXTREMO (RCP8.5, P95).	222
FIGURA 93. SUPERFICIE DE ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS (ENP), ZONAS DE ESPECIAL CONSERVACIÓN (ZEC) Y ZONAS DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA AVES (ZEPAS), INUNDADA PERMANENTEMENTE POR SNMM EN 2050 Y 2100 EN CANARIAS, BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO MEDIO (RCP4.5, P50) Y EXTREMO (RCP8.5, P95).	224
FIGURA 94. VIVIENDA AFECTADA POR LA EROSIÓN DE LA PLAYA EN OJOS DE GARZA (TELDE, GRAN CANARIA).	225
FIGURA 95. EVOLUCIÓN TEÓRICO-CUALITATIVA (EN ESCALA 1-5) DE LAS COMUNIDADES MARINAS DE CANARIAS EN FUNCIÓN DE LOS CAMBIOS DE TEMPERATURA OBSERVADOS EN LOS MODELOS, DONDE 1 SIGNIFICA UNA ESPERABLE EVOLUCIÓN CLARAMENTE EXPANSIVA, 3 UNA EVOLUCIÓN ESTABLE O NEUTRA, Y 5 UNA ESPERABLE EVOLUCIÓN CLARAMENTE REGRESIVA.	259
FIGURA 96. PROPORCIÓN DE COMUNIDADES MARINAS, EN TÉRMINOS DE SUPERFICIE CARTOGRÁFICA, QUE EXPERIMENTARÁN TENDENCIAS EXPANSIVAS (1), ESTABLES A EXPANSIVAS (2), ESTABLES (3), ESTABLES A REGRESIVAS (4) Y REGRESIVAS (5).	260
FIGURA 97. PROPUESTA DE EVOLUCIÓN DE HÁBITATS MARINOS DEBIDA A LA TEMPERATURA EN LA VERTIENTE NORTE DE LA ISLA DE GRAN CANARIA. (A) Y (B) CORRESPONDEN AL MODELO RCP 4.5 PARA 2045 Y 2100, RESPECTIVAMENTE. (C) Y (D) PARA RCP 8.5 PARA 2045 Y 2100, RESPECTIVAMENTE.	267
FIGURA 98. PROPUESTA DE EVOLUCIÓN DE HÁBITATS MARINOS DEBIDA A LA TEMPERATURA EN LA ISLA DE EL HIERRO. (A) Y (B) CORRESPONDEN AL MODELO RCP 4.5 PARA 2045 Y 2100, RESPECTIVAMENTE. (C) Y (D) PARA RCP 8.5 PARA 2045 Y 2100, RESPECTIVAMENTE	268
FIGURA 99. POBLACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE CANARIAS AFECTADA EN 2050 Y 2100 POR INUNDACIONES Y EROSIÓN COSTERA	277
FIGURA 100. ACTIVOS ECONÓMICOS DE LOS MUNICIPIOS DE CANARIAS AFECTADOS EN 2050 Y 2100 POR INUNDACIONES Y EROSIÓN COSTERA	288
FIGURA 101. PATRIMONIO CULTURAL Y NATURAL DE LOS MUNICIPIOS DE CANARIAS AFECTADOS EN 2050 Y 2100 POR INUNDACIONES Y EROSIÓN COSTERA.	305
FIGURA 102. HÁBITATS Y ECOSISTEMAS DE LOS MUNICIPIOS DE CANARIAS AFECTADOS EN 2050 Y 2100 POR INUNDACIONES Y EROSIÓN COSTERA	315
FIGURA 103. ÍNDICE DE RIESGO COSTERO POR CAMBIO CLIMÁTICO EN 2050 Y 2100 EN LOS MUNICIPIOS DE CANARIAS	322
FIGURA 104. MAPA DE LAS 47 ZONAS DE ALTO RIESGO ACUMULADO (HOTSPOTS) DEFINIDAS EN CANARIAS.	323
FIGURA 105. ZONA DE ALTO RIESGO ACUMULADO (HOTSPOT) EN EL HIERRO.	324
FIGURA 106. ZONAS DE ALTO RIESGO ACUMULADO (HOTSPOTS) EN LA PALMA.	326
FIGURA 107. ZONAS DE ALTO RIESGO ACUMULADO (HOTSPOTS) EN LA GOMERA.	327

FIGURA 108. ZONAS DE ALTO RIESGO ACUMULADO (HOTSPOTS) EN TENERIFE.	330
FIGURA 109. ZONAS DE ALTO RIESGO ACUMULADO (HOTSPOTS) EN GRAN CANARIA.	333
FIGURA 110. ZONAS DE ALTO RIESGO ACUMULADO (HOTSPOTS) EN FUERTEVENTURA.	337
FIGURA 111. ZONAS DE ALTO RIESGO ACUMULADO (HOTSPOTS) EN LANZAROTE Y LA GRACIOSA.	340

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. RESUMEN DE LOS TIPOS INSTRUMENTOS DE ORDENACIÓN TERRITORIAL, URBANÍSTICA Y DE LOS RECURSOS NATURALES DE CANARIAS..	28
TABLA 2. PLANES TERRITORIALES CON INCIDENCIA EN ZONAS LITORALES DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE CANARIAS: FUENTE: ELABORACIÓN A PARTIR DE INFORMACIÓN DE GOBIERNO DE CANARIAS.....	30
TABLA 3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA BASE CARTOGRÁFICA DEL PROYECTO.....	42
TABLA 4. RELACIÓN DE FUENTES, FECHAS Y PRECISIÓN DE DATOS LIDAR Y BATIMÉTRICOS.....	44
TABLA 5. DIFERENCIAS ENTRE CERO GEOGRÁFICO Y CERO HIDROGRÁFICO POR ISLAS Y PROFUNDIDAD MÁXIMA DEL MDTC.....	45
TABLA 6. LONGITUD DE LAS COSTAS Y CONSTITUCIÓN FÍSICA DE CANARIAS. FUENTE: A PARTIR DE ISTAC.....	48
TABLA 7. ESPECIFICACIONES DEL MÉTODO DE ORTORRECTIFICACIÓN DE IMÁGENES AÉREAS HISTÓRICAS.....	50
TABLA 8. PARÁMETROS Y ESPECIFICACIONES DE ORTOFOTO HISTÓRICA.....	50
TABLA 9. ESCENARIOS DE INUNDACIÓN COSTERA. TR: PERIODO DE RETORNO. *: SI BIEN LA CI SE HA CALCULADO PARA CADA COMBINACIÓN DE RCP, PERCENTIL DE SNMM, GCM Y HORIZONTE TEMPORAL, LOS HIDROGRAMAS CONSTRUIDOS PARA FORZAR EL MODELO DE INUNDACIÓN ESTÁN DESAGREGADOS POR RCP, PERCENTIL DE SNMM Y HORIZONTE TEMPORAL, PERO AGREGADOS PARA EL CONJUNTO DE LOS GCMs UTILIZANDO SU MEDIA COMO ESTADÍSTICO REPRESENTATIVO.....	56
TABLA 10. RESUMEN DE LOS RESULTADOS POTENCIALES DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA.....	61
TABLA 11. NÚMERO DE TRANSECTOS GENERADOS POR ISLA EN CANARIAS.....	71
TABLA 12. CARACTERIZACIÓN DE LOS PERFILES EN FUNCIÓN DE LOS PROCESOS MORFODINÁMICOS.....	72
TABLA 13. ESCENARIOS DE EVOLUCIÓN DE LA LÍNEA DE COSTA. *: SI BIEN SE HAN REALIZADO SIMULACIONES PARA CADA COMBINACIÓN DE RCP, PERCENTIL DE SNMM, GCM Y PERIODO DE TIEMPO, LOS RESULTADOS SE PRESENTAN DESAGREGADOS POR RCP, PERCENTIL DE SNMM Y PERIODO DE TIEMPO, PERO AGREGADOS PARA EL CONJUNTO DE LOS GCMs UTILIZANDO SU MEDIA COMO ESTADÍSTICO REPRESENTATIVO.....	74
TABLA 14. RESUMEN DE LOS RESULTADOS POTENCIALES DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA.....	79
TABLA 15. MODELOS CLIMÁTICOS GLOBALES (GCMs) PERTENECIENTES AL CMIP5 UTILIZADOS EN LA PYOYECCION DE TEMPERATURAS.....	85
TABLA 16. ESTRUCTURA DE LA BASE CARTOGRÁFICA DE EXPOSICIÓN PIMA ADAPTA COSTAS DE LA CCAA DE CANARIAS. TEMAS, SUBTEMAS Y DIMENSIONES DE VALORACIÓN.....	89
TABLA 17. FUENTES CARTOGRÁFICAS PRINCIPALES EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA BASE CARTOGRÁFICA DE EXPOSICIÓN PIMA ADAPTA COSTAS DE CANARIAS.....	92
TABLA 18. NIVELES DE CORRESPONDENCIA EN EL CONTROL DE CONTENIDOS. LOS PORCENTAJES REPRESENTAN LA PROPORCIÓN DEL TOTAL PUNTOS, Y LOS VALORES MÉTRICOS, LA DISTANCIA A LA QUE SE ENCUENTRAN RESPECTO A LOS ELEMENTOS DE LA BASE CARTOGRÁFICA DEL MISMO TIPO.....	102
TABLA 19. PARÁMETROS Y ESPECIFICACIONES DE ORTOFOTO HISTÓRICA.....	124
TABLA 20. GRUPOS DE CONSTRUCCIONES PARA MODULAR LOCALMENTE LAS CURVAS DE DAÑOS DEL JCR. FIGURA. ABUNDANCIA RELATIVA DE LOS GRUPOS CONSTRUCTIVOS A, B, C, D Y E EN CANARIAS.....	130
TABLA 21. MATRIZ DE VULNERABILIDAD DE LAS COMUNIDADES MARINAS DE CANARIAS ANTE LA SST.....	158
TABLA 22. IMPACTOS DE LAS INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 SOBRE LA POBLACIÓN RESIDENTE DE CANARIAS.....	167
TABLA 23. IMPACTOS DE LAS INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 SOBRE LA POBLACIÓN TURÍSTICA DE CANARIAS.....	169
TABLA 24. IMPACTOS DE LAS INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100, SOBRE LA POBLACIÓN CIRCULANTE EN LOS ESPACIOS PÚBLICOS ABIERTOS DE CANARIAS.....	171
TABLA 25. IMPACTOS DE LAS INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 SOBRE EL SECTOR PRIMARIO (AGRÍCOLA) DE CANARIAS.....	174
TABLA 26. IMPACTOS DE LAS INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 SOBRE EL SECTOR PRIMARIO (ACTIVIDAD EXTRACTIVA) DE CANARIAS.....	176
TABLA 27. AFECCIONES DE LAS INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 SOBRE EL SECTOR INDUSTRIAL (FABRICACIÓN Y ALMACENAMIENTO) DE CANARIAS.....	178
TABLA 28. IMPACTOS DE LAS INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 SOBRE EL SECTOR INDUSTRIAL (PRODUCCIÓN ENERGÉTICA) DE CANARIAS.....	181
TABLA 29. IMPACTOS DE LAS INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 SOBRE EL SECTOR TERCIARIO DE CANARIAS.....	183
TABLA 30. IMPACTOS DE LAS INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 SOBRE EL SECTOR HOTELERO DE CANARIAS.....	186
TABLA 31. IMPACTOS DE LAS INUNDACIONES SOBRE LA INFRAESTRUCTURA RESIDENCIAL DE CANARIAS.....	190
TABLA 32. IMPACTOS TOTALES SOBRE LA INFRAESTRUCTURA SANITARIA Y ASISTENCIAL DE CANARIAS.....	192

TABLA 33. IMPACTOS DE LAS INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 SOBRE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA Y SOCIOCULTURAL DE CANARIAS.....	194
TABLA 34. IMPACTOS DE LAS INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 SOBRE LA INFRAESTRUCTURA DEPORTIVA DE CANARIAS.....	197
TABLA 35. IMPACTOS DE LAS INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 SOBRE LA INFRAESTRUCTURA CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA DE CANARIAS.....	199
TABLA 36. IMPACTOS DE LAS INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 SOBRE LA INFRAESTRUCTURA RELIGIOSA DE CANARIAS.....	200
TABLA 37. IMPACTOS DE LAS INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 SOBRE INSTALACIONES Y COMPLEJOS SINGULARES DE CANARIAS.	203
TABLA 38. IMPACTOS DE LAS INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 SOBRE LOS SOBRE LOS ESPACIOS PÚBLICOS ABIERTOS DE CANARIAS.....	206
TABLA 39. IMPACTOS DE LAS INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2110 SOBRE LA INFRAESTRUCTURA DE ABASTECIMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUAS DE CANARIAS.....	208
TABLA 40. IMPACTOS DE LAS INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 SOBRE LA INFRAESTRUCTURA DE SUMINISTRO ELÉCTRICO DE CANARIAS.....	210
TABLA 41. IMPACTOS DE LAS INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 SOBRE LA INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE TERRESTRE DE CANARIAS.....	212
TABLA 42. IMPACTOS DE LAS INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 SOBRE LA INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE AÉREO DE CANARIAS.....	214
TABLA 43. IMPACTOS DE LAS INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 SOBRE LAS INSTALACIONES PELIGROSAS DE CANARIAS.....	217
TABLA 44. IMPACTOS DE LAS INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 SOBRE EL SUELO URBANO SIN CONSTRUIR (SU) Y SUELO URBANIZABLE (SUZ) DE CANARIAS	219
TABLA 45. IMPACTOS DE LAS INUNDACIONES COSTERAS EN 2050 Y 2100 SOBRE LOS BIENES DE INTERÉS CULTURAL DE CANARIAS.....	221
TABLA 46. AFECCIONES SOBRE LOS ESPACIOS NATURALES DE LA RED CANARIA DE ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS Y DE LA RED NATURA 2000 DE CANARIAS.	223
TABLA 47. AFECCIONES DE LA EROSIÓN COSTERA ESTRUCTURAL (PERMANENTE) SOBRE LA POBLACIÓN RESIDENTE Y TURÍSTICA CANARIAS.	229
TABLA 48. IMPACTOS DE LA EROSIÓN COSTERA ESTRUCTURAL (PERMANENTE) SOBRE EL SECTOR PRIMARIO (AGRÍCOLA) DE CANARIAS.	230
TABLA 49. IMPACTOS DE LA EROSIÓN COSTERA ESTRUCTURAL (PERMANENTE) SOBRE EL SECTOR INDUSTRIAL (FABRICACIÓN Y ALMACENAMIENTO) DE CANARIAS.	231
TABLA 50. IMPACTOS DE LA EROSIÓN COSTERA ESTRUCTURAL (PERMANENTE) SOBRE EL SECTOR SERVICIOS DE CANARIAS.	231
TABLA 51. IMPACTOS DE LA EROSIÓN COSTERA ESTRUCTURAL (PERMANENTE) SOBRE EL SECTOR HOTELERO CANARIAS.	232
TABLA 52. IMPACTOS DE LA EROSIÓN COSTERA ESTRUCTURAL (PERMANENTE) SOBRE LAS PLAYAS TURÍSTICAS DE CANARIAS.....	233
TABLA 53. IMPACTOS DE LA EROSIÓN COSTERA ESTRUCTURAL (PERMANENTE) SOBRE LAS INFRAESTRUCTURAS DE CANARIAS.	235
TABLA 54. IMPACTOS DE LA EROSIÓN COSTERA ESTRUCTURAL SOBRE LOS BIENES DE INTERÉS CULTURAL DE CANARIAS.....	238
TABLA 55. IMPACTOS DE LA EROSIÓN COSTERA ESTRUCTURAL (POR SNMM) Y EPISÓDICA (POR TEMPORALES) SOBRE LAS PLAYAS DE CANARIAS.....	239
TABLA 56. RELACIÓN COMPLETA DE LAS PÉRDIDAS SUPERFICIALES (%) EN LAS PLAYAS DE CANARIAS A CAUSA DE LA EROSIÓN COSTERA ESTRUCTURAL (POR SNMM) EN 2050 Y 2100.	240
TABLA 57. CORRESPONDENCIA DE ESCENARIOS ENTRE LOS MODELOS DE INUNDACIÓN, EROSIÓN Y SST.	269
TABLA 58. POBLACIÓN TOTAL DE CANARIAS AFECTADA POR INUNDACIONES Y EROSIÓN COSTERA EN 2050 Y 2100.	271
TABLA 59. POBLACIÓN TOTAL AFECTADA POR INUNDACIONES Y EROSIÓN COSTERA EN 2050 Y 2100, DESAGREGADA POR MUNICIPIOS, ISLAS Y PROVINCIAS.	272
TABLA 60. ACTIVOS ECONÓMICOS TOTALES DE CANARIAS AFECTADOS POR INUNDACIONES Y EROSIÓN COSTERA EN 2050 Y 2100.	280
TABLA 61. ACTIVOS ECONÓMICOS TOTALES AFECTADOS POR INUNDACIONES Y EROSIÓN COSTERA EN 2050 Y 2100, DESAGREGADOS POR MUNICIPIOS, ISLAS Y PROVINCIAS.....	282
TABLA 62. RELACIÓN COMPLETA DE INFRAESTRUCTURAS CRÍTICAS AFECTADAS POR PROCESOS COSTEROS EN 2050 Y 2100 EN CANARIAS. AFECCIÓN (1) Y AUSENCIA DE AFECCIÓN (0).	288
TABLA 63. PATRIMONIO CULTURAL Y NATURAL DE CANARIAS AFECTADOS POR INUNDACIONES Y EROSIÓN COSTERA EN 2050 Y 2100.....	299
TABLA 64. PATRIMONIO TOTAL AFECTADO POR INUNDACIONES Y EROSIÓN COSTERA EN 2050 Y 2100, DESAGREGADO POR MUNICIPIOS, ISLAS Y PROVINCIAS.	302
TABLA 65. AFECCIÓN PORCENTUAL (% DE LA SUPERFICIE TOTAL) DE LOS PROCESOS COSTEROS LIGADOS AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL SIGLO XXI. EN CADA UNO DE LOS BIENES DE INTERÉS CULTURAL DE CANARIAS (CON AFECCIÓN EN ALGÚN ESCENARIO).....	306

TABLA 66. HÁBITATS Y ECOSISTEMAS DE CANARIAS AFECTADOS POR INUNDACIONES Y EROSIÓN COSTERA EN 2050 Y 2100.....	309
TABLA 67. HÁBITATS Y ECOSISTEMAS AFECTADOS POR INUNDACIONES Y EROSIÓN COSTERA EN 2050 Y 2100, DESAGREGADO POR MUNICIPIOS, ISLAS Y PROVINCIAS.....	310
TABLA 68. ÍNDICE DE RIESGO COSTERO POR CAMBIO CLIMÁTICO PARA 2050 Y 2100, DESAGREGADO POR MUNICIPIOS, ISLAS Y PROVINCIAS. .	317

RESUMEN EJECUTIVO

Cartográfica de Canarias S.A. (GRAFCAN) ha recibido por parte de la Consejería de Política Territorial, Sostenibilidad y Seguridad del Gobierno de Canarias, la encomienda del servicio de ASISTENCIA TÉCNICA PARA EL DESARROLLO PIMA ADAPTA COSTAS 2017 EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE CANARIAS (Orden N.º 445/2017 de 29 de diciembre de 2017).

El PIMA Adapta Costas fue puesto en marcha de forma oficial en 2016 por la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar del Ministerio de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente (MAPAMA), con el objetivo de contribuir decisivamente al Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) y a la implementación de la Estrategia de Adaptación de la Costa Española al Cambio Climático.

El objetivo general del proyecto es estimar, con un nivel de precisión suficiente, los efectos del cambio climático en el ámbito de las zonas costeras de la región, mediante la determinación del riesgo sobre sus sistemas socioeconómicos y ecológicos. Para su desarrollo, GRAFCAN ha contado con la asistencia técnica y la asesoría de cuadros científicos del Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria (IHC) y de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC), a través de sendas encomiendas.

El estudio ofrece resultados sobre el impacto social, económico y ecosistémico de tres procesos derivados del cambio climático: (i) las inundaciones costeras, (ii) la erosión costera, y (iii) la subida de la temperatura media del mar. El alcance e intensidad de estos fenómenos, que constituyen el componente de peligro del análisis de riesgos, han sido proyectados para mediados de siglo y finales de siglo XXI bajo dos hipótesis de cambio climático, una de intensidad media (RCP4.5) y otra de intensidad alta (RCP8.5). Cada uno de los escenarios y modelos de peligrosidad generados han sido cruzados con una base cartográfica de exposición y vulnerabilidad, que recoge un conjunto de 30 elementos de interés social, económico y ecológico del archipiélago canario, divididos en 5 temáticas: (i) población, (ii) infraestructuras y dotaciones, (iii) actividades productivas, (iv) patrimonio, y (v) hábitats y ecosistemas. Los resultados expresan la cantidad de población afectada por los procesos costeros en cada uno de los escenarios y horizontes temporales, así como los elementos constructivos afectados en infraestructuras y sectores, las pérdidas económicas esperables en stock de capital y riqueza productiva, los elementos del patrimonio afectados y, por último, los hábitats y ecosistemas que se verán mermados. Los resultados han sido agregados, sucesivamente, por unidades especiales de 1 Ha, entidades municipales e islas.

1 ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

1.1 CANARIAS EN EL CONTEXTO DEL CALENTAMIENTO GLOBAL

Las primeras ideas y evidencias sobre cambios climáticos en el periodo geológico se remontan al siglo XIX con las teorías de los ciclos glaciales (Davis, 1995). En este mismo periodo, y sobre todo a largo de la primera mitad del siglo XX, se empezaron a desarrollar investigaciones acerca de la influencia, en el régimen de temperaturas ambiental, de los fenómenos astronómicos, los balances de radiación en la tierra, la existencia de gases de efecto invernadero (CO₂, vapor de agua) o los cambios de uso del suelo. A partir de 1950, y a raíz del perfeccionamiento de las técnicas de cálculo y medición, se multiplicaron las investigaciones sobre el efecto invernadero (GEI) del dióxido de carbono y otros gases (metano, CFC, etc.), apareciendo los primeros registros continuos (e.g. curva de Keeling). Un consenso científico creciente acerca de los procesos de calentamiento global, presentes y futuros, derivados de la emisión de GEI, dio lugar, desde entonces, a importantes encuentros internacionales, como la Conferencia Mundial sobre el Clima de la Organización Meteorológica Mundial, celebrada en Génova en 1979, la conferencia conjunta de UNEP/WMO/ICSU en Villach (Austria) en 1985, o la Conferencia de Toronto de 1988.

Llegada la década de los 90 ya existía un consenso en torno a la influencia de los gases de efecto invernadero en los cambios climáticos históricos y, en consecuencia, la preocupación acerca del impacto de las emisiones humanas en el calentamiento global. Fruto de ello, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM), crearon, en 1988, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), encargado de abordar evaluaciones integrales del estado de los conocimientos científicos, técnicos y socioeconómicos sobre el cambio climático, así como sus posibles causas, repercusiones y estrategias de adaptación. Hoy en día, IPCC es un órgano científico que no realiza investigación directa, sino que examina y evalúa la bibliografía más reciente y las aportaciones científicas sobre el estudio del cambio climático en todo el mundo. Desde su creación en 1988, el IPCC ha generado cinco informes de evaluación, publicados en los años 1990, 1992, 1995, 2001, 2007 y 2014. Estos informes pueden considerarse los diagnósticos globales del cambio climático más completos y por ello la principal fuente de información sobre proyecciones futuras de cambio climático a escala global.

Según el Quinto Informe (AR5) de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2014), el calentamiento del sistema climático global desde finales del siglo XIX es inequívoco (de 0.85°C [0.65 a 1.06], entre 1880 y 2012), tal y como se deduce de los múltiples registros que determinan,

en la mayor parte de regiones del mundo, aumentos de temperatura atmosférica y oceánica (desde los océanos profundos hasta el techo de la troposfera), disminuciones de las cantidades de nieve y hielo, y aumentos del nivel del mar. Asimismo, en el Quinto Informe de 2014 (AR5) se determina que el principal causante del calentamiento global es el aumento drástico, desde el siglo XIX, de las emisiones antropogénicas de GEI debido al desarrollo industrial y al crecimiento económico y demográfico. Además, según este informe, la mitad del volumen de emisiones del periodo industrial se han producido en los últimos 40 años, indicando una aceleración progresiva. Como resultado, las concentraciones atmosféricas de GEI, en la actualidad, como el dióxido de carbono, metano y óxido nítrico, no tendrían precedentes en los últimos 800 mil años.

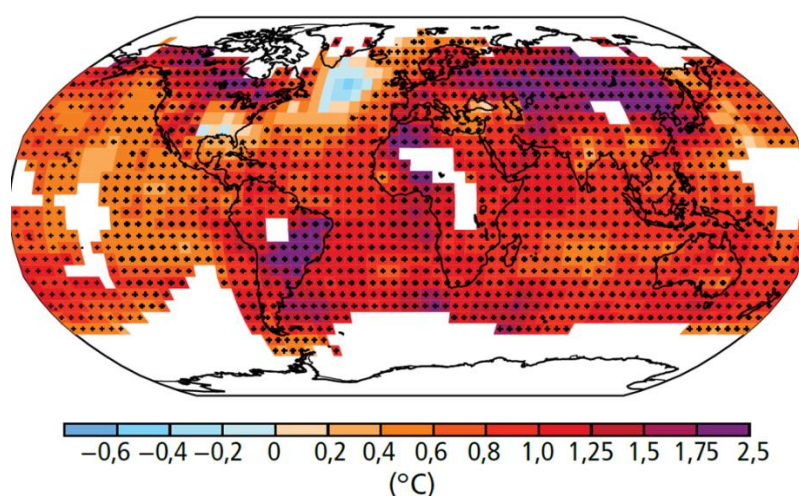


Figura 1. Mapa global de los cambios observados en la temperatura en superficie entre 1901 y 2012. Fuente: IPCC, 2014.

En AR5, el IPCC establece la nomenclatura de las llamadas sendas o trayectorias representativas de concentración de GEI, los denominados escenarios RCP. Desde entonces, estos se han convertido en un estándar internacional para el análisis y comparación de escenarios de cambio climático en el futuro, en función del desarrollo socioeconómico y de las políticas de mitigación llevadas a cabo. Cada uno de ellos representa distintas evoluciones de las concentraciones de GEI a largo del siglo XXI. Se caracterizan por su Forzamiento Radiativo (FR) total para el año 2100, que oscila entre 2.6 y 8.5 W/m². El RCP2.6 representa un escenario optimista con bajas concentraciones de GEI; los escenarios RCP4.5 y RCP6.0 representan escenarios moderados con concentraciones de GEI que se estabilizan antes (RCP4.5) o después (RCP6.0) del año 2100; y por último, el RCP8.5 representa un escenario pesimista con altas concentraciones de GEI sin estabilización a finales de siglo.

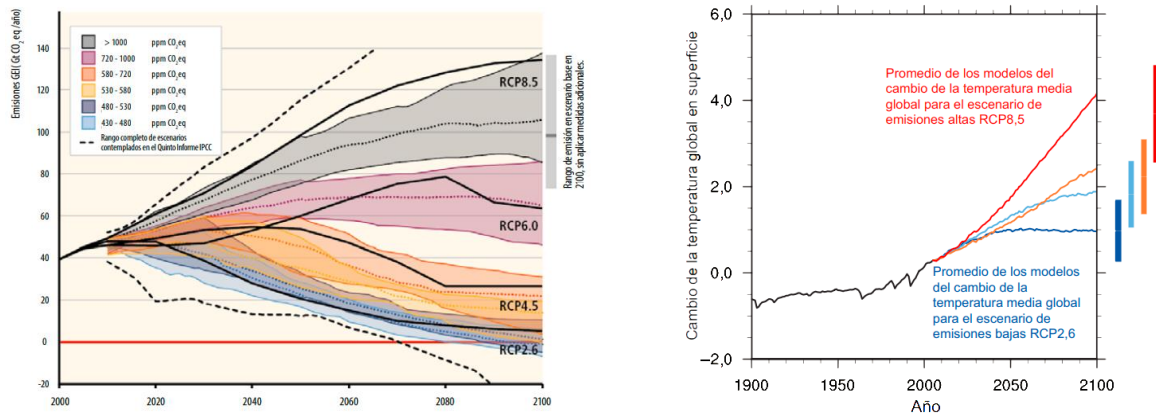


Figura 2. (Izq.) Trayectorias de emisiones de GEIs estimadas para los escenarios RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0, RCP8.5 (Der.) Cambios estimados en la temperatura global en superficie para esos mismos escenarios

Con intensidad variable en función del RCP de referencia, los modelos predictivos recogidos en AR5 proyectan aumentos globales continuados de las temperaturas y del nivel del mar a lo largo del siglo XXI, acompañados de un aumento probable en la frecuencia e intensidad de eventos meteoroceánicos extremos a nivel general, como las olas de calor, las sequías o las precipitaciones de alta intensidad.

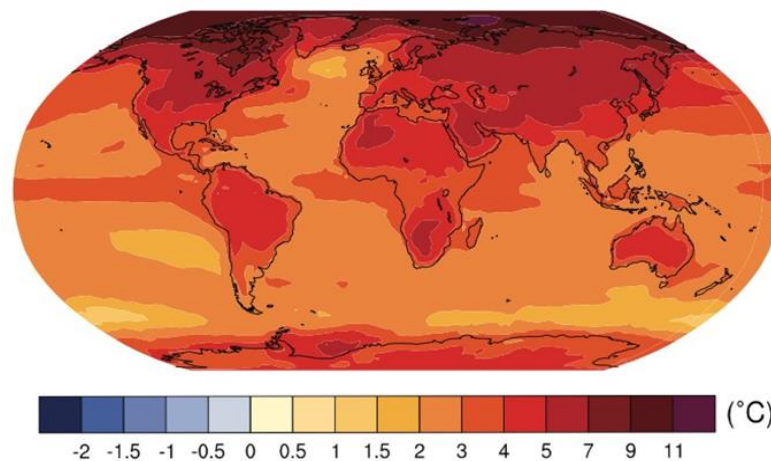


Figura 3. Mapa global de las proyecciones de cambio de la temperatura atmosférica superficial del multimodelo CMIP5 para el horizonte 2100, bajo el escenario extremo RCP8.5. Fuente: IPCC, 2014

Según diferentes estudios, la región macaronésica, de la que forman parte las islas Canarias, han mostrado un incremento histórico de temperatura situado en torno a la media global (0.5-1.0°C) en el periodo 1901-2012. En el África noroccidental, entre 1961 y 2000, el número de días fríos y noches frías disminuyó, mientras que el número de días y noches cálidos aumentó (Niang et al. 2014), registrándose asimismo un aumento de temperatura promedio de 0.5-0.8°C en el período 1950-2010 (USAID, 2018). Según las proyecciones, hacia 2100, considerando el percentil 50% del multimodelo CMIP5, el aumento de temperatura superficial en las áreas costeras y archipelágicas de la región podría oscilar entre 1-1,5°C (RCP4.5) y 2-3°C (RCP8.5).

El calentamiento global está provocando la pérdida de masa de los glaciares (manto de hielo de Groenlandia y la Antártida) y el calentamiento de la masa marina. La combinación de ambos fenómenos (derretimiento de glaciares y expansión térmica del océano) está generando una elevación del nivel medio del mar desde principios de la década de 1970 a nivel global. Según el Quinto Informe de Evaluación (AR5) del IPCC (2014), el océano almacena aproximadamente el 90% del total del incremento de la energía del sistema climático. Los primeros 75 m de la columna de agua ya se han calentado 0.11° C [0.09 a 0.13] por década entre 1971 y 2010, y las mejores estimaciones indican que, al final del siglo XXI, el calentamiento del océano en los primeros 100 metros de profundidad será de entre 0,6 °C (RCP2,6) y 2,0 °C (RCP8,5), y de entre 0,3°C (RCP2,6) y 0,6°C (RCP8,5) a unos 1.000 m de profundidad. Resultado de esto, la tasa de aumento del nivel del mar, recogida con mareógrafos y altímetros satelitales desde mediados del siglo XIX, ha sido mayor que la tasa media durante los dos milenios anteriores. Esta fue de 1.7 [1.5 a 1.9] mm año⁻¹ entre 1901 y 2010, de 2.0 [1.7 a 2.3] mm año⁻¹ entre 1971 y 2010, y de 3.2 [2.8 a 3.6] mm año⁻¹ entre 1993 y 2010. En suma, el nivel medio global del mar ha aumentado en 0.19 m [0.17 a 0.21] durante el siglo XX, y seguirá aumentando durante el siglo XXI. Es muy probable que la tasa de elevación del nivel del mar sea mayor en todos los escenarios RCP que la tasa observada de 2,0 [1,7-2,3] mm/año durante 1971-2010, con una tasa de elevación en el escenario RCP8,5 de 8 a 16 mm/año durante 2081-2100.

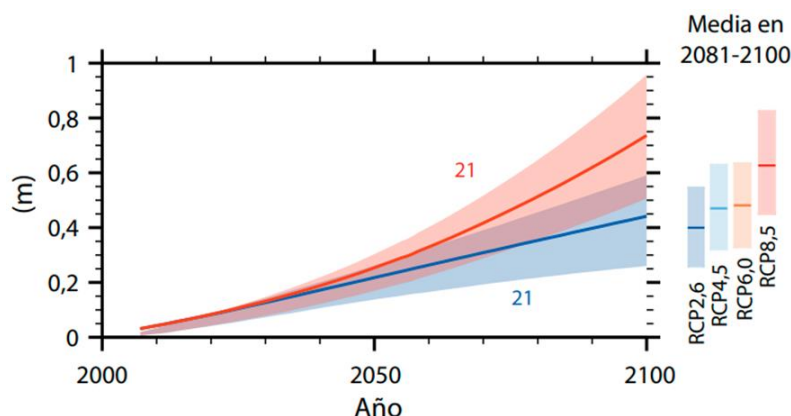


Figura 4. Estimaciones de elevación del nivel medio global del mar en los distintos escenarios RCP, con respecto al periodo histórico 1986-2005

El calentamiento marino más acusado se producirá en la superficie oceánica de las regiones tropicales y subtropicales del hemisferio norte. Es muy probable que la circulación meridional de retorno del Atlántico, que baña la región macaronésica, se debilite durante el siglo XXI. Las mejores estimaciones y rangos de modelos para la reducción son del 11% (1% a 24%) en el escenario RCP2.6 y del 34% (12% a 54%) en el RCP8.5.

En las salidas de los modelos climáticos globales CMIP5, los territorios macaronésicos registran previsiones de elevación del nivel de mar relativamente más altas que el nivel medio de ascenso global para el periodo 1986-2100. Este rango, según el informe AR5 será de entre 0,4-0,5 m para el escenario RCP2.6, de 0,4-0,6 m para el escenario RCP4.5, de 0,5-0,6 m para el escenario RCP6.0, y de 0,6-0,7 m para el escenario RCP8.5. Según los modelos predictivos desarrollados por el Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (IHC), el nivel medio del mar en Canarias podrá ascender hasta 75 cm en determinados sectores del litoral hacia finales del siglo XXI, hecho que vendrá acompañado de perturbaciones en el régimen de energía del oleaje y en su dirección predominante.

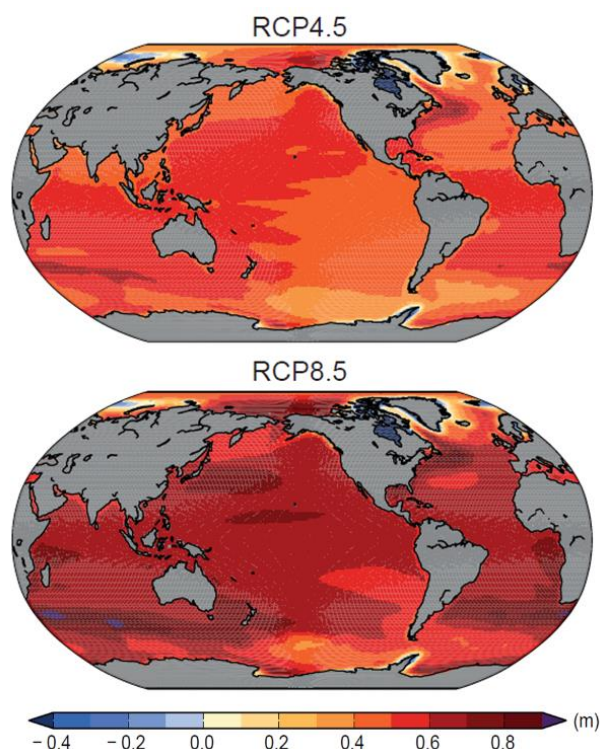


Figura 5. Proyección de cambio relativo del nivel del mar (metros) evaluado a partir de 21 modelos globales (multimodelo CMIP5) en los escenarios RCP4.5 y RCP8.5, entre 1986–2005 y 2081–2100. Fuente: IPCC, 2013

En este contexto de calentamiento climático global, los archipiélagos constituyen territorios especialmente sensibles o vulnerables. El propio AR5 (IPCC, 2014) alerta de que, en las islas pequeñas, como es el caso de Canarias, el cambio climático puede provocar graves impactos sobre los medios de subsistencia, asentamientos, infraestructuras, servicios de los ecosistemas y estabilidad económica. La Comunidad Autónoma de Canarias, por su situación geográfica (proximidad al continente africano), sus características físicas (insularidad) y su biodiversidad, representa un territorio vulnerable a los futuros impactos del cambio climático. Los principales factores de vulnerabilidad del territorio canario frente a los posibles impactos del Cambio Climático pueden resumirse en los siguientes puntos:

- Conformar un territorio pequeño y fragmentado. Canarias se compone de 7.447 km² repartidos en 7 islas principales de tamaño desigual. Esto significa que es un territorio de una extensión relativamente pequeña y altamente fragmentado, de recursos escasos, y cuyo aislamiento natural limita la capacidad de recuperación de los recursos consumidos. Respecto a los dominios

continentales, su condición de archipiélago limita los *inputs* de materia y energía en el sistema, generando una mayor sensibilidad a las perturbaciones ambientales.

- Presenta una alta densidad demográfica y presión sobre los recursos. Las islas Canarias poseen el mayor contingente de población (más de 2 millones de habitantes) y densidad demográfica (300 habitantes por km²) de la región macaronésica, considerando Azores, Madeira y Cabo Verde. Esta intensidad del poblamiento humano se traduce en una alta presión sobre unos recursos, más escasos y vulnerables debido a la condición archipelágica del territorio.
- Una elevada especialización económica en el sector turístico. Hoy en día el 35% del Producto Interior Bruto (PIB) de Canarias procede directamente de la actividad turística, de la que depende aproximadamente un 40% del empleo directo y un 70% del empleo indirecto. Se trata, además, predominantemente, de un turismo de ‘sol y playa’, de fuerte concentración en la franja costera. Este bajo grado de diversificación económica, introduce un factor de dependencia y vulnerabilidad frente a las perturbaciones de índole política, económica o ambiental, sobre los recursos que sostienen el turismo.
- Altos niveles de diversidad y singularidad en los ecosistemas. Por su situación geográfica, las islas Canarias, al igual que el resto de los archipiélagos macaronésicos, poseen índices elevados de biodiversidad y de singularidad ecológica. Los efectos del cambio climático pueden afectar con mayor intensidad a una estructura de hábitats fragmentada y suponer una merma de la riqueza de especies autóctonas y endémicas de alto valor ecológico.

A pesar de estos condicionantes, las islas Canarias presentan fortalezas muy relevantes para afrontar los retos y amenazas que supone el cambio climático. En particular, Canarias posee la economía más fuerte de entre todos los territorios de la región, manteniendo los mayores niveles de productividad, riqueza y renta. El PIB de Canarias cuadruplica el PIB del conjunto de Azores, Madeira y Cabo Verde. Como resultado, los niveles de industrialización, infraestructuras (transporte, comunicaciones, etc.) y equipamientos (educativos, culturales, sanitarios, etc.), necesarios para hacer frente a los retos del cambio climático, son muy elevados en el contexto regional. Además, en el marco político, económico y social, las islas Canarias están constituidas como una Comunidad Autónoma de España y una región ultraperiférica de la Unión Europea, lo que permite sumar apoyo y recursos técnicos y financieros para abordar los cambios futuros.

1.2 MARCO INSTITUCIONAL Y LEGAL DE LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL Y LA EVALUACIÓN DE RIESGOS EN CANARIAS

La prevención de riesgos naturales a escala internacional lleva décadas liderada por la Organización de Naciones Unidas (ONU), desde que se crease, en 1971, la Oficina de la Organización de Naciones Unidas para Ayuda al Desastre (UNDRO). La finalidad de la UNDRO es promover el estudio, prevención, control y predicción de los desastres naturales, y suministrar a los Gobiernos información adecuada para la planificación pre-desastre. En 1990, tras declarar el Decenio Internacional para la Reducción de Desastres Naturales (DIRDN), promovió la primera Conferencia Mundial sobre la reducción de Desastres Naturales en Yokohama, y en junio de 2001 vio la luz la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD, UNISDR en inglés), que cambió el paradigma de la atención a los desastres hacia la prevención de los mismos.

En 2005, a raíz de la segunda conferencia Mundial sobre la reducción de desastres en Hyogo, se estableció el Marco de Acción de Hyogo (MAH) 2005-2015. Constituyó el principal instrumento global de gestión de Reducción de Riesgos de Desastres, donde los países miembros se comprometieron a introducir en las políticas públicas los conceptos de prevención y evaluación de riesgos. Al MAH siguió el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 a raíz de la tercera Conferencia Mundial de las Naciones Unidas celebrada en Sendai (Japón) en 2015, y cuyo objetivo fue dar la continuidad al MAH. Su objetivo principal era proponer mecanismos y estrategias para aumentar la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres, y así lograr una reducción considerable de las pérdidas que ocasionan, en términos de vidas humanas y de bienes sociales, económicos y ambientales.

La planificación territorial es una de las herramientas principales de la prevención de riesgos. En Europa, tiene su marco en la Estrategia Territorial Europea (Postdam, 1999), que establece que los instrumentos de ordenación del territorio de la Unión Europea deben promover el desarrollo territorial sostenible. La ETE ha sido revisada y adaptada sucesivamente, dando lugar a la Agenda Territorial Europea, aprobada en Leipzig en 2007, y a la Agenda Territorial Europea 2020 (ATE 2020).

En materia de riesgos relacionados con fenómenos costeros derivados del Cambio Global, en 2002 surgió la Recomendación 2002/413/CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre la aplicación de la Gestión Integrada de las Zonas Costeras en Europa. Dicha recomendación instaba a los Estado Miembros a la adopción de un planteamiento estratégico basado en la protección del medio ambiente costero y de la población y actividades económicas frente a la amenaza del cambio climático. Posteriormente, la Directiva 2007/60/CE del

Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2007, relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación (Directiva Inundaciones), estableció un marco para evaluar y planificar la reducción del riesgo de inundaciones en Europa, exigiendo a los países de la UE que evaluaran el riesgo de inundación en las regiones costeras y en las cuencas hidrográficas. Esta directiva fue transpuesta al ordenamiento jurídico español mediante el Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación, en el que se establecen una serie de obligaciones fundamentales: la elaboración de la Evaluación Preliminar de Riesgo de Inundación (EPRI), los Mapas de peligrosidad y los Mapas de riesgo de inundación (ARPSI) y la redacción de los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación (PGRI).

Ante la necesidad de incorporar los riesgos del cambio climático en la planificación, España aprobó en 2006 el **Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC)**, tras un amplio proceso que implicó a los principales órganos de coordinación en materia de cambio climático en España: la Comisión de Coordinación de Políticas de Cambio Climático (CCPCC) y el Consejo Nacional del Clima (CNC). El PNACC configura un marco de referencia para la coordinación entre las Administraciones Públicas en materia de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en España.

Desde el punto de vista jurídico, la Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de Julio, de Costas, introdujo una regulación específica para afrontar con garantías la lucha contra los efectos del cambio climático en el litoral, incorporando obligaciones específicas:

- a) Establece que la ordenación de los usos del suelo debe atender a los principios de prevención de riesgos naturales y accidentes graves; de protección contra la contaminación y su impacto en la salud y el medioambiente; de utilización de energías renovables y de eficiencia energética; de lucha contra el calentamiento global, mitigando la contribución territorial a sus causas y adaptándose a sus efectos; de adecuación a las condiciones climáticas de las islas; de menor consumo de recursos naturales, en particular de uso racional del agua; de accesibilidad universal; de igualdad entre hombres y mujeres; y de movilidad sostenible (Art. 81.1);
- b) Establece la necesidad de definición del riesgo en atención a criterios científicos contrastados; y en las áreas así declaradas, limita las ocupaciones y prevé que la Administración pueda realizar actuaciones de protección, conservación o restauración;

- c) Exige que los proyectos para la ocupación del Dominio Público Marítimo-Terrestre (en adelante DPMT) se acompañen de una evaluación prospectiva sobre los posibles efectos del cambio climático;
- d) Incorpora como causa de extinción de las concesiones el supuesto de que las obras o instalaciones estén en riesgo cierto de ser alcanzadas por el mar;
- e) Impone al Ministerio la obligación de elaborar una estrategia para la adaptación de la costa a los efectos del cambio climático, con el fin de disponer de un diagnóstico riguroso de los riesgos asociados al cambio climático que afectan a nuestra costa, y de una serie de medidas que permitan mitigarlos. La **Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa Española** fue aprobada mediante Resolución de 24 de julio de 2017, de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar.
- f) Obliga a las Comunidades Autónomas a elaborar un Plan de adaptación al cambio climático de los terrenos de DPMT de adscripción autonómica y de las estructuras construidas sobre ellos, que se corresponden con las obras portuarias de las CCAA y las vías de transporte de titularidad de las CCAA que, por su configuración, requieran la ocupación de terrenos del DPMT estatal.

Por su parte, el **Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Costas**, establece, en los artículos 85, 91 y 92, la necesidad de introducir la variable del cambio climático a la hora de tomar una decisión sobre la ocupación o utilización del DPMT. Además, viene a desarrollar la Ley 2/2013 en cuanto al contenido sobre la evaluación de los efectos del cambio climático:

“1. La evaluación de los efectos del cambio climático incluirá la consideración de la subida del nivel medio del mar, la modificación de las direcciones de oleaje, los incrementos de altura de ola, la modificación de la duración de temporales y en general todas aquellas modificaciones de las dinámicas costeras actuantes en la zona, en los siguientes periodos de tiempo:

a) En caso de proyectos cuya finalidad sea la obtención de una concesión, el plazo de solicitud de la concesión, incluidas las posibles prórrogas.

b) En caso de obras de protección del litoral, puertos y similares, un mínimo de 50 años desde la fecha de solicitud.

2. Se deberán considerar las medidas de adaptación que se definan en la estrategia para la adaptación de la costa a los efectos del cambio climático, establecida en la disposición adicional octava de la Ley 2/2013, de 29 de mayo.”

En España, las competencias sobre el Dominio Público Marítimo-Terrestre corresponden al Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD), excepto en los terrenos incluidos en el DPMT adscritos a las CCAA, que corresponden con obras portuarias de las CCAA y vías de transporte de titularidad de las CCAA que, por su configuración, requieran la ocupación de terrenos del DPMT estatal. Hay que tener en cuenta, no obstante, que el impacto del cambio climático sobre la costa puede ir mucho más allá del DPMT, afectando también en gran medida a competencias autonómicas y locales, y en el caso de la Comunidad Autónoma Canaria, a los cabildos insulares.

La ordenación territorial, como herramienta fundamental en la prevención de riesgos en España, es competencia de las Comunidades Autónomas. En Canarias, la **Ley 4/2017, de 13 de julio, del Suelo y de los Espacios Naturales Protegidos de Canarias**, establece los instrumentos de ordenación territorial existentes en Canarias:

- a) Instrumentos de ordenación general de los recursos naturales y del territorio, que incluyen:
 - Las directrices de ordenación. Constituyen el instrumento de ordenación territorial estratégica del Gobierno de Canarias, siendo marco de referencia para los restantes. Pueden tener carácter general o sectorial y tienen por objeto la ordenación general de los recursos naturales y del territorio de la comunidad autónoma, articulando las actuaciones tendentes a garantizar el desarrollo sostenible y el equilibrio ambiental, territorial y paisajístico de Canarias.
 - Los planes insulares. Los planes insulares de ordenación constituyen el instrumento general de ordenación de los recursos naturales y del territorio en el marco de las directrices de ordenación. Tienen una función de ordenación de los recursos naturales, de zonificación de usos globales del territorio y de determinación y ordenación de infraestructuras de interés insular. Las determinaciones de los planes insulares prevalecen sobre los planes de ordenación ambiental, territorial o urbanística. Dentro de las determinaciones de los Planes Insulares se encuentra la “prevención de riesgos sísmicos, geológicos, meteorológicos u otros (...)”
- b) Instrumentos de ordenación ambiental en forma de planes y normas de los espacios naturales protegidos (competencia de formulación de los Cabildos excepto en los Parques Nacionales) y de la Red Natura 2000, que pueden adoptar la forma de:
 - Planes Rectores de Uso y Gestión de Parques Nacionales, Naturales y Rurales.
 - Planes Directores de Reservas Naturales Integrales y Especiales.

- Planes Especiales de los Paisajes Protegidos.
 - Normas de Conservación de Monumentos Naturales y Sitios de Interés Científico.
 - Planes de Protección y Gestión de lugares de la Red Natura 2000 no incluidos en la Red Canaria de Espacios Protegidos.
- c) Instrumentos de ordenación territorial, para el desarrollo a escala insular de las directrices de ordenación, y que incluyen:
- Planes territoriales parciales cuyo objeto es la ordenación integrada de partes singulares del territorio que, en virtud de sus características naturales o funcionales, su ordenación o planificación de usos tenga trascendencia insular o supramunicipal.
 - Planes territoriales especiales que tiene por objeto concretar y definir las infraestructuras y los equipamientos estructurantes de interés supramunicipal.
 - Proyectos de interés insular o autonómico, que tienen por objeto ordenar y diseñar, para su ejecución, o bien ejecutar, sistemas generales, dotaciones y equipamientos estructurantes o de actividades industriales, energéticas, turísticas no alojativas, culturales, deportivas, sanitarias o de naturaleza análoga de carácter estratégico, cuando se trate de atender necesidades sobrevenidas o actuaciones urgentes.
- d) Instrumentos de ordenación urbanística, de escala municipal, que deben ajustarse a las determinaciones de los instrumentos de ordenación de los recursos naturales y del territorio. Incluyen:
- Normas técnicas del planeamiento urbanístico.
 - Planes generales de ordenación.
 - Instrumentos urbanísticos de desarrollo: Planes parciales y Planes especiales.
 - Instrumentos urbanísticos de ordenación sectorial: Planes de modernización, mejora e incremento de la competitividad (regulados por la Ley 2/2013, de 29 de mayo, de renovación y modernización turística de Canarias) y Programas de actuación sobre el medio urbano.
- Otras normas referentes a la ordenación territorial en Canarias son:
- Ley 6/2002, de 12 de junio, sobre medidas de ordenación territorial de la actividad turística en las islas de El Hierro, La Gomera y La Palma.

- Decreto 183/2004, de 21 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de gestión y ejecución del sistema de planeamiento de Canarias.
- Decreto 55/2006, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de Procedimientos de los instrumentos de ordenación del sistema de planeamiento de Canarias.
- Ley 6/2009, de 6 de mayo, de medidas urgentes en materia de ordenación territorial para la dinamización sectorial y la ordenación del turismo.
- Ley 2/2013, de 29 de mayo, de renovación y modernización turística de Canarias.
- Ley 14/2014, de 26 de diciembre, de Armonización y Simplificación en materia de Protección del Territorio y de los Recursos Naturales.
- Decreto 85/2015, de 14 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley de renovación y modernización turística de Canarias.
- Ley 2/2016, de 27 de septiembre, para la modificación de la Ley 6/2002, de 12 de junio, sobre medidas de ordenación territorial de la actividad turística en las islas de El Hierro, La Gomera y La Palma.

Tabla 1. Resumen de los tipos instrumentos de ordenación territorial, urbanística y de los recursos naturales de Canarias.

ESCALA ADMINISTRATIVA	ORDENACIÓN TERRITORIAL	ORDENACIÓN DE ESPACIOS NATURALES	PLANEAMIENTO URBANÍSTICO
<i>Comunidad Autónoma</i>	-Directrices Generales -Directrices Sectoriales -Planes Territoriales Especiales -Proyectos de interés insular o autonómico	-Planes Rectores de Uso y Gestión de Parques Nacionales	-Normas Técnicas de Planeamiento Urbanístico
<i>Cabildos Insulares</i>	-Planes Insulares de Ordenación -Planes de Ordenación de los Recursos Naturales -Planes Territoriales de ordenación parciales -Planes Territoriales de ordenación especiales -Proyectos de interés insular o autonómico	-Planes y Normas de Espacios Naturales Protegidos: - Planes rectores de uso y gestión de naturales y rurales. - Planes directores de reservas naturales integrales y especiales. - Planes especiales de los paisajes protegidos. - Normas de conservación de monumentos naturales y sitios de interés científico. - Planes de protección y gestión de lugares de la Red Natura 2000 no incluidos en la red canaria de espacios protegidos. - Ordenanzas provisionales insulares	
<i>Ayuntamientos</i>			-Planes Generales de ordenación -Planes Parciales -Planes especiales -Planes de modernización, mejora e incremento de la competitividad -Programa de actuación sobre el medio urbano -Estudios de detalle -Catálogos de protección -Catálogos de impactos

ESCALA ADMINISTRATIVA	ORDENACIÓN TERRITORIAL	ORDENACIÓN DE ESPACIOS NATURALES	PLANEAMIENTO URBANÍSTICO
			-Ordenanzas municipales de edificación y urbanización

Los Planes de Protección Civil son, a su vez, los principales instrumentos que han utilizado las distintas Administraciones para atender las emergencias ante riesgos naturales o antrópicos. Las grandes líneas de actuación en situaciones de emergencias están aprobadas, a nivel estatal, en la Norma Básica de Protección Civil, pero cada Comunidad Autónoma o administración local desarrolla sus planes atendiendo a sus características específicas. En Canarias, la resolución de 25 de julio de 2005, por la que se dispone la publicación del Decreto 1/2005, de 18 de enero, actualiza el Plan Territorial de Emergencia de Protección Civil de la Comunidad Autónoma de Canarias (PLATECA) y establece la siguiente organización de los planes de Protección Civil:

- Planes Territoriales para hacer frente a las emergencias generales que se puedan presentar en cada ámbito territorial: municipal, supramunicipal, insular o autonómico. En Canarias, todas las islas del Archipiélago y municipios mayores a 20.000 habitantes deben implantar su respectivo Plan de Emergencias.
- Planes Especiales para hacer frente a los riesgos especiales cuya naturaleza requiera unos métodos técnicos y científicos adecuados para su evaluación y tratamiento (riesgo de inundación, sismos, químicos, transporte de mercancías peligrosas, incendios forestales o riesgos volcánicos). Cabe nombrar aquí el Plan Específico de Protección Civil y Atención de Emergencias de la Comunidad Autónoma de Canarias por riesgos de fenómenos meteorológicos adversos (PEFMA), o el Plan Especial de Protección Civil y Atención de Emergencias por Riesgo de Inundaciones en la Comunidad Autónoma de Canarias (PEINCA).
- Planes de Autoprotección para procurar una preparación adecuada de los ciudadanos en actividades, establecimientos o instalaciones de tipo centros docentes, puertos y aeropuertos, presas y embalses, túneles, centros hospitalarios, edificios públicos, hoteles, residencias y centros geriátricos, instalaciones deportivas, grandes superficies comerciales o eventos que originen gran afluencia de personas.

Como se ha visto, en Canarias existe una densa red de instrumentos legales y de planificación que rigen el ordenamiento territorial y la prevención frente a riesgos naturales y humanos. A continuación, se resumen las normas y planes que afectan a los territorios litorales de la Comunidad Autónoma.

Tabla 2. Planes territoriales con incidencia en zonas litorales de la Comunidad Autónoma de Canarias: Fuente: Elaboración a partir de información de Gobierno de Canarias.

ESCALA	PLAN DE ORDENACIÓN	APROBACIÓN/TRAMITACIÓN
<i>Autonómica</i>	Plan Regional de Ordenación de la Acuicultura de Canarias PROAC	DECRETO 102/2018, de 9 de julio
	Plan modernización turística	LEY 2/2013, de 29 de mayo
	Planificación portuaria 2017-2020 del Ente Público empresarial Puertos Canarios 2017-2020 (1ª Fase)	
<i>Gran Canaria</i>	Plan Insular de Ordenación de Gran Canaria. Adaptación Ley 19/2003	BOC 143 (26/07/2017)
	Plan Insular de Ordenación de Gran Canaria. Adaptación D.L. 1/2000. Documento de Aprobación Definitiva	BOC 120 (23/06/2004)
	Plan Insular de Ordenación de Gran Canaria. Adaptación D.L. 1/2000. Primera modificación	BOC 141 (19/07/2011)
	Plan Insular de Ordenación de Gran Canaria. Adaptación D.L. 1/2000. Segunda modificación. En el ámbito del Plan Territorial Parcial del Área de Centralidad de Gáldar y Santa María de Guía (PTP-14)	BOC 49 (10/03/2017)
	Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica	BOC 63 (01/04/2015)
	Plan Territorial desarrollo de Directrices del Turismo de Canarias	BOC 55 (02/06/2014)
	Plan Territorial Especial. Hidrológico	BOC 104 (02/06/2015)
	Plan Territorial Especial. Paisaje	BOC 96 (20/05/2014)
	Plan Territorial Especial. Patrimonio Histórico	BOC 113 (11/06/2012)
	Plan Territorial Especial. Actividad Extractiva y Vertidos	BOC 14 (20/01/2012)
	Plan Territorial Especial. Ordenación del Litoral de Tauro	BOC 187 (26/09/2014)
	Plan Territorial Especial. Puertos deportivos turísticos e infraestructuras náuticas	BOC 239 (05/12/2009)
	Plan Territorial Especial. Ordenación de corredores de transporte de energía eléctrica	BOC 173 (09/09/2013)
	Plan Territorial Especial. Ordenación de infraestructuras de producción, transporte y almacenamiento de energía eólica	(23/06/2014)

ESCALA	PLAN DE ORDENACIÓN	APROBACIÓN/TRAMITACIÓN
	Plan Territorial Especial. Ordenación de infraestructuras e instalaciones de telecomunicaciones	BOC 2 (03/01/2018)
	Plan Territorial Especial. Ordenación de actividades e instalaciones recreativas, divulgativas, científicas y deportivas en Gran Canaria	BOC 130 (07/07/2009)
	Plan Territorial Especial. Parque aeroportuario de actividades económicas de Gran Canaria	BOC 222 (11/11/2010)
	Plan Territorial Parcial. Regeneración y estructuración del sistema de asentamientos, plataforma litoral Este (Subámbito B/ Ámbito Arinaga-Bco Tirajana, limitado al W por GC1)	(29/11/2013)
	Plan Territorial Parcial. Regeneración y estructuración del espacio consolidado de Playa del Inglés	BOC 232 (27/11/2012)
	Plan Territorial Parcial. Ordenación del Espacio entre la GC-1 y la GC-500 en San Bartolomé de Tirajana	(29/01/2014)
	Plan Territorial Parcial. Ordenación del Litoral del Norte: Arucas - Moya - Santa María de Guía	BOC 118 (20/06/2018)
<i>Lanzarote</i>	Plan Insular de Ordenación Territorial de Lanzarote	BOC 080 (17/06/1991)
	Plan Hidrológico Insular	BOC 230 (26/11/2015)
<i>Fuerteventura</i>	Plan Insular de Ordenación Territorial de Fuerteventura	BOC 111 (22/08/2001)
	Plan de Ordenación de Fuerteventura y Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (PIOF-PORN)	BOC 184 (21/09/2018)
	Determinaciones relativas a la ordenación de la actividad turística del Plan Insular de Ordenación de Fuerteventura.	BOC 108 (09/06/2003)
	Plan Insular de Ordenación de Fuerteventura	BOC 106 (03/06/2016)
<i>Tenerife</i>	Plan Insular de Ordenación	BOC nº168, 26/08/2005
	Plan Territorial Especial. Ordenación Turística de Tenerife (PTOTT)	BOC nº38, 21/02/2007
	Plan Territorial Especial. Sistema Viario del Área Metropolitana	BOC nº94, 14/05/2012
	Plan Territorial Especial. Prevención de Riesgos	BOC nº85, 06/05/2015
	Plan Territorial Especial. Hidrológico de Tenerife	BOC nº178, 11/09/2015
	Plan Territorial Especial. Infraestructuras del Tren del Sur	BOC nº197, 08/10/2012
	Plan Territorial Especial. Transporte de Tenerife	BOC nº208, 23/10/2012
	Plan Territorial Especial. Ycoden - Daute - Isla Baja	BOC nº139, 16/07/2010
	Plan Territorial Parcial. Actividad Industrial	BOC nº173, 01/09/2011
	Plan Territorial Especial. Comarca de Abona	BOC nº123, 20/06/2008

ESCALA	PLAN DE ORDENACIÓN	APROBACIÓN/TRAMITACIÓN
<i>La Palma</i>	Plan Insular de Ordenación	BOC 99 (24/05/2017)
	Plan Hidrológico	BOC 107 (05/06/2015)
	Plan de Ordenación de actividad Turística	BOC 180 (13/09/2010)
	Plan de Ordenación de Paisaje	En tramitación
	Plan de Ordenación Hidrológica	BOC 141 (29/10/2001)
	Plan de Ordenación del Puerto de S/C de La Palma	BOC 41 (02/03/2015)
	Plan de Prevención de Riesgos	BOC 58 (23/03/2017)
<i>La Gomera</i>	Plan Insular de Ordenación	BOC 107 (09/08/2002)
	Revisión Parcial y Adaptación a la Ley 19/2003, del 23 de abril	BOC 84 (05/05/2003)
	Plan Hidrológico Insular	Decreto (18/09/2018)
<i>El Hierro</i>	Plan Insular de Ordenación El Hierro	BOC 107 (09/08/2002)
	Plan Hidrológico	En revisión

1.3 OBJETIVOS Y ACTIVIDADES DEL PROYECTO PIMA ADAPTA COSTAS EN LA CCAA DE CANARIAS

Los Planes de Impulso al Medio Ambiente (PIMAs) son una herramienta para la puesta en marcha de medidas de lucha contra el cambio climático, con dos líneas generales de trabajo: los PIMA Mitigación, que impulsan medidas para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera en diferentes sectores, y los PIMA Adapta, que se enmarcan dentro del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) y tienen por objeto la puesta en marcha de proyectos que reduzcan la vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático, anticipándose a los impactos previstos. El PIMA Adapta se proyecta, a su vez, sobre cinco ámbitos del medioambiente:

1. PIMA Adapta Agua: Recursos hídricos y dominio público hidráulico.
2. PIMA Adapta en la Red de Parques Nacionales.
3. PIMA Adapta-Fundación Biodiversidad.
4. PIMA Adapta Ecosistemas.
5. PIMA Adapta Costas.

El PIMA Adapta Costa Española fue puesto en marcha de forma oficial en 2016 por la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar del Ministerio de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente (MAPAMA), con el

objetivo de contribuir decisivamente al Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) y a la implementación de la Estrategia de Adaptación de la Costa Española al Cambio Climático.

El Proyecto contempla la realización de estudios de detalle de evaluación de riesgos frente al cambio climático, por tramos de costa autonómicos, garantizando la uniformidad metodológica. Dada la necesidad de disponer de información de detalle acerca de los recursos, instalaciones, usos del territorio y actividades, se consideró que las administraciones autonómicas eran las más indicadas para la realización de estudios de alta resolución y para que estos fueran utilizados en la elaboración de planes de adaptación regionales. Así, en 2017 se pusieron en marcha las ayudas para la elaboración de estudios sobre la vulnerabilidad al cambio climático de la costa en las distintas CCAA.

Según las bases del proyecto PIMA Adapta Costas, los estudios a llevar a cabo por cada una de las CCAA costeras se deben materializar en los siguientes resultados:

1. Informe de riesgos en la costa frente al cambio climático, basado en información de dinámicas meteorológicas, marinas y fluviales y en información de alta resolución geográfica de tipo sectorial a nivel de comunidad autónoma para evaluar vulnerabilidad y exposición de activos naturales y socioeconómicos.
2. Visor cartográfico online y un manual de uso del mismo.
3. Taller técnico para formar al personal de la administración autonómica correspondiente en la interpretación del informe y en el manejo del visor.
4. Almacenamiento de la información en una base de datos con una estructura previamente acordada con las CCAA que se acojan a este PIMA y que permita el intercambio de información y la comparabilidad.
5. Plan autonómico de adaptación al cambio climático de los terrenos de DPMT adscritos a la Comunidad Autónoma y de las estructuras construidas sobre ellos, para cumplir con la Ley 2/2013, donde se establece que las Comunidades Autónomas a las que se hayan adscrito terrenos de Dominio Público Marítimo-Terrestre deberán presentar un plan de adaptación de dichos terrenos a los efectos del cambio climático.

En la CCAA de Canarias, es la Empresa Pública Cartografía de Canarias, S.A. (GRAFCAN) la adjudicataria del servicio de “ASISTENCIA TÉCNICA PARA EL DESARROLLO PIMA ADAPTA COSTAS 2017 EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE CANARIAS” (Orden Nº 445/2017 de 29 de diciembre de 2017 de la Consejería de Política Territorial, Sostenibilidad y Seguridad del Gobierno de Canarias). Para su desarrollo, GRAFCAN ha contado con

la asesoría y la asistencia de cuadros técnicos y científicos del Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (IHC) y de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC).

El objetivo general del proyecto es estimar los efectos del cambio climático en el ámbito de las zonas costeras mediante la determinación del riesgo sobre sus sistemas socioeconómico y natural, empleando para ello como referencia el Estudio sobre la Adaptación al Cambio Climático de la Costa del Principado de Asturias (IHC, 2017), convertido en el proyecto piloto del programa PIMA Adapta Costas. Los objetivos quedan recogidos en el punto segundo de la Orden de la Consejería de Política Territorial, Sostenibilidad y Seguridad, por la que se encarga a la empresa pública Cartográfica de Canarias, S.A. (GRAFCAN) la ejecución de las siguientes actividades:

- A. La generación, adquisición y recopilación de información y bases de datos georreferenciadas de recursos, instalaciones, usos del territorio y actividades vulnerables al cambio climático en la costa. La información y bases de datos se entregarán con la estructura que permita el intercambio de información y la posibilidad de compararla entre las distintas CCAA.
- B. La elaboración de herramientas en formato GIS, similares al visor piloto de Asturias, que incorporen la información recopilada en el punto anterior, junto con proyecciones de cambio climático, basadas en los informes del IPCC y suministradas por el MAPAMA, para evaluar el riesgo de las zonas costeras frente al cambio climático y ayudar a la toma de decisiones en asuntos relacionados con la gestión de las zonas costeras.
- C. La elaboración de los planes de adaptación de los terrenos de dominio público marítimo terrestre adscritos a la Comunidad y de las estructuras construidas sobre ellos para hacer frente a los posibles efectos del cambio climático.

Este informe se enmarca en las actividades A y B de la encomienda.

Dentro de las múltiples consecuencias que tendrá del Cambio Climático en el equilibrio de los sistemas ambientales (atmósfera, suelos, biota, etc.), el proyecto PIMA Adapta Costas de la CCAA de Canarias se centra en el análisis de los efectos, socioeconómicos y ecológicos, de:

1. Los procesos y eventos de **inundación marina** en las costas, producidos tanto por los cambios en el nivel medio del mar como en el régimen de oleaje medio y extremo.
2. Los procesos y eventos de **erosión marina** en las costas, producidos tanto por los cambios en el nivel medio del mar como en el régimen de oleaje medio y extremo.
3. Los procesos graduales de **subida de la temperatura del agua marina** en las costas.

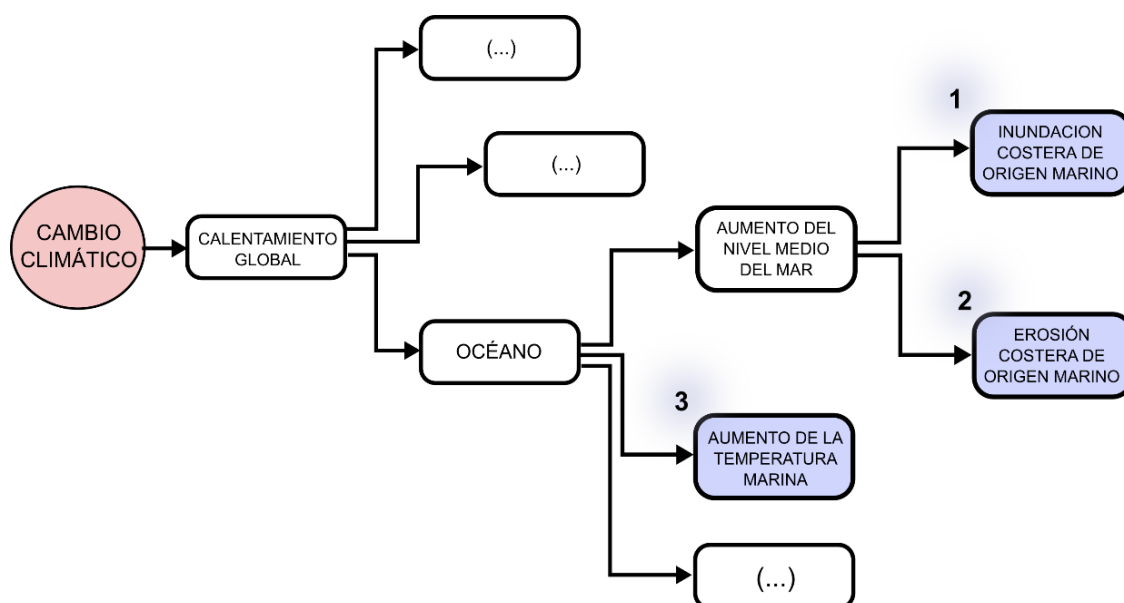


Figura 6. Variables de estudio en el PIMA Adapta Costas de Canarias.

2 METODOLOGÍA GENERAL

2.1 ANTECEDENTES METODOLÓGICOS: EL PROYECTO PILOTO DE ASTURIAS

El Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (IHC) realizó el estudio de evaluación de los riesgos del cambio climático en zonas costeras del Principado de Asturias, el cual fue adoptado por la Oficina Española de Cambio Climático (OECC), del entonces Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, como proyecto piloto, a nivel nacional, del programa PIMA Adapta Costas.

El informe de 'Asistencia técnica a la elaboración de un estudio sobre la adaptación al cambio climático de la costa del Principado de Asturias' (IHC, 2017) establece las líneas generales de trabajo en el resto de los territorios españoles, garantizándose así la unidad metodológica entre los estudios de las diferentes CCAA y la comparabilidad de los resultados finales del proyecto. Dicho documento se estructura de la siguiente forma:

Una primera actividad, de “Generación e integración de bases de datos climáticas y de vulnerabilidad”, que recoge las siguientes partes:

- Una primera, de *descripción de las bases de datos de información histórica de variables atmosféricas, marinas e hidro-meteorológicas*; donde se explica el origen, naturaleza y

características espacio-temporales de los modelos globales y bases de datos sobre viento, presión, precipitación, nivel del mar, oleaje y temperatura superficial del agua del mar;

- Una segunda, de *análisis de evolución de la línea de costa en base a imágenes de satélite*; donde se describen los procesos de obtención, pre-procesado e identificación de la línea de costa mediante el análisis espectral de series de imágenes LANDSAT;
- Y una tercera, de *estudio del balance sedimentario en estuarios*, donde se aplica una metodología basada en modelado de procesos físicos al estuario de Villaviciosa, escogido como caso piloto.

Una segunda actividad, de “Evaluación de impactos y riesgos”, que integra las siguientes partes:

- Una primera, de *caracterización histórica de las dinámicas marinas*, donde se caracterizan históricamente las dinámicas forzadoras de los impactos costeros y se describen los procesos estadísticos (series temporales y análisis de tipos de tiempo), aplicados sobre las bases de datos, para la obtención de su variabilidad espacio-temporal y tendencias a largo plazo;
- Una segunda, de *análisis histórico de la vulnerabilidad*, donde se describen las bases de datos y las metodologías de desagregación espacial empleadas para identificar y valorar el tejido socioeconómico afectado por el cambio climático en la costa;
- Una tercera, de *proyecciones de cambio climático de dinámicas marinas*, que se centra en la elaboración de proyecciones de oleaje, nivel del mar y temperatura, para los escenarios RCP4.5 y RCP8.5, haciendo uso de los modelos globales atmosféricos CMIP5, metodologías de downscaling de oleaje y marea meteorológica, basadas en tipos de tiempo, y proyecciones regionalizadas del nivel del mar;
- Un cuarto, de *impactos del cambio climático*, que describe los métodos y modelos empleados para el dimensionado espacial de los procesos y eventos futuros de inundación costera, erosión en playas y cambios morfológicos en los estuarios,
- Una quinta, de *vulnerabilidad y riesgos derivados del cambio climático en el litoral asturiano*, donde se describe el enfoque de análisis de riesgos y se determinan las consecuencias de las inundaciones, erosión y subida de la temperatura superficial del mar, en los sistemas socioeconómicos y naturales de las costas asturianas;
- Y una sexta, de *atlas y visor de riesgos*.

Finalmente, una última actividad del informe de Asturias constituye la “Estrategia de adaptación”, que recoge la propia "Estrategia de adaptación al cambio climático de la costa española" y el correspondiente "Estudio Ambiental Estratégico para la evaluación ambiental de la estrategia de adaptación al cambio climático de la costa española"

La estructura de la evaluación de riesgos del presente informe (CCAA de Canarias) está basada en los principales ítems del estudio de evaluación de los riesgos del cambio climático en zonas costeras de Asturias, aunque adaptándolos a las circunstancias particulares del proyecto para alcanzar un nivel óptimo de claridad:

- En el primer bloque (**Capítulo 3. Determinación de los factores de peligrosidad o amenaza**) se describen las fuentes, los métodos desarrollados y los resultados obtenidos sobre la caracterización, determinación y dimensionado espacial de los tres factores de peligrosidad por cambio climático evaluados: (1) inundaciones costeras, (2) erosión costera y (3) ascenso de la temperatura superficial del mar. El IHC, con apoyo material de GRAFCAN, ha sido la institución encargada de su desarrollo.
- En el segundo bloque (**Capítulo 4. Determinación de los factores de exposición y vulnerabilidad**) se describen las fuentes, los métodos desarrollados y los resultados obtenidos sobre la caracterización, determinación y dimensionado espacial de los factores de exposición y vulnerabilidad, tanto socioeconómicos como ecológicos. GRAFCAN, con asesoría del IHC y de la ULPGC, ha sido la institución encargada de su desarrollo.
- En el tercer bloque (**Capítulo 5. previsión de impactos del cambio climático sobre el sistema socioeconómico y natural**) se describen los procesos de cruce entre los modelos de peligrosidad y la base cartográfica de exposición y vulnerabilidad, y los resultados de dicho cruce (impactos) para los distintos temas y a diferentes niveles de agregación espacial. GRAFCAN, con asesoría del IHC, ha sido la institución encargada de su desarrollo.

2.2 ENFOQUE INTEGRAL DEL ANÁLISIS DE RIESGOS

Los riesgos derivados de la inundación costera y de la erosión se han convertido en una de las prioridades de la política de gestión de riesgos y de adaptación al cambio climático en la costa. El IPCC define el riesgo como la probabilidad de que, durante un período de tiempo, se produzcan alteraciones graves del funcionamiento normal de una comunidad o una sociedad debido a la combinación de fenómenos físicos

peligrosos y condiciones sociales vulnerables, dando lugar a efectos humanos, materiales, económicos o ambientales adversos y generalizados, que requieren una respuesta inmediata para su recuperación. Asimismo, se pone de manifiesto que la intensificación del riesgo en las costas será debida al efecto combinado de la peligrosidad de los eventos extremos y los cambios de largo plazo, junto con el incremento de activos expuestos y con el aumento de la vulnerabilidad de los asentamientos humanos y ecosistemas costeros (Wong et al., 2014).

Para la evaluación de riesgos, este estudio adopta la metodología general del IPCC (IPCC, 2014). Con ligeras variaciones conceptuales, se acepta que el riesgo se compone de estos tres términos: (1) la peligrosidad o amenaza (*hazard*), (2) la exposición (*exposition*) y (3) la vulnerabilidad, susceptibilidad o sensibilidad (*vulnerability*) (e.g. Bruen et al., 2012; IPCC, 2014; Medina et al., 2014; Vera-Rodríguez y Albarracín-Calderón, 2017; Viner et al., 2020). Y como parte de la vulnerabilidad, o fuera de ella, se viene a considerar, cada vez más, un último factor referido a la capacidad adaptativa o de recuperación de los sistemas impactados, lo que se ha denominado 'resiliencia'. Del latín *resiliens*, 'saltar hacia atrás, rebotar', 'replegarse', ha pasado a la literatura científica como la capacidad de un material, mecanismo o sistema para recuperar su estado inicial cuando ha cesado la perturbación a la que había estado sometido.

Según este esquema, el riesgo representa la probabilidad de acaecimiento de sucesos peligrosos, combinada con los posibles impactos derivados de los mismos, por lo que resulta de la interacción de peligro, exposición y vulnerabilidad (Schneiderbauer y Ehrlich, 2004). Los tres componentes deben coexistir para desencadenar una situación de riesgo; por lo que, en ausencia de alguno de los tres, no existe riesgo:

$$R = P \cap E \cap V$$

Donde R, riesgo; P, peligro; E, exposición; V, vulnerabilidad.

Conforme a lo expuesto anteriormente, la base del análisis de riesgos está en la identificación y cuantificación secuencial de los factores de peligrosidad, exposición y vulnerabilidad:

1. **Peligrosidad** o **amenaza** (*hazard*), definida como fenómeno de origen natural o antrópico potencialmente causante de daños sociales, económicos o medioambientales. En el presente estudio la peligrosidad o amenaza son los procesos, derivados del Cambio Climático, de erosión, inundación costera y subida de la temperatura media del mar. Si $P=0$, $R=0$.
2. **Exposición** (*exposition*), referida al conjunto de elementos humanos y naturales emplazados en el radio de acción o afectación potencial del fenómeno peligroso o amenaza. En el presente estudio,

se analiza la exposición de personas, bienes, infraestructuras y ecosistemas emplazados en la franja costera. Si $E=0$, $R=0$.

3. **Vulnerabilidad** o **susceptibilidad** (*vulnerability, susceptibility*), definida por las características de los sistemas y elementos humanos y naturales expuestos, que los hacen más o menos dañables por el impacto directo del fenómeno peligroso. En el presente estudio la vulnerabilidad se analiza a través de la relación entre la magnitud del evento peligroso y las características propias cada uno de los elementos expuestos. La vulnerabilidad determina en último término el grado de las pérdidas o daños en los elementos humanos y medioambientales. Si $V=0$, $R=0$.

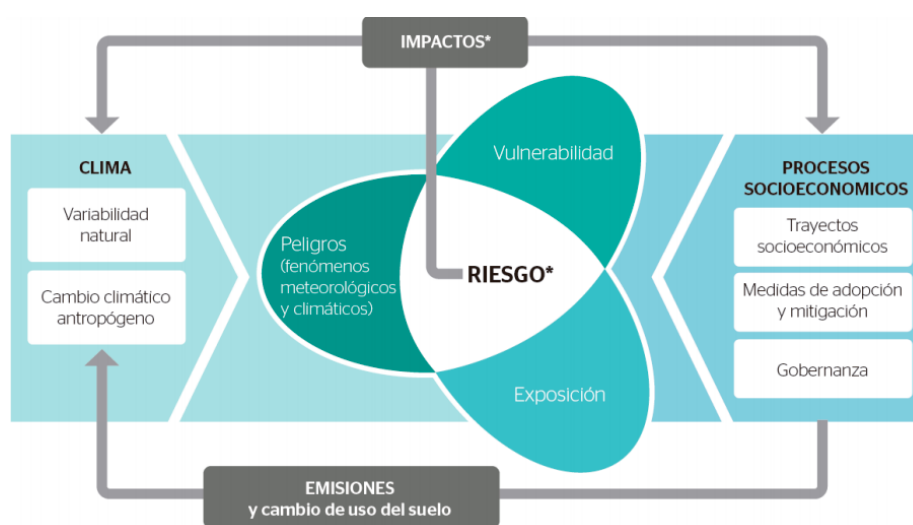


Figura 7. Esquema general de análisis del riesgo como fenómeno resultante de la combinación del peligro, la exposición y la vulnerabilidad (IPCC, 2014).

A nivel práctico, se trata de diferentes aspectos analíticos, abordados secuencialmente, sobre un grupo de elementos, así que la traducción de estos componentes en el desarrollo operativo del proyecto puede resumirse en tres fases:

1. Un primer conjunto de trabajos, metodologías y operaciones destinados a dimensionar el alcance de las inundaciones, la erosión costera y la subida de la temperatura media del mar en las costas de Canarias, para mediados y finales del siglo XXI. Esta fase ha sido desarrollada el Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (IHC) con apoyo material de GRAFCAN.

2. Un segundo conjunto de trabajos, metodologías y operaciones para determinar y cartografiar la exposición de elementos de interés social, económico y ecológico, así como su vulnerabilidad frente a las inundaciones, erosión costera y subida de la temperatura media del mar. Esta fase ha sido desarrollada por GRAFCAN con asesoría del IHC y la ULPGC.
3. Un tercer conjunto de trabajos, metodologías y operaciones para cruzar los datos generados en la primera y segunda fase y obtener resultados de impactos socioeconómicos y ecológicos a diferentes niveles o escalas de agregación. Esta fase ha sido desarrollada por GRAFCAN con asesoría del IHC. Estos resultados han servido para determinar las consecuencias en la costa en términos de población afectada, valor de activos dañados y pérdida de ecosistemas. De esta forma, ha sido posible identificar los sistemas y sectores en riesgo, entender su origen, determinar su extensión y severidad, lo cual podrá asistir posteriormente en la elaboración de planes de gestión, toma de decisiones y estrategias de reducción de riesgos y adaptación al cambio climático.

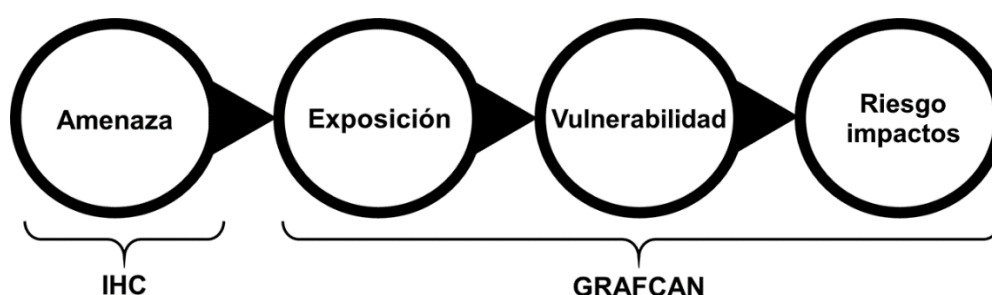


Figura 8. Esquema de las fases de análisis del riesgo costeros en el proyecto PIMA Adapta Costas de Canarias, con indicación del organismo encargado principalmente de su desarrollo y ejecución

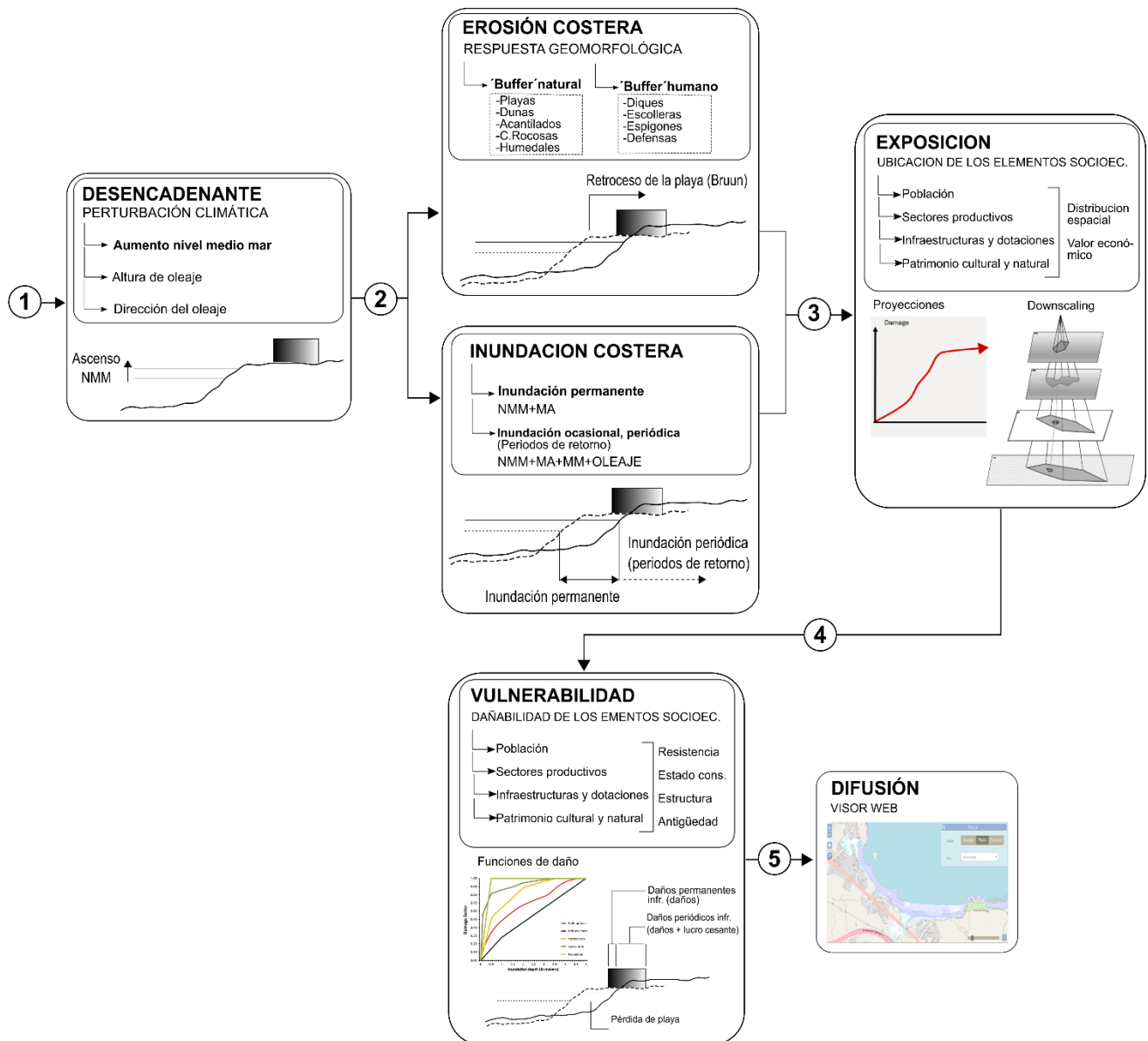


Figura 9. Sistema de evaluación de los riesgos costeros del cambio climático en las costas de Canarias

2.3 ESCALA Y ALCANCE ESPACIO - TEMPORAL DEL ESTUDIO

Para establecer medidas efectivas de adaptación es fundamental conocer los riesgos a una escala suficientemente precisa, y que esta sea lo más homogénea posible entre los componentes del análisis. Por ello, los modelos cartográficos de peligrosidad, exposición y vulnerabilidad de este proyecto están elaborados a escalas semejantes y poseen modelos de datos de dimensión comparable.

Los modelos de inundación de este trabajo son superficies cartográficas que poseen una resolución espacial de 3 m de lado y cubren la totalidad de las costas del archipiélago. La base cartográfica de exposición con que se confrontan presenta, al igual que estos, una resolución alta (escala 1:1.000/5.000 en los polígonos vectoriales y 2,5 m/pixel en las planimetrías raster) y una extensión geográfica que cubre la totalidad de los territorios costeros de Canarias. Esto incluye las ocho islas que componen el archipiélago (El Hierro, La Palma, La Gomera, Tenerife, Gran Canaria, Fuerteventura, Lanzarote y La Graciosa) más sus islotes, lo que suma más de 1.500 km de costa.

Tabla 3. Características generales de la base cartográfica del proyecto.

VARIABLE	MODELOS DE INUNDACIÓN	BBCC DE EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD
<i>Extensión geográfica</i>	Todo el territorio costero (~1.500 km), excepto zonas portuarias.	Todo el territorio costero (~1.500 km), excepto zonas portuarias.
<i>Modelo de datos</i>	Superficies en formato raster	Superficies en formato raster y vectorial
<i>Resolución horizontal</i>	Celdas de 3 m de lado	Escala 1:1.000/5.000 en vectorial y celdas de 2,5 m/celda en las planimetrías raster
<i>Horizontes temporales</i>	2050 y 2100	Actual
<i>Escenario de emisiones</i>	RCP4.5 (medio) y RCP8.5 (extremo)	RCP4.5 (medio) y RCP8.5 (extremo)

3 MODELADO DE LOS FACTORES DE PELIGROSIDAD

Afrontar la coyuntura de los riesgos costeros asociados al cambio climático requiere dotarse de metodologías de análisis fiables y robustas. En la actualidad se están destinando grandes cantidades de recursos en todas las costas del mundo a la reducción de riesgos y a la adaptación al cambio climático. No obstante, para establecer medidas efectivas es fundamental conocer previamente los riesgos a la escala a la que se lleva a cabo su gestión y la incertidumbre que tienen asociada.

En este estudio se han evaluado los impactos de inundación y erosión costera. El análisis de estos impactos se ha realizado empleando modelos de procesos y utilizando como forzamientos datos históricos y proyecciones de cambio climático de nivel medio del mar, marea meteorológica, marea astronómica y oleaje. El nivel de peligrosidad viene dado por la combinación de estas variables y puede expresarse en términos de intensidad (p.ej., asociado a una cota de inundación) y de probabilidad (p.ej., asociado a periodos de retorno).

Las proyecciones de cambio climático, tanto de las variables climáticas como de los impactos que producen, están asociadas a escenarios de emisiones o de concentraciones de gases de efecto invernadero y aerosoles (RCPs, de sus siglas en inglés), modelos climáticos globales (GCMs, de sus siglas en inglés) y periodos climáticos (periodo histórico y periodos futuros a medio y largo plazo). Así, se ha evaluado la peligrosidad tanto para el clima actual (1985-2019) como para el clima futuro. Para el futuro, se han considerado 2 RCPs (RCP4.5 y RCP8.5), 6 GCMs (ACCESS, CMCC, MIROC, IPSL, CNRM y HADG), 3 trayectorias del aumento del nivel medio del mar (SNMM), relativas a 3 percentiles de una distribución ajustada a los resultados de los 20 modelos del IPCC (percentiles 5, 50 y 95), y 2 periodos de tiempo (2025-2045 y 2081-2100), cuyos cambios se han analizado con respecto al periodo base 1985-2005.

3.1 CONDICIONANTES MORFOESTRUCTURALES DE LAS COSTAS DE CANARIAS

3.1.1 TOPOBATIMETRÍA DEL ARCHIPIÉLAGO

La morfología del relieve, tanto del relieve emergido (topografía) como del fondo marino (batimetría), determinan los procesos de propagación del oleaje en la costa y el alcance de las inundaciones y de la erosión. Por ello, el funcionamiento de los modelos hidrodinámicos depende en gran medida de la precisión de los modelos digitales del terreno sobre los que actúa.

Dado que la disponibilidad de un Modelo Digital de Terreno Continuo ([MDTC], mar – tierra) de las zonas litorales es parte esencial para generar los modelos de erosión e inundación, GRAFCAN ha diseñado un modelo topobatimétrico continuo tierra-mar de 5 metros de resolución para el conjunto del archipiélago, que cubre la totalidad del relieve emergido y del relieve sumergido hasta una profundidad variable entre islas (de -65 m en Gran Canaria a -785 m en La Palma). El modelo digital del terreno, en tierra, procede de altimetría LiDAR, y la batimetría, de las diferentes ecocartografías realizadas con ecosondas.

El modelo del terreno continuo, basado en la fusión entre los datos LiDAR en tierra y de ecosonda en el mar, ha implicado un estudio detallado del encuentro entre ambos modelos en la zona intermareal, tratando de descubrir irregularidades o saltos entre ambos, producidos por las limitaciones de los sistemas de medida, así como por los horarios y la carrera de marea en el momento de la toma de datos. Ambos modelos, topográfico y batimétrico, se encuentran georeferenciados en el sistema de referencia y de coordenadas oficial en el Archipiélago Canario (UTM/WGS84), siendo la diferencia altimétrica, al encontrarse en distintos planos de comparación (Cero geográfico-LiDAR / Cero hidrográfico – batimétrico), la que ha requerido de un estudio detallado para su conciliación.

Tabla 4. Relación de fuentes, fechas y precisión de datos LiDAR y batimétricos.

LIDAR			
ISLA	FUENTE	FECHAS	PRECISION DE LOS DATOS
EL HIERRO	GRAFCAN	Diciembre 2017	RMSE ≤ 0.50M; ≤ 1 M EN EL 95%
LA PALMA	GRAFCAN	(01/2013) - (12/2015)	RMSE ≤ 0.50M; ≤ 1 M EN EL 95%
LA GOMERA	GRAFCAN	Enero - febrero 2017	RMSE ≤ 0.50M; ≤ 1 M EN EL 95%
TENERIFE	GRAFCAN	Diciembre 2016	RMSE ≤ 0.50M; ≤ 1 M EN EL 95%
GRAN CANARIA	GRAFCAN	Diciembre 2015	RMSE ≤ 0.50M; ≤ 1 M EN EL 95%
FUERTEVENTURA	GRAFCAN	Octubre- noviembre 2015	RMSE ≤ 0.50M; ≤ 1 M EN EL 95%
LANZAROTE	GRAFCAN	Octubre - noviembre 2015	RMSE ≤ 0.50M; ≤ 1 M EN EL 95%
BATIMETRÍA			
EL HIERRO	MAPAMA	2003	RMSE ≤ 1M; ≤ 2 M EN EL 95%
LA PALMA	MAPAMA	2003-2004	RMSE ≤ 1M; ≤ 2 M EN EL 95%
LA GOMERA	MAPAMA	2003	RMSE ≤ 1M; ≤ 2 M EN EL 95%
TENERIFE	CABILDO	2001-2006	RMSE ≤ 1M; ≤ 2 M EN EL 95%
GRAN CANARIA	MAPAMA	2000	RMSE ≤ 1M; ≤ 2 M EN EL 95%
FUERTEVENTURA	MAPAMA	2003-2006	RMSE ≤ 1M; ≤ 2 M EN EL 95%
LANZAROTE	MAPAMA	2000-2001	RMSE ≤ 1M; ≤ 2 M EN EL 95%

Los datos batimétricos han sido analizados con el fin de comprobar la precisión y el estado de la información vectorial, analizando y corrigiendo los errores detectados. Ha sido fundamental, en el caso de la batimetría existente, determinar el dátum (Cero Hidrográfico) empleado en cada isla. Se procedió a realizar un estudio comparativo entre los dos dátum (geográfico e hidrográfico) para trabajar con los dos modelos (LiDAR y batimétrico) en el mismo plano de comparación. Del estudio de esos datos han sido adoptadas las siguientes diferencias entre el Cero Geográfico y el Cero Geodésico:

Tabla 5. Diferencias entre Cero Geográfico y Cero Hidrográfico por islas y profundidad máxima del MDTC.

ISLA	DIFERENCIA ENTRE CERO GEOGRÁFICO Y CERO HIDROGRÁFICO (M)	COTA MÁXIMA PROFUNDIDAD MDTC (M)
LANZAROTE	1,513	-279
FUERTEVENTURA	1,512	-251
GRAN CANARIA	1,560	-65
TENERIFE	1,444	-129
LA GOMERA	1,368	-102
LA PALMA	1,410	-785
EL HIERRO	1,020	-625

Tras el estudio y procesado de los datos batimétricos y los datos LiDAR, se generó independientemente un MDT Tierra y un MDT Mar en el mismo plano de comparación o dátum. En ambos modelos se seleccionó una zona de encuentro entre ambos modelos, con el fin de evitar o solucionar las posibles discontinuidades o escalones que pudieran aparecer en la franja intermareal. De esta manera, se procedió a examinar, corregir y regenerar, en la zona intermareal, las diferencias geométricas; bien por falta de datos, por estar superpuestos y presentar diferencias, o por discrepancias en la generación de la malla continua en la zona de intersección.

Una vez procesados y clasificados los datos LiDAR, se procedió, con la herramienta LAsTools, a generar los modelos digitales en formato GRID y proyección UTM.

Dentro de las soluciones practicadas para subsanar las discrepancias o problemas que pudimos encontrar, hemos de reseñar las siguientes:

- Al haber diferencia de años entre la toma de datos realizados con LiDAR (Tierra) y los datos batimétricos (Mar), hemos de tener en cuenta nuevas construcciones en las franjas costeras como pueden ser puertos y paseos marítimos. Por ello, se ha realizado un estudio completo que ha implicado la edición del MDTC en algunos tramos de la costa.

- Dado que los vuelos LiDAR se realizaron con diferentes horarios de mareas, se ha realizado un estudio para corregir datos mal clasificados teniendo en cuenta los días y horas de la captura y el momento de marea.
- Los datos batimétricos tenían una serie de errores de fácil interpretación debidos a saltos de cota entre curvas; errores que se han corregido con una edición manual llevando las curvas a la cota correcta. A su vez se han incluido las defensas de las que se tenía información altimétrica.

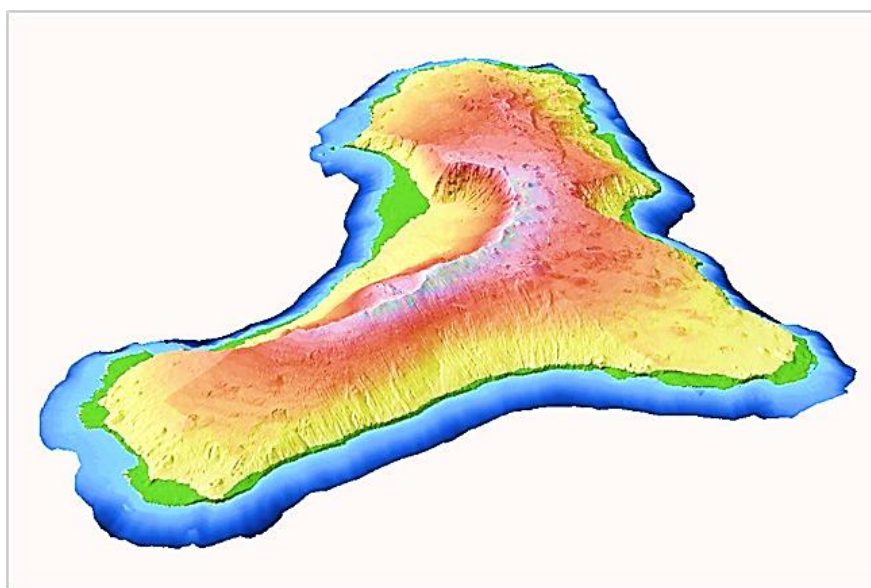


Figura 10. Representación en 3D del MDTC de la isla de El Hierro

Como consecuencia de su origen volcánico y sus diferentes edades geológicas, las islas Canarias presentan una fuerte complejidad morfoestructural que se refleja en los modelos topobatimétricos obtenidos.

El archipiélago presenta una sucesión de edades que implica marcadas diferencias en el relieve terrestre y submarino entre las diferentes islas. La isla más antigua es Fuerteventura con más de 20 millones de años, y la isla más moderna es El Hierro, con aproximadamente 1 millón de años de exposición subaérea. Entre ellas existe una sucesión de edades de oriente a occidente: Lanzarote ~16 Ma, Gran Canaria ~14 Ma, Tenerife ~12 Ma, La Gomera ~9 Ma, La Palma ~2 Ma (Carracedo, 2002). La edad geológica tiende a generar condicionantes estructurales relevantes para la hidrodinámica costera, como los siguientes:

Las islas más antiguas presentan:

1. Plataformas insulares más anchas (relieves submarinos tabulares alrededor de las islas, con profundidades máximas comprendidas entre 100 y 200 metros, y que son el producto de la acción de la erosión marina a lo largo de los ciclos de fluctuación del nivel del mar durante el Cuaternario).
2. Redes de drenaje más desarrolladas que desembocan en el mar generando costas bajas en forma de pequeñas llanuras o abanicos aluviales.
3. Mayor contraste entre los sectores geológicamente antiguos y más acantilados (Tamadaba, Gran Canaria; Famara, Lanzarote; Teno, Tenerife) y los sectores más modernos que forman extensos malpaíses costeros en forma de plataformas lávicas (La Oliva, Fuerteventura; Timanfaya; Lanzarote).

Por otra parte, las islas más modernas presentan:

1. Plataformas insulares más estrechas, en ocasiones casi inexistentes, donde la profundidad aumenta constantemente desde la línea de costa hacia el fondo abisal, por el talud volcánico.
2. Redes de drenaje menos desarrolladas en los terrenos más modernos (Teneguía, La Palma; El Hierro) con rápido desarrollo en los sectores relativamente más antiguos (Cumbre Vieja, La Palma).
3. Abundancia de deltas lávicos a causa de las constantes erupciones, que forman estrechas plataformas costeras, respaldadas por paleocantilados, y que progradan sobre fondos costeros de elevada pendiente.

Estas circunstancias estructurales determinan contrastes en las condiciones medias de la dinámica costera, produciendo ambientes más o menos favorables a los procesos sedimentarios o erosivos. Como resultado, las costas de las islas orientales presentan un mayor número de playas y costas bajas arenosas, mientras que, en las islas occidentales, por lo general, tienen mayor presencia las costas acantiladas y rocosas.

Las obras artificiales ocupan aproximadamente un 5% del frente costero en Canarias. Las islas capitalinas, Tenerife y Gran Canaria, junto con Lanzarote, son las que más proporción de estas infraestructuras artificiales presentan (6,4%, 10,3% y 9,1%, respectivamente).

Tabla 6. Longitud de las costas y constitución física de Canarias. Fuente: a partir de ISTAC.

ISLA	TOTAL (KM)	COSTA ACANTILADA	COSTA BAJA	PLAYAS DE CANTOS	PLAYA MIXTAS	PLAYAS DE ARENA	OBRAS ARTIFICIALES
CANARIAS	1.553	66,9%	11,0%	4,2%	6,0%	6,9%	5,1%
LANZAROTE	213	74,3%	1,0%	3,1%	7,9%	4,5%	9,1%
FUERTEVENTURA	325	50,3%	25,2%	1,0%	6,8%	15,9%	0,8%
GRAN CANARIA	236	58,4%	7,3%	10,3%	5,6%	8,0%	10,3%
TENERIFE	398	64,7%	12,0%	7,4%	3,1%	6,3%	6,4%
LA GOMERA	117	84,9%	1,3%	0,0%	12,4%	0,3%	1,1%
LA PALMA	155	82,0%	7,6%	1,2%	5,2%	0,7%	3,2%
EL HIERRO	106	88,0%	6,7%	0,0%	5,0%	0,0%	0,3%

3.1.2 LINEA DE COSTA

La determinación de la posición y morfología de la línea de costa es otro aspecto fundamental en el funcionamiento de los modelos hidrodinámicos. La línea de costa de Canarias presenta una morfología general bastante irregular, producto de la predominancia de las costas rocosas y la relativamente escasa presencia de costas arenosas y playas abiertas de morfología rectilínea (Jandía, Fuerteventura; Maspalomas, Gran Canaria). Además, el poblamiento y el desarrollo económico y turístico de las islas durante las últimas décadas ha provocado la ocupación intensiva y la antropización del litoral canario, con la construcción de grandes complejos e infraestructuras y la creación de playas artificiales, entre otras actuaciones. Las intervenciones en playas incluyen desde las aportaciones de arena, hasta la construcción de escolleras o creación de playas artificiales.

GRAFCAN ha efectuado una delimitación de alta resolución de la línea de costa partir de la base topográfica de Canarias 1:5.000 y de la digitalización sobre ortofoto, donde se incluyen tanto las costas de carácter antrópico de las de carácter natural o seminatural, entendiéndose por antrópico lo que define INSPIRE a nivel europeo: *objeto artificial situado dentro de una masa de agua y que tiene uno de los siguientes tipos de función: - retener agua; - regular la cantidad de agua; - alterar el curso de las aguas; - permitir que los cursos de agua se crucen.*

Para la digitalización de la línea de costa se ha hecho necesaria la producción de ortofoto. GRAFCAN posee una base de datos de fotografías aéreas de Canarias que se compone de 97.242 fotogramas registrados, correspondientes a vuelos sobre Canarias desde el año 1.960 hasta la actualidad. Los fotogramas han sido escaneados con un escáner fotogramétrico a resoluciones de entre 14 y 21 micras (vuelos analógicos), y una

vez realizado el inventario de los fotogramas con su fecha de captura, se han obtenido las coordenadas del fotocentro mediante un proceso de aerotriangulación para cada isla y escala de vuelo.

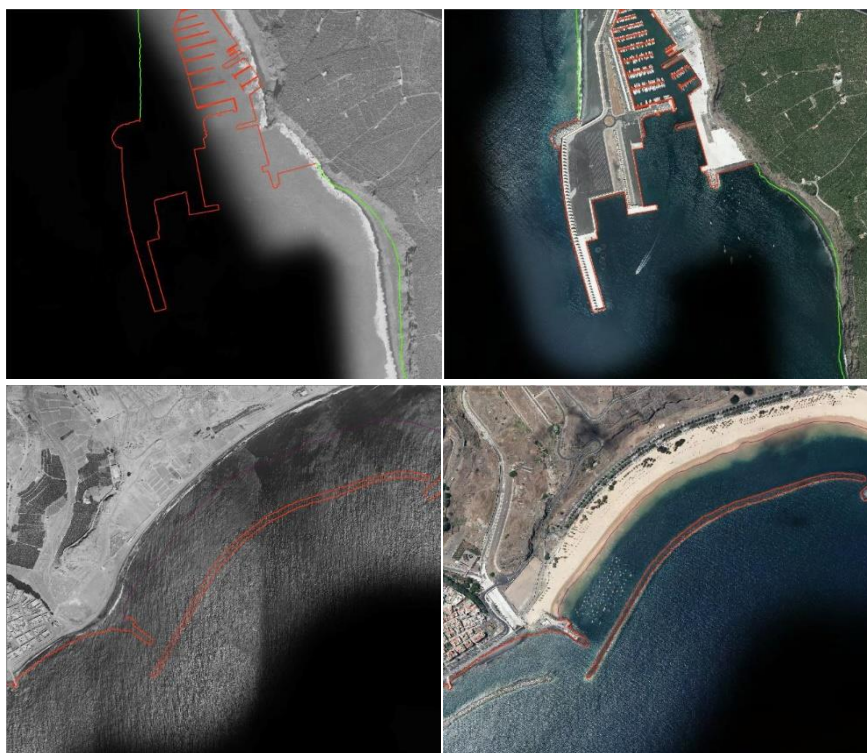


Figura 11. Comparativa línea de costa sobre ortofoto histórica (1951-1955) y actual (2019). Arriba, La Palma.
Abajo, Tenerife

Las tareas de obtención de las ortofotos incluyen las fases de:

- A. **Aerotriangulación**, con la que se busca orientar el vuelo fotogramétrico y reconstruir la geometría de los fotogramas en el momento de su toma. La orientación exterior es la posición de los fotogramas, que consta de las coordenadas X, Y, Z y los giros Omega, Phi y Kappa. En el proceso de aerotriangulación hemos utilizado la base de datos de puntos de apoyo de GRAFCAN.
- B. **Ortorrectificación**, con la finalidad de obtener imágenes fotográficas del terreno corregidas de los efectos de la proyección cónica, de las distorsiones de la cámara fotográfica y de los efectos del relieve del terreno. Para realizar el proceso de orrorrectificación, se ha tomado el último modelo digital del terreno disponible de cada isla, con una resolución espacial de 5 metros. El proceso de orrorrectificación se ha realizado con software de la casa INPHO.

Tabla 7. Especificaciones del método de ortorrectificación de imágenes aéreas históricas.

FASE O PARÁMETRO	ESPECIFICACIONES
MÉTODO	Aerotriangulación Digital por haces de rayos, integrando los parámetros GPS/IMU de vuelo.
MEDICIÓN PUNTOS DE ENLACE	Mínimo de 12 puntos de enlace en cada modelo: 2 en cada zona de Von Grüber, garantizando que al menos 1 punto de cada zona de solape transversal, que enlaza modelos, enlace también pasadas.
AJUSTE DEL BLOQUE	Ajuste simultáneo por haces de rayos, integrando parámetros GPS/INS del vuelo y puntos de apoyo.
DESVIACIÓN ESTÁNDAR A PRIORI DE LOS PUNTOS DE APOYO	Menor a 1/2 del tamaño de píxel.
DESVIACIÓN ESTÁNDAR A PRIORI DE LOS PARÁMETROS GPS/INS EN LOS CENTROS DE PROYECCIÓN	En posición: Entre 0,10 y 0,15 m. En actitud: Acorde con la precisión del sistema IMU/INS empleado
PRECISIÓN INTERNA DEL AJUSTE DEL BLOQUE	RMSE menor de 1/2 del tamaño de píxel del sensor
PRECISIÓN PLANIMÉTRICA Y ALTIMÉTRICA	RMSE < GSD Vuelo
RESIDUO MÁXIMO EN LOS PUNTOS DE CONTROL	RMSE < GSD Vuelo

Tabla 8. Parámetros y especificaciones de ortofoto histórica.

FASE O PARÁMETRO	ESPECIFICACIONES
ORTORRECTIFICACIÓN	ORTORRECTIFICACIÓN INDIVIDUAL DE CADA FOTOGRAMA CON SOFTWARE DE LA CASA INPHO Y PROYECTADO SOBRE UN MDT OBTENIDO A PARTIR DE LA CARTOGRAFÍA INTEGRADA DE GRAFCAN.
TAMAÑO DE PÍXEL	0,40 METROS PARA TODA CANARIAS SALVO TENERIFE 0,20 METROS.
PROFUNDIDAD DE COLOR	8 BITS POR BANDA
VUELO	VUELO FOTOGRAMÉTRICO A ESCALA 1:20.000, SALVO TENERIFE QUE SÓLO DISPONE DE VUELO DE LA COSTA A ESCALA 1:10.000
FECHA DE VUELO	GRAN CANARIA: 13/10/1954 - 02/05/1956 FUERTEVENTURA: 15/06/1955 - 04/06/1957 LANZAROTE: 18/12/1954 - 17/05/1957 EL HIERRO: 23/05/1051 - 28/12/1954 LA PALMA: 15/01/1951 - 17/05/1955 LA GOMERA: 16/01/1951 - 23/05/1951 TENERIFE: 12/09/1952 - 29/07/1953
SISTEMA GEODÉSICO	REGCAN95

3.1.3 RUGOSIDAD DEL TERRENO (N-MANNING)

Para determinar el coeficiente de Rugosidad de Manning se ha utilizado una fusión entre la capa más actual disponible del Corine Land Cover y el Mapa de Cultivos de Canarias, actualizando los sistemas agrarios presentes. La asignación de los coeficientes a cada uso se realizó según las recomendaciones de la GUÍA METODOLÓGICA PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA NACIONAL DE CARTOGRAFÍA DE ZONAS INUNDABLES en su anexo V adaptándolo a los diferentes cultivos.

3.2 INUNDACIONES COSTERAS

Una de las principales amenazas para los sistemas costeros de las zonas bajas es el aumento de la inundación costera debido al SNMM y los cambios en los eventos extremos producidos por el cambio climático.

Nos referimos a la inundación costera como la superación de un determinado nivel del mar al que usualmente llegan las aguas de manera que se generan daños sobre el sistema socioeconómico y natural. Esto responde a eventos extremos de inundación, que ocurren debido a la interacción de varios factores y tras los cuales el nivel de las aguas vuelve a su situación media. Sin embargo, la SNMM debido al cambio climático implica la inundación permanente de terrenos, especialmente zonas bajas de la costa, perdiendo su uso y disfrute. Por consiguiente, podemos distinguir dos tipos de inundaciones costeras: la inundación permanente por la SNMM y la inundación temporal debida a eventos extremos. Dada esta doble dimensión del problema, es esencial considerar los dos tipos de inundación en el estudio de riesgo.

3.2.1 METODOLOGIA

El objetivo de la metodología propuesta es analizar los efectos del cambio climático sobre la inundación costera, que depende esencialmente del oleaje, la marea meteorológica, la marea astronómica y la SNMM. Estas variables se combinan en un índice del nivel del mar total denominado cota de inundación (CI).

La metodología permite caracterizar la inundación costera a escala regional y combina los siguientes elementos: series de dinámicas históricas y futuras con alta resolución temporal (horaria) y espacial (reconstruidas cada 300 m); formulaciones semiempíricas; y modelado hidráulico de la inundación. A partir de las bases de datos de las dinámicas y de formulación semiempírica se han reconstruido las series de CI históricas y futuras en puntos cada 300 m a lo largo de la costa canaria. Mediante el ajuste de los máximos

anuales de las series de CI a una función de extremos, se han obtenido las CI asociadas a los periodos de retorno 5, 50, 100 y 500 años. Estos cuantiles de CI, tanto presentes como futuros, han servido para definir la condición de contorno del modelo de inundación. El modelo utilizado para calcular la inundación tiene en cuenta la topografía y es sensible a la rugosidad del terreno. Como resultado, se han obtenido mapas de inundación que proporcionan información del calado y extensión de la lámina de agua para los RCPs, percentiles de SNMM y horizontes temporales considerados.

En los siguientes apartados, se describen los forzamientos utilizados, el cálculo de la CI, los escenarios considerados, el modelo de inundación empleado y las mallas de cómputo elaboradas para la simulación hidráulica. Finalmente, se proporciona un resumen de los resultados que van a obtenerse tras la aplicación de la metodología propuesta.

3.2.1.1 Descripción de los forzamientos

Para la caracterización del impacto de inundación costera se han utilizado series temporales históricas y futuras de oleaje en costa, marea meteorológica, marea astronómica y SNMM en puntos espaciados aproximadamente 300 m a lo largo de todo el litoral. Las series de oleaje se han transferido desde aguas indefinidas a profundidades reducidas aplicando un método de regionalización híbrido que combina técnicas estadísticas y modelado numérico.

La incertidumbre se ha considerado mediante 2 RCPs (RCP4.5 y RCP8.5), 6 GCMs (ACCESS, CMCC, MIROC, IPSL, CNRM y HADG), 3 trayectorias SNMM (asociadas a los percentiles 5, 50 y 95 de la distribución de 20 modelos) y 2 periodos de tiempo (2026-2045 y 2081-2100) cuyos cambios se han analizado con respecto al periodo base 1985-2005.

3.2.1.2 Cálculo de la cota de inundación

La CI depende del oleaje, la marea meteorológica (MM) y la marea astronómica (MA), tal y como muestra la siguiente figura. La CI futura, además de las proyecciones de estas variables, debe incorporar la SNMM. La contribución del oleaje a la CI puede adoptar la forma de set-up, set-up más swash infragravitatorio o run-up.

El run-up es la máxima cota de agua alcanzada en una playa o estructura por encima del nivel del mar. Este fenómeno se produce después de que la ola rompa sobre la playa, produciéndose el movimiento hacia delante de la masa de agua hasta que la energía de la ola que no ha sido disipada en el proceso de rotura se invierte

en subir por el talud. El run-up, a su vez, está compuesto por la suma del set-up, el swash infragravitatorio y el swash de onda corta.

- El set-up es la sobreelevación del nivel del mar debido a la rotura del oleaje.
- El swash infragravitatorio es la oscilación asociada a las ondas largas.
- El swash de onda corta es la salpicadura asociada a la turbulencia que se produce en la rotura del oleaje.

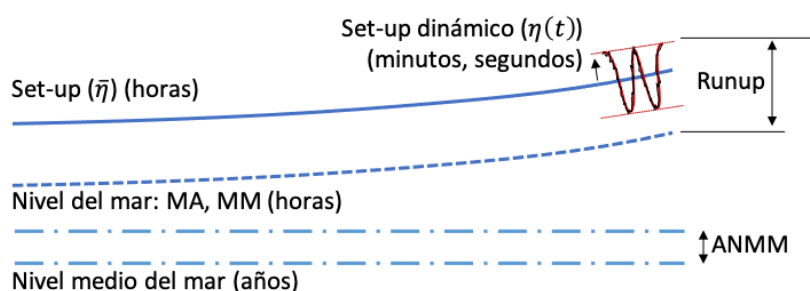


Figura 12. Esquema de las principales componentes del run-up

El set-up es la componente estática del run-up, principal responsable de las inundaciones persistentes (ver Figura 13), mientras que las componentes de swash corresponden a oscilaciones que dependen del tiempo y que pueden afectar o no a los niveles de inundación. La suma del set-up y el swash infragravitatorio se denomina set-up dinámico.

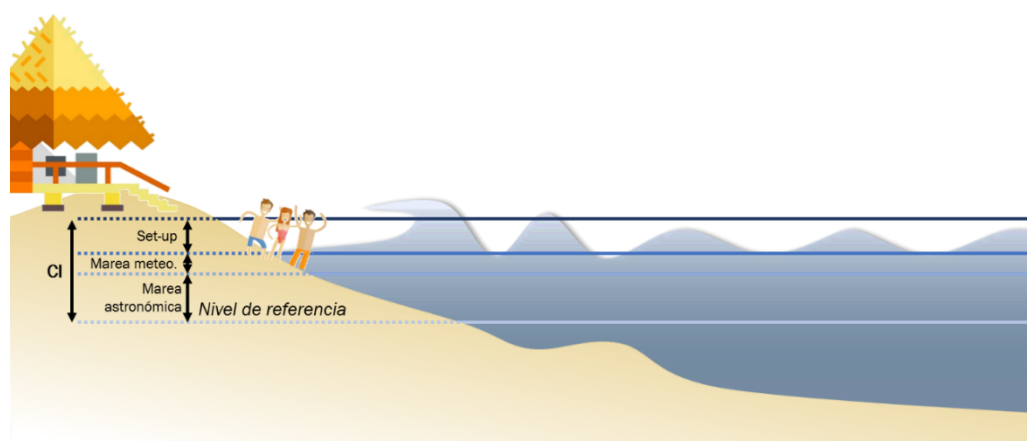


Figura 13. Representación de las distintas componentes que contribuyen a la CI

En este caso, la contribución del oleaje a la CI se ha calculado en forma de set-up dinámico (Ecuación 1) debido a que, además del set-up, la onda infragravitatoria juega un papel muy importante en los eventos extremos de inundación del frente costero.

$$CI = \text{Setup dinámico} + MM + MA + SNMM \quad (1)$$

No se ha considerado la contribución del swash de onda corta ya que produce salpicadura (es decir, nos da una idea de hasta dónde llega la última gota de agua) y no sobreelevación de la lámina de agua sobre el terreno, que es lo que produce daños sobre socioeconómicos. La consideración de este efecto en un análisis de riesgos de inundación podría dar lugar a una sobreestimación de los resultados.

El valor del set-up puede determinarse mediante modelado numérico, con un elevado coste computacional asociado, o de forma simplificada con formulaciones semiempíricas. En este estudio, al tratarse de una escala regional, el set-up medio (η) se ha calculado mediante la formulación semiempírica de Stockdon et al. (2006).

De forma general:

$$\eta = 0,035\beta_f(H_s L_0)^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

Y en el caso particular de playas disipativas:

$$\eta = 0,016(H_s L_0)^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

donde β_f es la pendiente de la playa entre los límites de la bajamar y la pleamar, H_s es la altura de ola significativa y L_0 es la longitud de onda en indefinidas.

La oscilación asociada a la onda infragravitatoria (swash infragravitatorio) también se ha calculado con formulación semiempírica de Stockdon et al. (2006).

$$\eta_{iw} = 0,03(H_s L_0)^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

Para definir la pendiente intermareal (β_f) se han usado los datos de las fichas proporcionadas por GRAFCAN. En las playas en las que no se disponía de información, β_f se ha obtenido a partir de la interpolación en la zona intermareal del Modelo Digital de Terreno (MDT) tierra-mar de 2,5x2,5 m de resolución horizontal proporcionado por GRAFCAN.

Para hacer la interpolación en la zona intermareal, se ha discretizado la línea de costa en perfiles espaciados entre 50 y 300 m. Se ha utilizado una separación variable para que los perfiles se adapten a la morfología del terreno y se puedan captar así los procesos clave que gobiernan la evolución de la línea de

costa. De esta manera, se han generado perfiles que pudieran servir tanto en el estudio de inundación costera como en el de erosión, donde en cada uno de ellos se ha implementado un modelo de evolución de la costa. Los perfiles se han generado usando como directriz la línea de costa cero (proporcionada por GRAFCAN) y se han editado manualmente en las zonas donde la línea de costa no coincidía exactamente con la ortofoto de máxima actualidad del proyecto PNOA (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea) y en aquellas zonas próximas a estructuras. La **Figura 14** muestra, como ejemplo, los puntos en los que se han reconstruido las dinámicas y los transectos generados en la playa de Cofete (Fuerteventura).

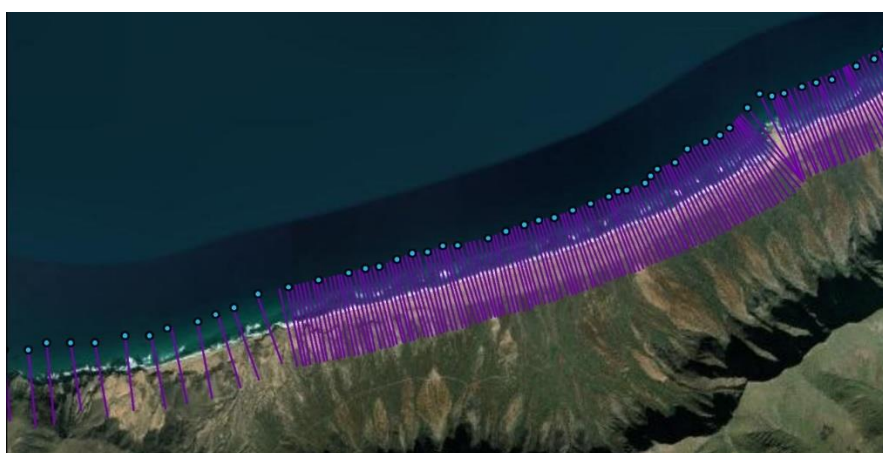


Figura 14. Puntos de dinámicas y transectos generados en la playa de Cofete (Fuerteventura). Para tener en cuenta los efectos locales en la altura de ola y dirección debido a la presencia de obstáculos o estructuras de protección, se han obtenido los coeficientes de difracción en los puertos y principales zonas abrigadas con las ecuaciones de Fresnel (Wiegel, 1962).

Una vez se ha obtenido β_f a lo largo de toda la costa y se han calculado los coeficientes de difracción, se han reconstruido las series temporales de CI presentes y futuras (asociadas a los RCPs, GCMs, percentiles de SNMM y periodos de tiempo considerados) en todos los puntos del litoral canario a partir de la suma lineal de las diferentes componentes, según la ecuación (1). A continuación, se describe el análisis de los extremos de las series de CI, así como los escenarios considerados.

3.2.1.3 *Análisis de extremos y escenarios de inundación*

Se han considerado escenarios de inundación temporal (asociada a eventos extremos, con y sin SNMM, dependiendo del escenario) y de inundación permanente (debida únicamente a la SNMM). Con el objetivo de

analizar la inundación costera asociada a eventos extremos de alta, media y baja probabilidad de ocurrencia, se ha obtenido la CI de 5, 50, 100 y 500 años de periodo de retorno. Para ello, los máximos anuales de cada una de las series de CI presentes y futuras reconstruidas a lo largo de la costa se han ajustado a una función de extremos generalizada (GEV, por sus siglas en inglés). Al tratarse la SNMM de una variable con tendencia significativa, y para no condicionar el ajuste de extremos, el valor de SNMM correspondiente a los RCPs y horizontes considerados se ha sumado a esos cuantiles de CI.

A partir de los valores de CI de 5, 50, 100 y 500 años de periodo de retorno se ha construido un hidrograma sintético triangular, representativo de las tormentas de la zona, con el que se ha forzado el modelo hidráulico de inundación. Para simular la inundación permanente, el modelo se ha forzado con el evento de pleamar máxima viva equinoccial (PMVE) al que, en el futuro, se ha sumado el valor de SNMM asociado a los RCPs y horizontes considerados.

En la tabla siguiente se resumen los escenarios de inundación considerados:

Tabla 9. Escenarios de inundación costera. Tr: periodo de retorno: si bien la CI se ha calculado para cada combinación de RCP, percentil de SNMM, GCM y horizonte temporal, los hidrogramas construidos para forzar el modelo de inundación están desagregados por RCP, percentil de SNMM y horizonte temporal, pero agregados para el conjunto de los GCMs utilizando su media como estadístico representativo.

HORIZONTE TEMPORAL	TIPO DE INUNDACIÓN	ESCENARIO	RCP	SNMM	GCM*
<i>Presente</i>	Evento Extremo	Tr = 5, 50, 100 y 500 años	-	-	-
	Permanente	Pleamar máxima viva equinoccial	-	-	-
<i>Año 2045</i> <i>Año 2100</i>	Evento Extremo	Tr = 5, 50, 100 y 500 años	RCP4.5 RCP8.5	P5% P50% P95%	Promedio de los 6 GCMs
	Permanente	Pleamar máxima viva equinoccial			

3.2.1.4 Modelado hidráulico de la inundación costera

Para simular la inundación costera se ha empleado el modelo RFSM-EDA (del inglés, *Rapid Flood Spreading Method – Explicit Diffusion wave with Acceleration term*) (Jamieson et al., 2012), un modelo hidráulico bidimensional basado en el método de almacenamiento de celdas que proporciona mapas de inundación y profundidades de agua sobre el terreno. Su algoritmo permite tener en cuenta rasgos característicos de la topografía, como crestas y puntos bajos, derivados de un MDT de alta resolución y considera la rugosidad de Manning. Su eficiencia permite caracterizar la inundación costera a escala regional, así como realizar múltiples simulaciones hidráulicas, correspondientes a diferentes combinaciones de RCPs, RCMs, percentiles de SNMM, periodos de retorno y horizontes, necesarias para considerar la incertidumbre asociada al clima futuro.

La malla computacional que utiliza RFSM-EDA está formada por un conjunto de polígonos irregulares cuyas interfaces son crestas topográficas que tienen como subelemento las propias celdas del MDT, por lo que es esencial disponer de un MDT con la mejor resolución posible. La calidad de los resultados del modelado dependerá de la calidad del MDT.

En este caso, la disponibilidad de un MDT de muy alta resolución (2,5x2,5 m) ha facilitado el trabajo de preprocesado. No obstante, se han eliminado puentes que pudieran actuar como obstáculo al paso del agua y se han descartado lagunas y masas de agua. Debido a problemas computacionales, el tamaño de celda del MDT se ha incrementado de 2,5 a 3 m. No obstante, se ha comprobado que no se ha perdido información topográfica relevante.

Las zonas costeras potencialmente inundables, necesarias para la simulación hidráulica, se han definido cortando el MDT con la línea de nivel de 10 m (McGranham et al., 2007). No obstante, en las zonas situadas en cotas superiores a 10 metros en las que se ha dispuesto de testigos, la llanura de inundación se ha ampliado hasta los 15 – 20 m. La gran extensión del litoral canario ha impedido cubrir todo el territorio con una única malla de cómputo. Por ello, se ha dividido la zona de estudio en un conjunto de 13 mallas (ver siguiente imagen), asegurando un solape apropiado entre ellas.



Figura 15. Mallas de cómputo en las islas del archipiélago canario.

Se han realizado diversas pruebas y se han ajustado las mallas de cómputo de tal forma que las celdas se adaptasen perfectamente a los accidentes topográficos más relevantes, con un tamaño que permite el equilibrio entre el coste computacional y la estabilidad en la simulación. Las celdas resultantes tienen una superficie media entre los 2000 y 4000 m². Como ejemplo, la Figura 16 muestra un detalle de las mallas de cómputo de RFSM-EDA en las islas de Gran Canaria y Tenerife.

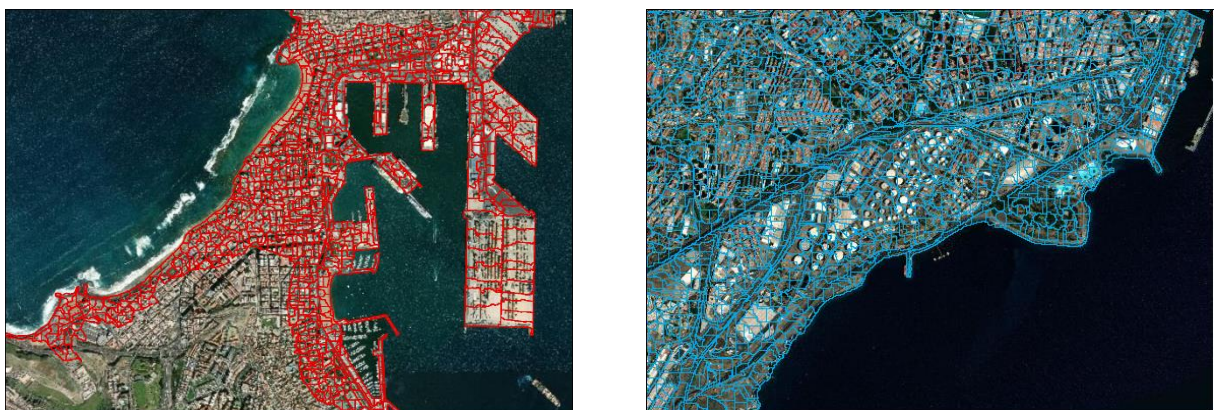


Figura 16. Detalle de la malla de cómputo en Las Palmas de Gran Canarias (izquierda) y Santa Cruzn de Tenerife (derecha).

3.2.1.5 Calibración del modelo

El modelo de inundación se ha calibrado con imágenes de satélite, la línea de costa de pleamar del IGN y con información relativa a eventos extremos históricos de inundación costera. La información sobre eventos extremos históricos de inundación, recopilada por GRAFCAN y validada por los responsables de emergencias de las islas, se ha dispuesto en forma de testigos puntuales que incluyen la fecha del evento de inundación y la ubicación aproximada de la extensión de la inundación, además de la referencia del evento encontrada en la hemeroteca.

Los testigos se localizan en las zonas pobladas de las islas y, por tanto, las islas de Tenerife y Gran Canaria son las que cuentan con mayor número.

Los testigos proporcionan información de hasta dónde llegó el agua en distintos temporales. No obstante, no en todos los eventos la inundación está gobernada por los mismos procesos. Si bien en algunos testigos se hace referencia a imágenes donde se aprecia que la inundación se produce por una onda infragravitatoria o de largo periodo que penetra en el interior de la zona urbana, en otros casos sólo se hace referencia a restricciones de acceso por fuerte oleaje. Además, muchos testigos están ubicados en zonas elevadas (>10 m), por lo que es muy probable que, además del set-up dinámico, estén afectados por alcance de la salpicadura del oleaje (swash de onda corta). En base a la información de los testigos y a su cota, se ha calibrado el modelo de inundación de forma que la inundación producida por los eventos extremos simulados en el clima presente alcance la localización de los testigos que con gran probabilidad estén gobernados por el set-up dinámico.



Figura 17. Inundación en Tarajalejo (Fuerteventura). Fuente: El Diario de Fuerteventura

En la **Figura 18** se muestra un ejemplo de los eventos extremos simulados en el presente en las zonas de Las Palmas de Gran Canaria (Gran Canaria) y Garachico (Tenerife). Como se puede observar, el agua se extiende hasta la localización de los testigos (puntos rojos). En Las Palmas de Gran Canaria la extensión de la inundación para los distintos periodos de retorno no varía mucho en comparación con Garachico. En Garachico, una vez que el agua supera la escollera de protección, inunda por completo el núcleo de población.

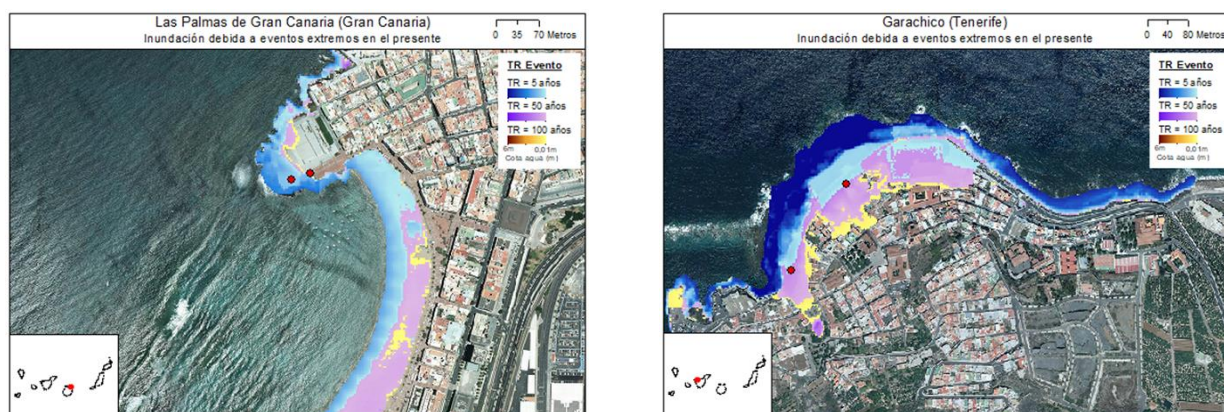


Figura 18. Muestras de los mapas de inundación en las zonas de Las Palmas de Gran Canaria (panel superior) y Garachico, en Tenerife, (panel inferior) para los eventos con CI de Tr 5, 50 y 100 años de periodo de retorno en el clima presente. Los puntos rojos muestran la ubicación de los testigos

3.2.1.6 Limitaciones del modelado de la inundación

Entre las limitaciones del modelo cabe destacar las siguientes:

- No se ha evaluado la inundación asociada a eventos extremos compuestos de CI costera y caudal fluvial. Para ello, sería necesario construir un emulador climático que determinase todas las combinaciones posibles y su probabilidad.
- En el modelado de la inundación no se ha considerado el comportamiento dinámico de los sistemas dunares, que pueden romperse durante un temporal de periodo de retorno elevado. Este proceso requeriría un estudio específico y modelos con elevado coste computacional no aplicables a escala regional.

3.2.2 RESULTADOS

De la aplicación de la metodología descrita se han obtenido diferentes resultados. En primer lugar, se han calculado las CIs asociadas a diferentes periodos de retorno a lo largo de toda la costa. Para escenarios futuros, estas CIs corresponden a las diferentes combinaciones de RCPs, GCMs y percentiles de SNMM consideradas. A partir de las CIs calculadas y del MDT, se ha realizado el modelado hidráulico y se han obtenido los mapas de inundación asociados. Estos mapas proporcionan información sobre la extensión de la superficie inundada y la cota de la lámina de agua sobre el terreno con 3 m de resolución. El carácter regional del estudio no permite reproducir de forma apropiada la inundación en puertos, que requerían modelos de procesos específicos para tal fin. Por ello, la inundación en los entornos portuarios se ha excluido de los mapas finales. Los resultados, que son en ausencia de adaptación, incorporan la incertidumbre asociada a 2 RCPs, 6 GCMs y 3 percentiles de SNMM para los horizontes temporales considerados.

La obtención y el análisis de las proyecciones de inundación costera permiten conocer los efectos de este impacto sobre el Dominio Público Marítimo Terrestre en el futuro, y sentar las bases de estudios posteriores de riesgos y adaptación en la acosta. La Tabla 10 muestra el resumen de los resultados que pueden derivarse de la aplicación de la metodología propuesta y la descripción de su proceso de obtención.

Tabla 10. Resumen de los resultados potenciales de la aplicación de la metodología.

RESULTADO	PROCESO DE OBTENCIÓN
CI DE DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO PARA CADA COMBINACIÓN DE RCP, PERCENTIL DE SNMM Y HORIZONTE TEMPORAL, PARA LA MEDIA DEL CONJUNTO DE GCMS	Se obtienen mediante el ajuste de los máximos anuales de las de series de CI a una función generalizada de extremos.
MAPAS DE INUNDACIÓN TEMPORAL ASOCIADOS A CI DE DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO PARA CADA COMBINACIÓN DE RCP, PERCENTIL DE SNMM Y HORIZONTE TEMPORAL, PARA LA MEDIA DEL CONJUNTO DE GCMS.	Se obtienen forzando un modelo hidráulico con hidrogramas generados a partir de las CI calculadas (y promediadas para el conjunto de GCMs) y la duración característica de las tormentas de la zona. Los mapas de inundación temporal presente corresponden a eventos extremos y los mapas de inundación temporal futura combinan eventos extremos y SNMM para diferentes RCPs y horizontes temporales.
MAPAS DE INUNDACIÓN PERMANENTE ASOCIADOS A AL EVENTO DE MÁXIMA PMVE PARA CADA PERCENTIL DE SNMM Y HORIZONTE TEMPORAL	Se obtienen forzando un modelo hidráulico con las CI calculadas con el evento de máxima PMVE y la SNMM para diferentes RCPs y horizontes temporales.

3.2.2.1 Cotas de inundación

Se han obtenido CIs asociadas a diferentes periodos de retorno para cada combinación de RCP, percentil de SNMM y horizonte temporal considerado. En la Figura 19 se muestra, para el archipiélago canario, la CI de 100 años de periodo en el presente (primer panel), en 2045 (segundo panel) y en 2100 (tercer panel), para el RCP8.5 y el percentil 50 de SNMM.

En el presente se identifican dos patrones en la magnitud de la CI en todo el conjunto de islas. En el norte de las islas, más expuesto al oleaje, la CI media es de aproximadamente 6 metros, mientras que, en la zona sur, más protegida, la CI es de aproximadamente 3 m. Estos patrones se mantienen en los horizontes futuros. En varios puntos se observan CI superiores a las CI de los puntos vecinos, como por ejemplo en el noreste de La Palma y de El Hierro. Estos puntos se corresponden con zonas con testigo ubicados en zonas elevadas, donde se ha calibrado la CI.

Se puede observar en la Figura 19 cómo la magnitud de la CI en el presente y a mitad de siglo presentan pequeñas diferencias que se pueden apreciar tanto en el norte de las islas, donde se intensifica el color azul, como en el sur de las islas, donde se aclaran los tonos naranjas que se observan en el presente. La diferencia entre la CI de fin de siglo y presente es de aproximadamente 1 m.

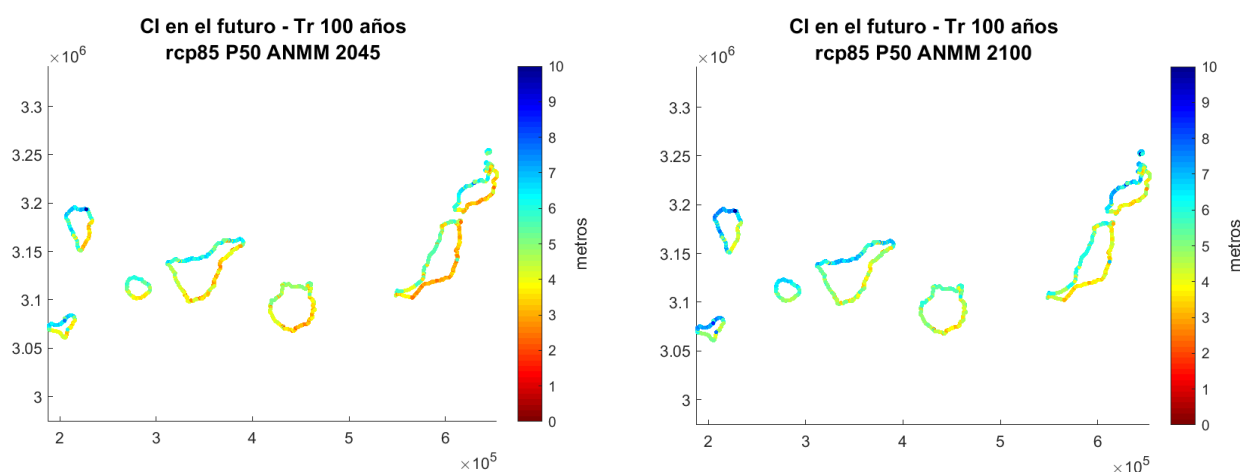


Figura 19. CI Tr 100 años en el presente y en el futuro (2045 y 2100), bajo el RCP8.5 y el P50 de SNMM

3.2.2.2 Mapas de inundación

Para ilustrar la metodología aplicada, se han seleccionado diferentes localizaciones donde se muestran algunos de los resultados obtenidos. La Figura 20 recoge la localización de dichas zonas en todas las islas, coincidiendo en su mayor parte con ubicaciones de testigos.

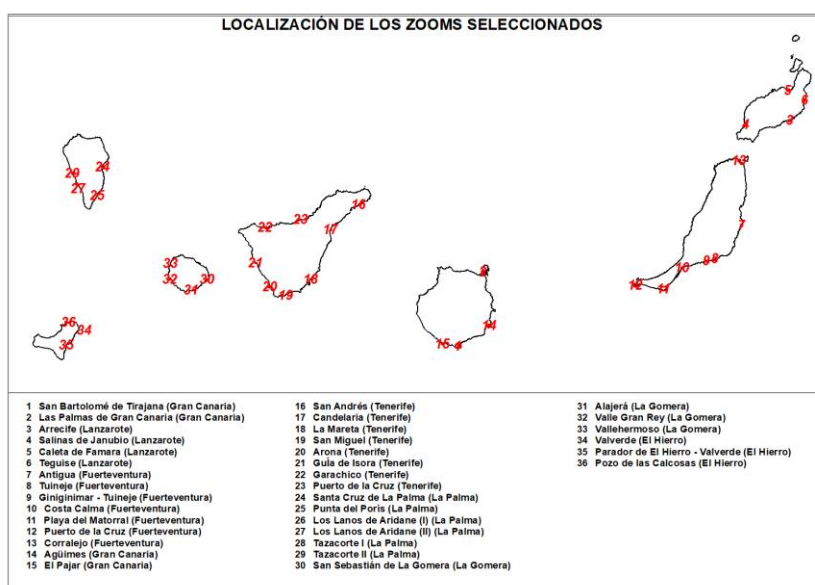


Figura 20. Localización de las zonas del archipiélago canario seleccionadas a modo demostrativo de la metodología de inundación

3.2.2.2.1 Mapas de inundación asociada a eventos extremos de CI

Se han elaborado mapas de inundación asociados a la CI de diferentes periodos de retorno para cada combinación de RCP, percentil de SNMM y horizonte temporal.

Teniendo en cuenta todas las combinaciones posibles, se ha generado un total de 52 mapas de inundación debida a eventos extremos de CI. A modo de ejemplo, se han generado tres tipos de mapas que representan cambios en la extensión de la inundación para los siguientes supuestos:

- CI de Tr 100 años para el escenario RCP8.5 en el año horizonte 2100 y los distintos percentiles de SNMM considerados (5, 50 y 95).
- CI de Tr 100 años en el presente y en el futuro (2019, 2045 y 2100) para el escenario RCP8.5 y el percentil 50 de SNMM.

- CI de Tr 5, 50 y 100 años para el escenario RCP8.5 y percentil 50 de SNMM en el año horizonte 2100.

A continuación, se describen los supuestos anteriores y se muestran ejemplos de cada uno para algunas de las localizaciones de la Figura 14.

3.2.2.2.1.1 Extensión de la inundación según el percentil de SNMM

En la Figura 21 se representan los cambios en la extensión de la inundación costera según el percentil de SNMM considerado, para un evento con CI de Tr 100 años bajo el escenario RCP8.5 en el año 2100. En el panel superior se muestran las playas y dunas de Maspalomas, en el municipio de San Bartolomé de Tirajana (Gran Canaria), y en el panel inferior la población de Las Galletas, en el municipio San Miguel (Tenerife).

Como se puede observar en el panel superior de la Figura 21. Mapa de inundación en los municipios de San Bartolomé de Tirajana (Gran Canaria) y San Miguel (Tenerife) para la CI de Tr 100 años bajo el escenario RCP8.5 en el año 2100. Se muestran los cambios en la extensión de la inundación según el percentil de SNMM, la mayor parte de la reserva natural de Maspalomas se inundaría para con todos los percentiles de SNMM considerados. Se trata de una zona bastante llana y con cotas bajas. El percentil 5 de SNMM muestra una inundación significativa, aunque algo inferior a la asociada a los percentiles 50 y 95, siendo este último el que produce la mayor inundación especialmente en la zona central.

La localización de Las Galletas (San Miguel, Tenerife) (panel inferior de la Figura 21. Mapa de inundación en los municipios de San Bartolomé de Tirajana (Gran Canaria) y San Miguel (Tenerife) para la CI de Tr 100 años bajo el escenario RCP8.5 en el año 2100. Se muestran los cambios en la extensión de la inundación según el percentil de SNMM

) tiene características muy distintas a la de Maspalomas. Se trata de una zona urbanizada y más elevada que la anterior. El núcleo urbano de Las Galletas podría inundarse por completo para todos los percentiles de SNMM. En Las Galletas se producen mayores diferencias entre los percentiles de SNMM que en Maspalomas, afectando la inundación que se produce para los mayores percentiles de SNMM los campos de cultivo y zonas no urbanizadas aledañas.

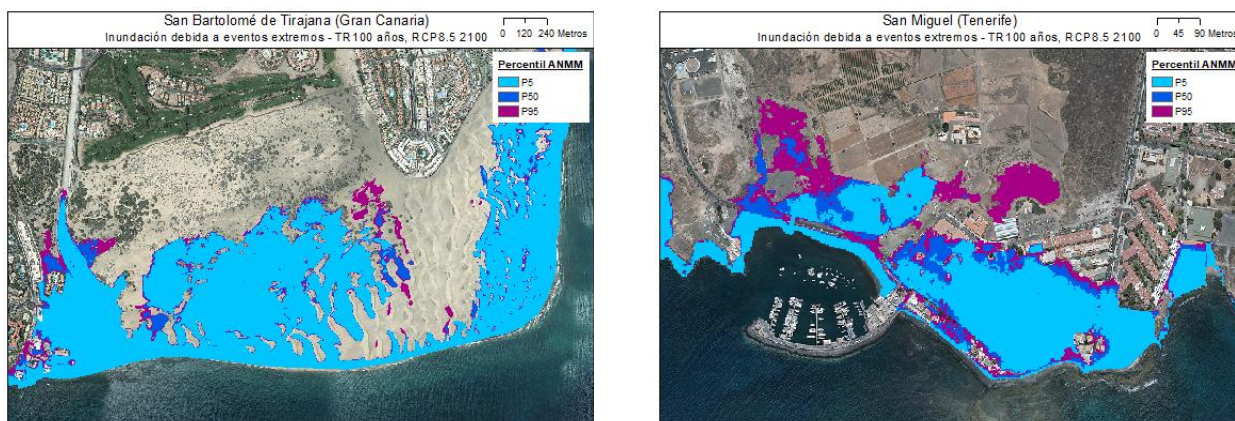


Figura 21. Mapa de inundación en los municipios de San Bartolomé de Tirajana (Gran Canaria) y San Miguel (Tenerife) para la CI de Tr 100 años bajo el escenario RCP8.5 en el año 2100. Se muestran los cambios en la extensión de la inundación según el percentil de SNMM

3.2.2.2.1.2 Extensión de la inundación según el horizonte temporal

En la Figura 22. Mapa de inundación en las zonas de Caleta de Famara (Lanzarote) y Tuineje (Fuerteventura) para la CI de Tr 100 años bajo el escenario RCP8.5 en 2019, 2045 y 2100. Se muestran los cambios en la extensión de la inundación según el horizonte temporal

se muestran los cambios en la inundación según el año horizonte, para un evento con CI de Tr 100 años. Se representa la inundación en el presente (año 2019) y en el futuro (horizontes 2045 y 2100), bajo el escenario RCP8.5 y el percentil 50 de SNMM. En el panel superior se muestra el municipio de Caleta de Famara (Lanzarote) y en el inferior, la localidad de Gran Tarajal, en el municipio de Tuineje (Fuerteventura). En ambos paneles se observa cómo la extensión de la inundación aumenta según avanza el presente siglo.

En Caleta de Famara (Lanzarote), que se caracteriza por un litoral mayormente rocoso y un pequeño enclave portuario con un dique, se observa que la inundación actual y la inundación a mitad de siglo son muy similares, mientras que la inundación a final de siglo abarca una extensión considerablemente mayor.

La localidad de Gran Tarajal está urbanizada al oeste de un barranco, al otro lado del cual está construido un campo de fútbol. Gran Tarajal consta de una amplia playa en la zona este y un puerto en la zona oeste. En la actualidad, la población sufre inundaciones de extensión considerable para la CI de Tr=100 años, que irán en aumento a medida que se avanza en el tiempo. Se aprecia una mayor diferencia en cuanto a la extensión de inundación entre la situación actual y la proyectada a mediados de siglo que en Caleta de Famara.

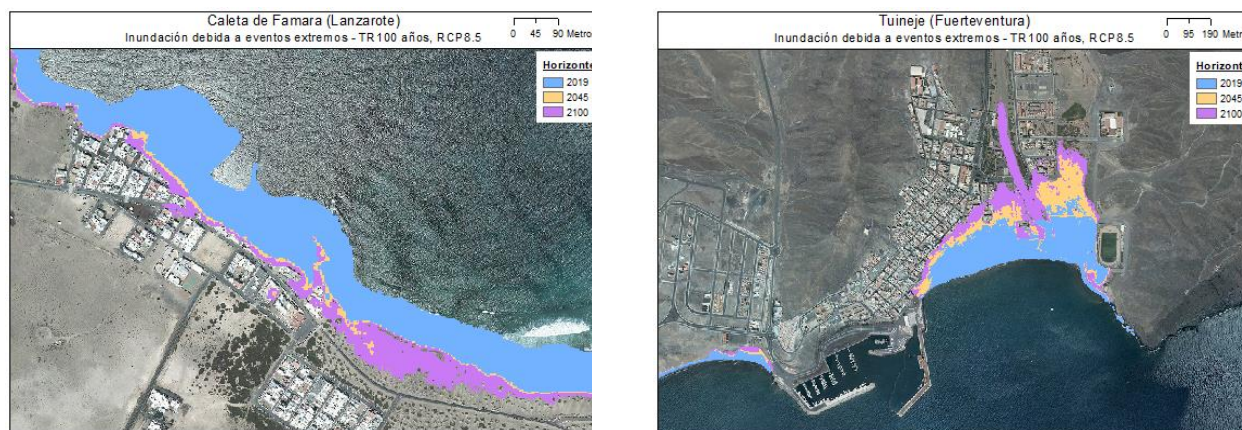


Figura 22. Mapa de inundación en las zonas de Caleta de Famara (Lanzarote) y Tuineje (Fuerteventura) para la CI de Tr 100 años bajo el escenario RCP8.5 en 2019, 2045 y 2100. Se muestran los cambios en la extensión de la inundación según el horizonte temporal

3.2.2.2.1.3 Extensión de la inundación según el horizonte temporal

En la Figura 22 se muestran los cambios en la inundación según el año horizonte, para un evento con CI de Tr 100 años. Se representa la inundación en el presente (año 2019) y en el futuro (horizontes 2045 y 2100), bajo el escenario RCP8.5 y el percentil 50 de SNMM. En el panel superior se muestra el municipio de Caleta de Famara (Lanzarote) y en el inferior, la localidad de Gran Tarajal, en el municipio de Tuineje (Fuerteventura). En ambos paneles se observa cómo la extensión de la inundación aumenta según avanza el presente siglo.

En Caleta de Famara (Lanzarote), que se caracteriza por un litoral mayormente rocoso y un pequeño enclave portuario con un dique, se observa que la inundación actual y la inundación a mitad de siglo son muy similares, mientras que la inundación a final de siglo abarca una extensión considerablemente mayor.

La localidad de Gran Tarajal está urbanizada al oeste de un barranco, al otro lado del cual está construido un campo de fútbol. Gran Tarajal consta de una amplia playa en la zona este y un puerto en la zona oeste. En la actualidad, la población sufre inundaciones de extensión considerable para la CI de Tr=100 años, que irán en aumento a medida que se avanza en el tiempo. Se aprecia una mayor diferencia en cuanto a la extensión de inundación entre la situación actual y la proyectada a mediados de siglo que en Caleta de Famara.

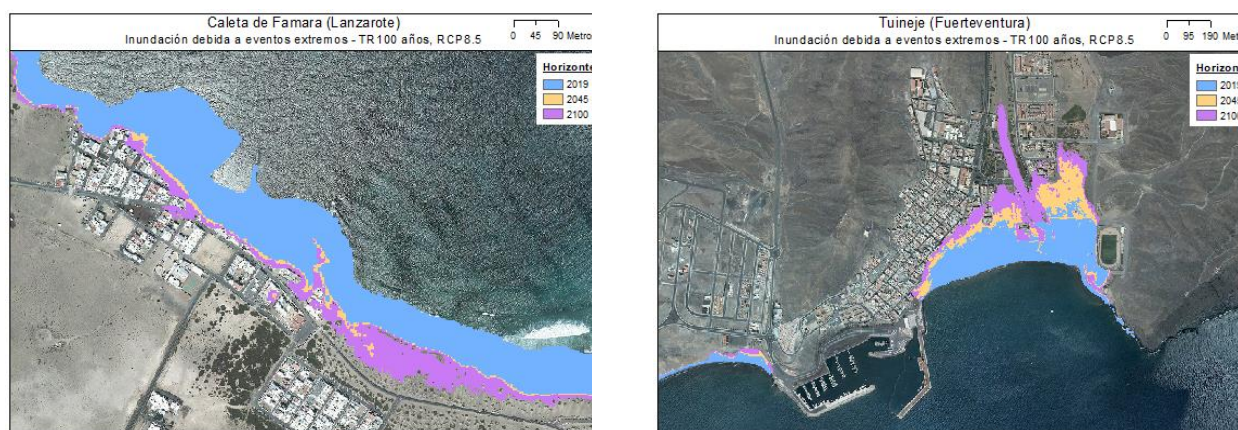


Figura 23. Mapa de inundación en las zonas de Caleta de Famara (Lanzarote) y Tuineje (Fuerteventura) para la CI de Tr 100 años bajo el escenario RCP8.5 en 2019, 2045 y 2100. Se muestran los cambios en la extensión de la inundación según el horizonte temporal

3.2.2.2.2 Mapas de inundación permanente (SNMM sobre la PMVE)

Se han elaborado los mapas de inundación asociados a la PMVE en el clima presente (1985-2019) y en el futuro, donde se ha simulado la PMVE más la SNMM correspondiente a cada año horizonte y percentil de SNMM. La diferencia entre la inundación presente y futura es lo que se conoce como inundación permanente. Este tipo de inundación se debe sólo al SNMM y afecta especialmente a las zonas bajas.

Teniendo en cuenta todas las combinaciones posibles se ha generado un total de 13 mapas, 1 mapa asociado a la PMVE en el presente (escenario base) y 12 asociados a la PMVE más la SNMM. Como ejemplo, se han representado los cambios en la extensión de la inundación en 2045 y 2100, para los escenarios RCP4.5 y 8.5 y el percentil 50 de SNMM.

En la Figura 24 se muestran los resultados en la playa de Las Canteras (Las Palmas de Gran Canaria, Gran Canaria) (panel superior) y en la playa del Matorral (Pájara, Fuerteventura) (panel inferior). En la playa de Las Canteras la inundación asociada a la PMVE en el clima presente alcanza sólo la parte dinámica de la playa. Sin embargo, la playa podría quedar totalmente anegada a fin de siglo. En la playa del Matorral (Fuerteventura), que consta una extensa playa de arena, salinas y urbanizaciones, si bien la PMVE actual inunda las salinas, en el futuro, la inundación permanente podría alcanzar las zonas urbanizadas.

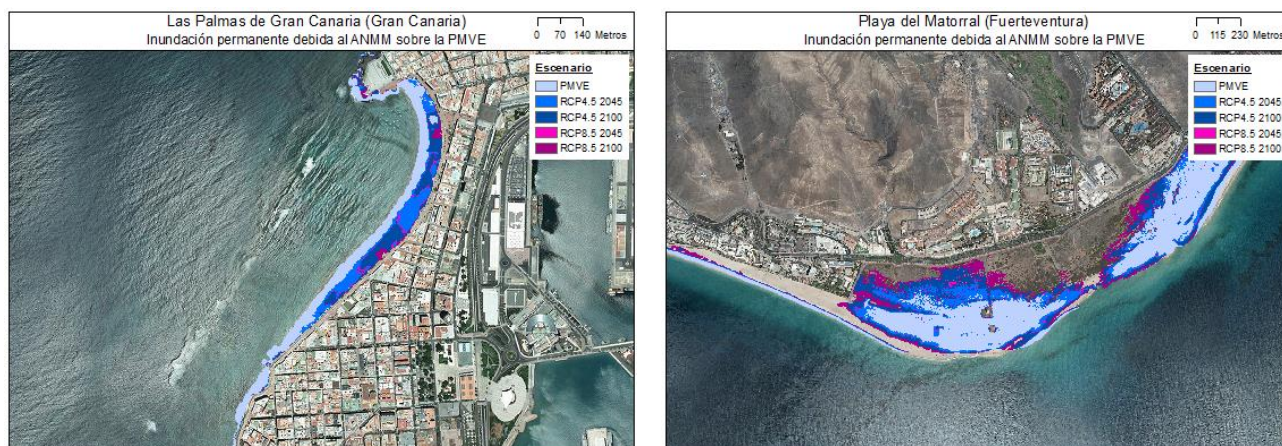


Figura 24. Mapa de inundación permanente debida Al SNMM sobre la PMVE en Las Palmas de Gran Canaria (Gran Canaria) (panel superior) y en la playa del Matorral (Fuerteventura) (panel inferior). Se muestran los cambios en la extensión de la inundación según el RCP y el año horizonte

3.3 EROSIÓN COSTERA

La combinación de SNMM y los cambios en los eventos extremos como consecuencia del cambio climático acelerará la erosión costera. Las playas, por su complejidad y dinamismo, experimentan cambios en una variedad de escalas temporales y espaciales, y su forma no es fija a lo largo del tiempo, sino que está en continuo cambio.

La erosión es un impacto especialmente preocupante en las playas urbanas, que a diferencia de aquellas sin influencia antropogénica donde es posible un retranqueo natural a partir del movimiento tierra adentro del sistema dunar, no tienen posibilidades de retroceso en el caso de que la costa se erosione. De igual forma que la inundación costera, la erosión puede producirse a diferentes escalas temporales. Por un lado, están los eventos extremos de erosión tras los cuales la playa puede recuperarse total o parcialmente; por otro, la SNMM podrá dar lugar a un retroceso estructural (crónico) de la línea de costa, ocasionando la pérdida permanente de superficie de playa. En consecuencia, es importante considerar las dos escalas en el análisis de riesgos.

3.3.1 METODOLOGÍA

El objetivo de la metodología propuesta es analizar los efectos del cambio climático sobre la evolución de la línea de costa futura, que depende esencialmente del oleaje, la MM, la MA y la SNMM.

Esta metodología permite caracterizar la evolución de la línea de costa a escala regional y combina los siguientes elementos: series temporales horarias de dinámicas históricas y futuras con alta resolución espacial (reconstruidas cada 300 m); y un modelo de evolución de la línea de costa basado en perfiles. El modelo reproduce la respuesta de la costa frente a la acción conjunta de oleaje y nivel del mar.

A diferencia del análisis de la inundación costera, donde el modelo hidráulico se fuerza con hidrogramas contruidos a partir de la CI de diferentes periodos de retorno, el modelo de evolución de la línea de costa se fuerza directamente con las series temporales horarias de oleaje, MM, MA y SNMM. Como resultado, para los RCPs, GCMs, trayectorias de SNMM y periodos de tiempo considerados, se obtienen evoluciones potenciales de la línea de costa futura. Para calibrar y validar el modelo, se han utilizado observaciones históricas de la línea de costa obtenidas a partir de imágenes de satélite.

En los siguientes apartados, se describen los forzamientos utilizados, los datos necesarios para la aplicación del modelo de erosión, los escenarios considerados, el modelo de erosión empleado y la obtención de observaciones históricas para su calibración. Finalmente, se proporciona un resumen de los resultados que van a obtenerse tras la aplicación de la metodología propuesta.

3.3.1.1 Forzamientos

De igual manera que en el estudio de inundación costera, para el estudio de la evolución de la línea de costa se han utilizado series temporales históricas y futuras de oleaje en rotura, MM, MA y SNMM en puntos espaciados cada 300 m a lo largo de la costa. Las series de oleaje se han transferido desde aguas indefinidas a profundidades reducidas mediante la aplicación de un método de regionalización híbrido que combina técnicas estadísticas y modelado numérico. Bajo las hipótesis de teoría lineal de ondas y batimetría recta y paralela, se han calculado las series de altura de ola y dirección en rotura aplicando el criterio espectral $H_b = 0.55h_b$ y considerando asomeramiento y refracción mediante las ecuaciones de dispersión lineal, la conservación del flujo de energía y la ley de Snell. Para tener en cuenta la difracción del oleaje producido por las estructuras, las propiedades del oleaje en rotura por asomeramiento y refracción se han corregido con la formulación de Goda (Goda, 1985).

La incertidumbre se ha considerado mediante 2 RCPs (RCP4.5 y RCP8.5), 6 GCMs (ACCESS, CMCC, MIROC, IPSL, CNRM y HADG), 3 trayectorias SNMM (asociadas a los percentiles 5, 50 y 95 de la distribución de 20 modelos) y 2 periodos de tiempo (2025-2045 y 2081-2100) cuyos cambios se han analizado con respecto al periodo base 1985-2005.

Para aplicar el modelo de erosión es necesario disponer en cada transecto de un conjunto de parámetros físicos que incluyen las características del sedimento, el tipo de costa y la pendiente del perfil activo. A continuación, se describe la discretización de la zona en transectos y la información que cada transecto lleva asociada.

3.3.1.2 Discretización de la zona de estudio en transectos

Para resolver numéricamente la ecuación de gobierno del modelo de erosión, es necesaria una discretización temporal y espacial. La discretización temporal viene condicionada por la resolución horaria de las proyecciones de las dinámicas marinas (una hora); y la espacial se ha llevado a cabo dividiendo el tramo de costa de estudio en transectos o perfiles. Como se menciona anteriormente en la descripción de la metodología de inundación, la línea de costa se ha discretizado con un espaciado variable de entre 50 y 300 m para que los perfiles se adapten de forma apropiada a la morfología del terreno y se puedan captar los procesos fundamentales en el modelado de la evolución de la línea de costa.

En la siguiente figura se puede observar la discretización en Fuerteventura y en la Tabla 11 el resumen de transectos por isla.



Figura 25. Muestra de los transectos en los que se ha aplicado el modelo de erosión en la isla de Fuerteventura. El código de colores indica el tipo de transporte que tiene lugar en cada transecto

Tabla 11. Número de transectos generados por isla en Canarias.

ISLA	NÚMERO DE TRANSECTOS
LA PALMA	558
LA GOMERA	342
GRAN CANARIA	1146
FUERTEVENTURA	1674
LOBOS	48
LANZAROTE	923
LA GRACIOSA	152
ISLOTE ROQUE DEL ESTE	7
ISLOTE MONTAÑA CLARA	10
ISLOTE ALEGRANZA	9
EL HIERRO	411
TENERIFE	1247

3.3.1.3 Caracterización física de los transectos

Los transectos se clasifican en cinco tipos en función de los procesos morfodinámicos que condicionan su evolución y del tipo de costa (Tabla 12). En las playas abiertas se resuelven procesos longitudinales y transversales de corto y largo plazo y en las playas encajadas sólo procesos transversales de corto y largo plazo. Finalmente, en playas rocosas y en tramos de costa rigidizados por escolleras o acantilados, no se han resuelto procesos de transporte de sedimento, pero se ha determinado el cambio en la línea de costa por efecto dla SNMM. Para ello, se ha aplicado la formulación de transporte transversal de largo plazo modificada, en la que, en lugar de utilizar la pendiente del perfil activo, se ha empleado la intermareal.

Tabla 12. Caracterización de los perfiles en función de los procesos morfodinámicos

DESIGNACIÓN DEL PERFIL	TIPO DE PLAYA	PROCESOS DE CÁLCULO
LCS	Abierta	Longitudinales, transversales a corto y largo plazo
CS	Encajada	Transversales a corto y largo plazo
AC	Acantilada/rocosa	Retroceso de la línea de costa a largo plazo

En la siguiente imagen se muestra la discretización espacial de la línea de costa en el entorno de Sotavento, Fuerteventura. Los transectos “lcs”, correspondientes a playas abiertas, se representan en verde, los transectos “cs”, representativos de playas encajadas, son de color amarillo, y los transectos “ac”, que recogen zonas acantiladas o playas rocosas, se muestran en negro. En la imagen se observa la resolución espacial variable del perfilado, siendo menor el espaciamiento en playas abiertas.



Figura 26. Discretización espacial de la línea de costa en el entorno de Sotavento, Fuerteventura. Perfiles verdes se corresponden con playas abiertas, perfiles amarillos con playas encajadas y perfiles negros con acantilados o playas rocosas

La información de los perfiles se ha obtenido a través del Modelo Digital de Terreno (MDT) tierra-mar de 2,5x2,5 m de resolución horizontal y la información de playas (pendientes, ajuste del perfil de Dean y tipo de sedimento) proporcionada por GRAFCAN. En las playas en las que no se disponía de datos se han inferido los mismos a través del MDT continuo tierra-mar y los forzamientos generados.

El cálculo de la pendiente del perfil activo en equilibrio, crítica a la hora de evaluar el retroceso por SNMM, se obtiene según la ecuación

$$\tan\beta_n = \frac{d_c + B}{\left(\frac{d_c}{A}\right)^{\frac{3}{2}}} = \frac{d_c + B}{W} \quad (2)$$

Dónde d_c es la profundidad de cierre obtenida según Birkemeier, (1985), B es la cota de la berma según Takeda y Sunamura (1982), A es el parámetro del perfil de Dean (Dean, 1991) y W es la anchura del perfil activo. El parámetro del perfil de Dean se ha obtenido a partir de los datos de playas proporcionados por GRAFCAN o, en caso de no disponer de estos datos, a partir del ajuste del perfil de potencial de Dean a la intersección del MDT continuo tierra-mar proporcionado por GRAFCAN y los transectos de cálculo. Se asume que el MDT continuo tierra-mar está en equilibrio.

La figura muestra la pendiente ($\tan\beta_n$) de la parte activa del perfil en porcentaje. Del análisis de la figura, se aprecia que las playas de la península de Jandía y las playas de la zona norte de Fuerteventura, caracterizadas por un perfil más tendido, sufrirán mayores retranqueos por SNMM que el resto de la isla, formada fundamentalmente por acantilados y playas encajadas con perfil más reflejante y sedimento grueso.

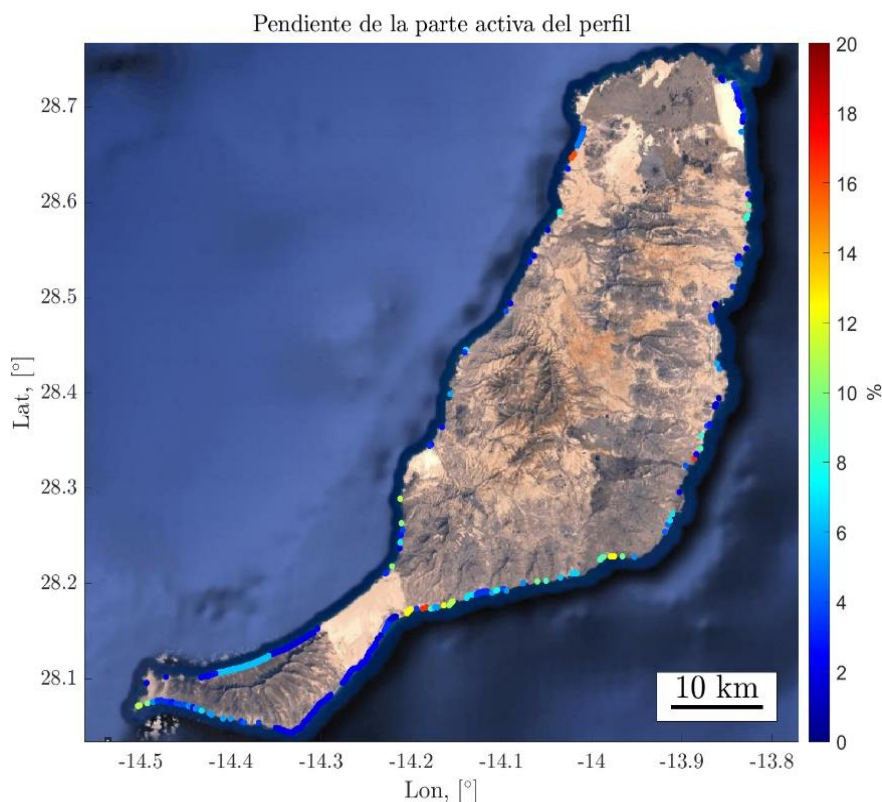


Figura 27. Pendiente ($\tan\beta$) del perfil activo en Fuerteventura.

3.3.1.4 Escenarios considerados

El modelo de evolución de la línea de costa se ha forzado con series temporales históricas y futuras de oleaje en rotura, MM, MA y SNMM.

En la tabla siguiente se resumen los escenarios considerados:

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIOS	RCP	SNMM	GCM*
PRESENTE	Series horarias históricas de oleaje en rotura, MM y MA	-	-	-
AÑO 2045 AÑO 2100	Series horarias futuras de oleaje en rotura, MM y MA	RCP4.5 RCP8.5	Series horarias futuras asociadas a: P5% P50% P95%	ACCESS CMCC MIROC IPSL CNRM HADG

Tabla 13. Escenarios de evolución de la línea de costa. *: si bien se han realizado simulaciones para cada combinación de RCP, percentil de SNMM, GCM y periodo de tiempo, los resultados se presentan desagregados por RCP, percentil de

SNMM y periodo de tiempo, pero agregados para el conjunto de los GCMs utilizando su media como estadístico representativo.

3.3.1.5 Modelo de evolución de la línea de costa

En este estudio, se ha implementado un modelo de evolución de la línea de costa basado en perfiles que resuelve los procesos morfodinámicos más relevantes a la escala regional y en escalas temporales que abarcan desde el corto plazo (eventos de tormenta) al largo plazo (cientos de años). El modelo resuelve la ecuación 9 en cada perfil y se compone de un módulo que resuelve los procesos longitudinales y otro que calcula el transporte transversal de corto y largo plazo. Los diferentes módulos se activan y desactivan perfil a perfil en función de su tipología. De este modo, la evolución de un perfil “lcs” de una playa abierta está gobernado por los tres términos de la ecuación. En cambio, si el perfil es “cs”, su comportamiento depende del término de procesos transversales y, si es “ac”, únicamente tiene en consideración el término RANMM (calculado con la pendiente intermareal).

$$\underbrace{\frac{\partial Y}{\partial t}}_{\text{Cambios en la línea de costa}} = \underbrace{vlt}_{\text{Procesos longitudinales}} + \underbrace{K_c [Y_{pt}^{eq} - Y_{pt}]}_{\text{Procesos transversales}} - R_{ANMM} \quad (9)$$

El módulo de procesos longitudinales se traduce en una tendencia lineal calculada a partir de 35 años de observaciones de la línea de costa obtenidas a partir de imágenes de satélite. Para ello, de las observaciones de la línea de costa en un perfil, definidas como la distancia desde el punto en tierra del perfil hasta la intersección con la línea de costa en una fecha determinada, se han separado las componentes de corto y largo plazo. La línea de costa a largo plazo Y_l se ha obtenido a partir de una media móvil de 5 años de ventana, mientras que el residuo ha definido las oscilaciones de corto plazo Y_c . La ventana temporal se escoge de tal manera que las oscilaciones de corto plazo Y_c sean estacionarias, lo que se verifica si la asimetría y la curtosis móviles de Y_c se mantienen constantes (Mentaschi et al., 2016). La tendencia vlt , representativa de los procesos longitudinales, se ha calculado a partir de la componente a largo plazo de las observaciones, Y_l .

La extrapolación de observaciones debe hacerse con cuidado, puesto que la gran presión antrópica de la zona puede dar lugar a tendencias no naturales. Adicionalmente, para tener en cuenta que la costa alcanza un equilibrio con el tiempo, el término vlt se ha obtenido como la menor tendencia de las observaciones de los últimos 10, 15, 20, 15, 30 y 35 años (en valor absoluto), debiendo ser ésta consistente con la tendencia global del tramo.

En la Figura 28 se muestra un ejemplo del procesado de las observaciones de la línea de costa y del cálculo de la tendencia. Se observa que se trata de un tramo en recesión.

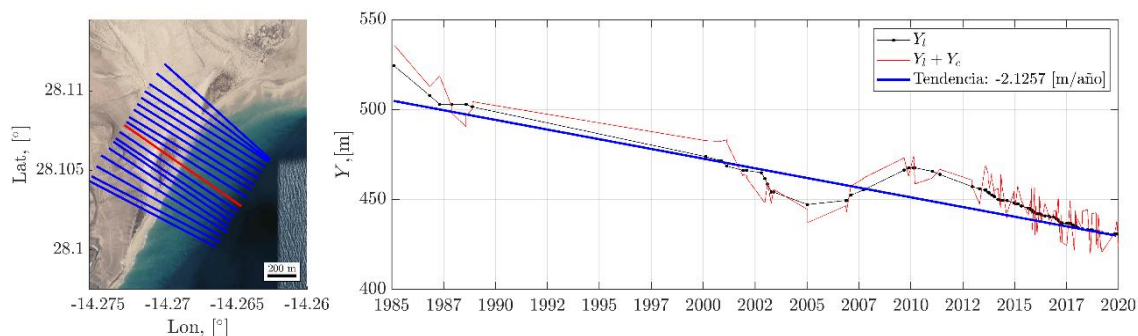


Figura 28. Cálculo de la tendencia en la playa Risco del Paso en Sotavento (Fuerteventura).

Los procesos transversales de corto plazo se calculan aplicando el modelo de Miller & Dean (2004) con las modificaciones propuestas por Toimil et al. (2017) para incluir los efectos de la marea. El modelo se rige por una ecuación diferencial de primer grado en la que la cinemática del perfil responde a la diferencia entre la posición del perfil y su posición de equilibrio. El modelo tiene dos constantes de calibración, según se trate de procesos de erosión K^- o de acreción K^+ . La calibración se ha realizado en el periodo histórico usando la componente de corto plazo Y_c de la serie de observaciones en cada perfil. En la Figura 29 se muestra un ejemplo de calibración de la componente transversal de corto plazo en la playa Risco del Paso en Sotavento.

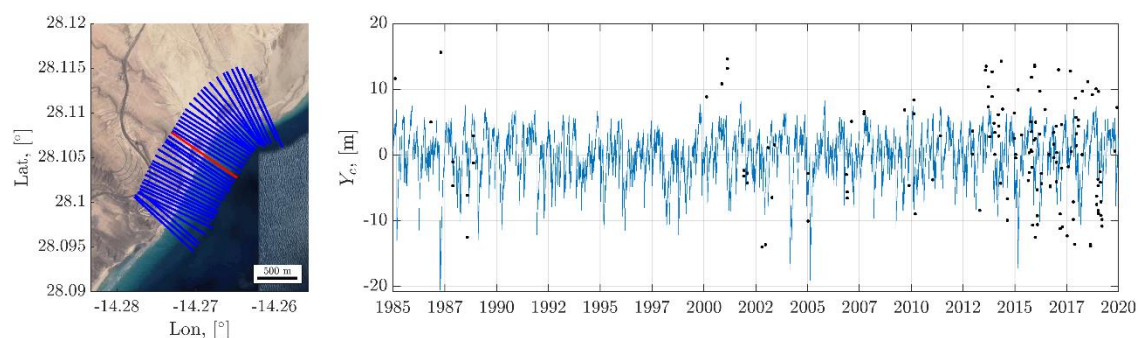


Figura 29. Calibración de la componente transversal de corto plazo en la playa Risco del Paso en Sotavento (Fuerteventura).

Los procesos transversales de largo plazo se han obtenido mediante la incorporación de la regla de Bruun (1962) variable en el tiempo a la ecuación 9. La regla de Bruun sostiene que, ante un SNMM, la parte activa del perfil responde ascendiendo y retrocediendo hacia tierra. La magnitud del ascenso coincide con el valor de la SNMM, mientras que el retranqueo garantiza la transformación conserva el volumen en el perfil activo. En la siguiente figura se muestra el retranqueo R de un perfil ante la SNMM. La magnitud de R debe garantizar que $V1 = V2$. Para perfiles de Dean con berma, se cumple que la magnitud del retranqueo que verifica la conservación del volumen, ante un SNMM se aproxima a:

$$R_{ANMM} = \frac{ANMM}{\tan\beta_n} = \frac{W}{d_c + B} ANMM \quad (4)$$

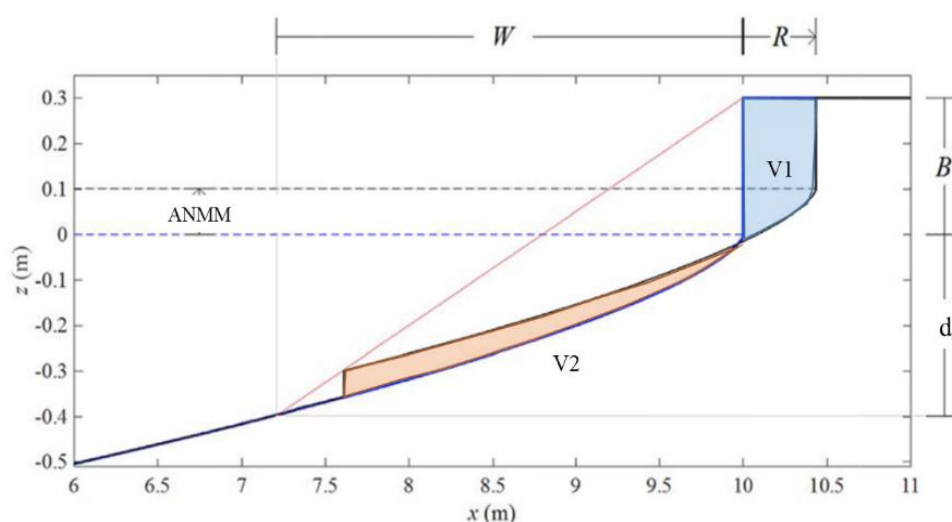


Figura 30. Cinemática del perfil de Dean en respuesta al SNMM. Adaptada de Atkinson et al. (2018).

3.3.1.6 Calibración del modelo

Para realizar una calibración adecuada del modelo de erosión es necesario contar con una campaña de monitorización de la línea de costa suficientemente larga con observaciones frecuentes. Las observaciones de la línea de costa con las que calibrar el modelo de erosión se han obtenido a partir de imágenes de satélite procedentes de Landsat5, Landsat7, Landsat8 y Sentinel2. Para ello, se ha aplicado el algoritmo desarrollado por Vos et al. (2019), que detecta la línea de costa utilizando técnicas de clasificación supervisada de imágenes y de segmentación sub-píxel con una precisión superior a 10 metros, y se han obtenido observaciones de la

línea de costa en el periodo 1985-2020. En la Figura 31 se muestra un ejemplo del método de detección de la línea de costa en la playa de las Canteras (Gran Canaria).



Figura 31. Detección de la línea de costa en la playa de las Canteras (Gran Canaria) a partir de una imagen de Sentinel 2 mediante el algoritmo Coast-Sat

En la Figura 32 se muestra el cambio estructural en 2020 de las observaciones respecto a la línea de costa en 1985 en la playa de Maspalomas, Gran Canaria, y en la playa de Sotavento, Fuerteventura. Esta información permite calibrar los procesos a aplicar en cada una de las playas, transporte transversal, longitudinal o estable.

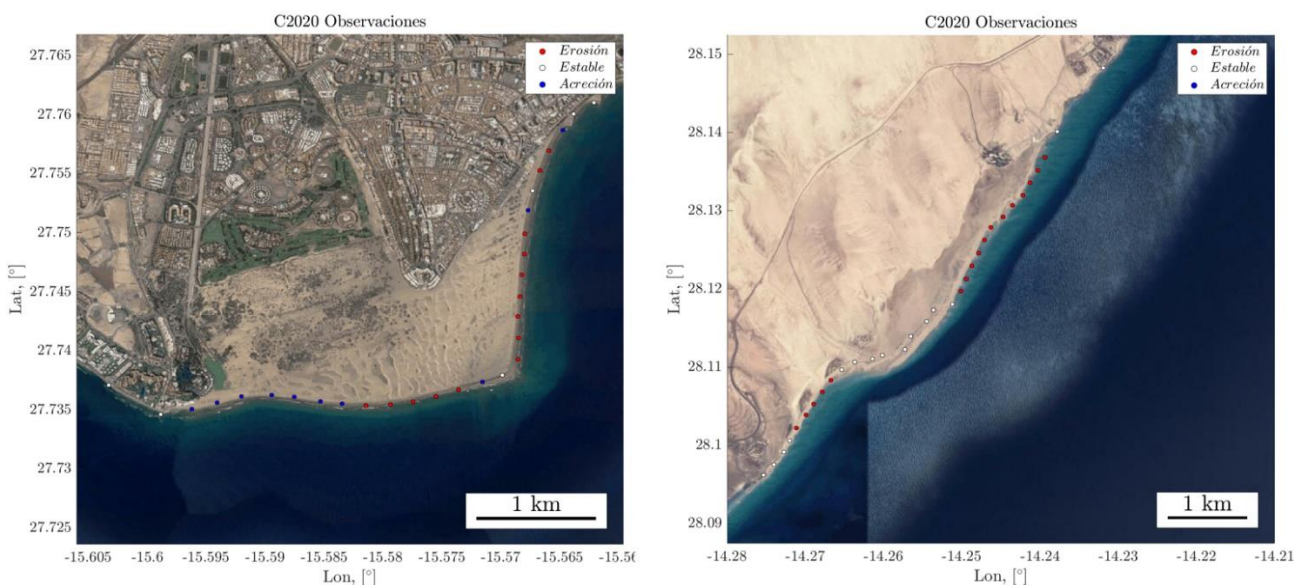


Figura 32. Cambio estructural de las observaciones en 2020 con respecto a la línea de costa de 1985. Maspalomas en Gran Canaria (izquierda) y Sotavento en Fuerteventura (derecha).

3.3.2 RESULTADOS

De la implementación de la metodología propuesta se obtienen diferentes resultados. Como resultado de la aplicación del modelo de erosión se obtienen la evolución de la línea de costa horaria, ya sea su reconstrucción histórica (asociada a las dinámicas históricas) como su proyección futura, para las combinaciones de RCPs, GCMs, trayectorias de SNMM y periodos de tiempo considerados. A partir de estas series pueden obtenerse distintos resultados. En primer lugar, pueden analizarse los retrocesos o avances asociados a los procesos litorales modelados, abarcando escalas de tiempo desde el corto plazo (temporales) hasta el largo plazo (decenas o cientos de años).

Por otro lado, el ajuste de los máximos retrocesos anuales permite obtener la evolución temporal de los eventos extremos de erosión de diferentes periodos de retorno e identificar cuándo excederán determinados umbrales aceptables. Los resultados incorporan la incertidumbre asociada a 2 RCPs, 6 GCMs (agregados utilizando la media del conjunto como estadístico representativo) y 3 trayectorias de SNMM asociadas a 3 percentiles.

La obtención y análisis de las proyecciones de erosión permiten conocer los efectos de los cambios de la línea de costa sobre el Dominio Público Marítimo Terrestre en el futuro y sentar las bases de estudios posteriores de riesgos y adaptación en la costa.

La

Tabla 14 muestra un resumen de los diferentes resultados que pueden derivarse de la aplicación de la metodología propuesta y la descripción de su proceso de obtención.

Tabla 14. Resumen de los resultados potenciales de la aplicación de la metodología.

RESULTADO	PROCESO DE OBTENCIÓN
CAMBIOS ESTRUCTURALES EN LA LÍNEA DE COSTA EN UN AÑO HORIZONTE CON RESPECTO A UN AÑO BASE PARA LA MEDIA DEL CONJUNTO DE GCMS	Se obtienen restando a la posición media de la línea de costa en los dos últimos años (objetivo) la posición media de la línea de costa de los dos primeros años (base).
RETROCESOS EXTREMOS PARA CADA COMBINACIÓN DE RCP, TRAYECTORIA DE SNMM Y PERIODO DE TIEMPO, PARA LA MEDIA DEL CONJUNTO DEL GCMS	Se obtienen mediante un ajuste de los máximos retrocesos de la línea de costa anuales a una función generalizada de extremos.

3.3.2.1 Mapas de erosión

Para ilustrar la metodología aplicada, se muestran los resultados obtenidos para las islas principales del archipiélago.

Cabe destacar que los resultados de erosión obtenidos son totales y no se ha tenido en cuenta el límite erosionable en cada playa. Estos resultados podrían verse reducidos en aquellas playas que se erosionen al 100%.

3.3.2.1.1 Mapas de cambio estructural

En el presente trabajo, se han obtenido los cambios estructurales (permanentes) en los años objetivo 2045 y 2100 con respecto a la línea de costa de 2020 (referencia). Para ello, se han separado las componentes a largo plazo (procesos longitudinales y retroceso por SNMM) de la componente a corto plazo (procesos transversales recuperables). Tal y como se describe en la Tabla 14, para analizar los cambios estructurales futuros, se ha restado a la posición media de los años 2044-2045 y 2099-2100, la posición media de los años 2019-2020.

En la Figura 33. Cambio estructural en el clima presente (hindcast) y en los años 2045 y 2100 para el RCP4.5 y RCP8.5 y para los percentiles del 5, 50 y 95 de SNMM en la playa de Maspalomas de Gran Canaria se muestran los cambios estructurales para los percentiles del 5%, 50% y 95% de SNMM en 2045 y 2100 para el RCP4.5 y el RCP8.5, el cambio estructural en la playa de Maspalomas en Gran Canaria.

Del análisis se puede concluir que las playas abiertas, de sedimento más fino, sufrirán retrocesos permanentes superiores a las playas con mayor tamaño de sedimento, llegando a alcanzar valores en el entorno de los 100 metros de retroceso en el año 2100 en algunas de ellas. Adicionalmente, en aquellas que se produce transporte longitudinal, en Sotavento (Fuerteventura) y Maspalomas (Gran Canaria), el retroceso estructural puede llegar a alcanzar los 300-400 m. En todos los casos, el mayor retroceso estructural se produce en el RCP8.5 a largo plazo, debido al efecto de la SNMM.

3.3.2.1.2 Mapas de eventos de retroceso extremos

Los cambios estructurales se corresponden con variaciones a largo plazo de la línea de costa. Sin embargo, en escalas de tiempo del orden de eventos de tormenta o interanuales la línea de costa sufre variaciones de corto plazo, generalmente recuperables. Esas oscilaciones de erosión-acreción estacionales, de periodo inferior al año, sumadas a la línea de costa de largo plazo dan lugar a la línea de costa observable, es decir, con todas sus componentes.

La caracterización de los cambios estacionales de la línea de costa se ha realizado a partir de la componente a corto plazo debida a procesos transversales, que se ha aislado de la componente a largo plazo por procesos longitudinales y retroceso por SNMM. A partir de esas series de erosión acreción, de media nula por su carácter cíclico, y obtenidas en los periodos 2026-2045 y 2081-2100, se han calculado los retrocesos de periodo de retorno de 5, 25 y 50 años para los percentiles del 5, 50 y 95% de SNMM y los RCPs 4.5 y 8.5. Es importante destacar que los retrocesos estacionales se producen sobre la posición de largo plazo de la línea de costa. Por ello, para calcular la magnitud del retroceso extremo de un periodo de retorno en un año horizonte, es necesario sumar las contribuciones del cambio estructural en ese año y del retroceso extremo en el periodo contenido en el año horizonte.

En la

Figura 34. Retrocesos extremos de periodo de retorno de 5, 25 y 50 años para el percentil del 5% de SNMM en el clima presente (hindcast) y en los años 2045 y 2100 para el RCP4.5 y RCP8.5 en Gran Canaria

Figura 35. Retrocesos extremos de periodo de retorno de 5, 25 y 50 años para el percentil del 50% de SNMM en el clima presente (hindcast) y en los años 2045 y 2100 para el RCP4.5 y RCP8.5 en Lanzarote y Figura

36. Retrocesos extremos de periodo de retorno de 5, 25 y 50 años para el percentil del 95% de SNMM en el clima presente (hindcast) y en los años 2045 y 2100 para el RCP4.5 y RCP8.5 en la playa de sotavento de Fuerteventura se muestran los retrocesos extremos de periodo de retorno de 5, 25 y 50 años (RE5, RE25 y RE50) del conjunto de modelos climáticos para diferentes periodos de tiempo, RCPs y percentiles de SNMM. La primera figura presenta los retrocesos extremos en Gran Canaria para el percentil del 5%, la segunda en Lanzarote para el percentil del 50% y la tercera en Sotavento (Fuerteventura) para el percentil del 95%.

Se observa que siempre se obtienen mayores retrocesos para el RCP8.5 en 2100, seguido del RCP4.5 en 2100. En 2045 ambos RCP presentan resultados similares. Los retrocesos de periodo de retorno de 50 años pueden alcanzar valores de hasta 100-200 m a fin de siglo. Estos retrocesos se acentúan en las playas de sedimento más fino con un perfil activo más tendido. Además, en las playas con gradientes de transporte longitudinal, como Sotavento, el retroceso para el RCP8.5 en 2100 puede alcanzar los 300-400 m.

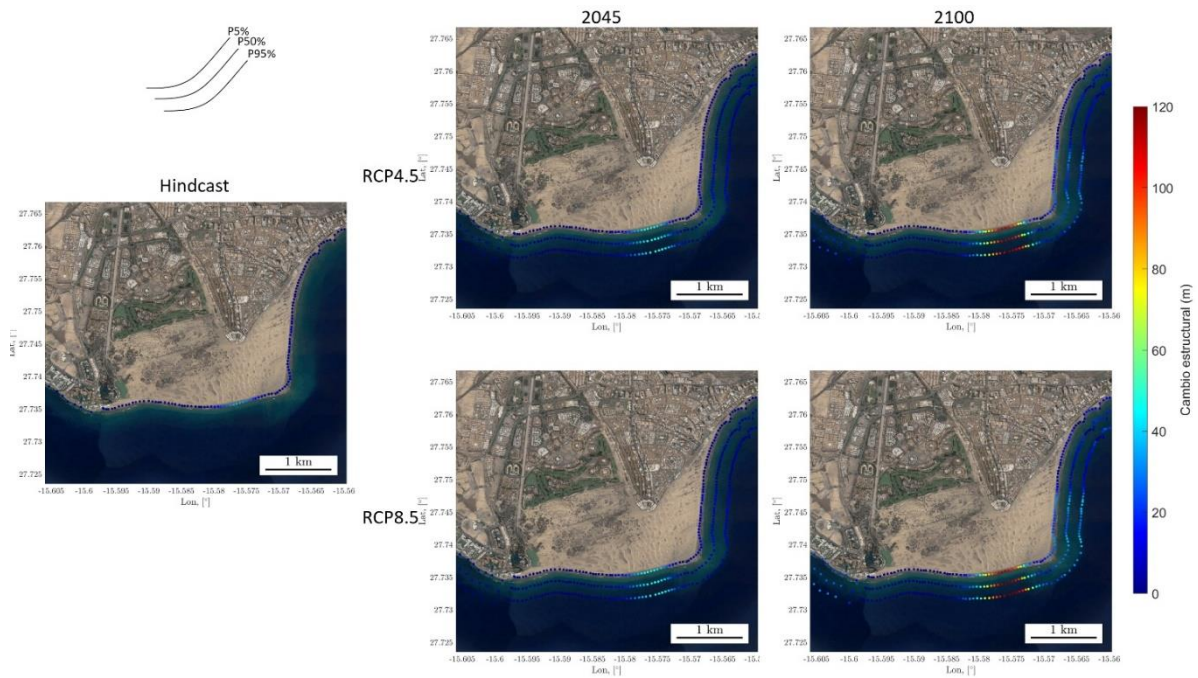


Figura 33. Cambio estructural en el clima presente (hindcast) y en los años 2045 y 2100 para el RCP4.5 y RCP8.5 y para los percentiles del 5, 50 y 95 de SNMM en la playa de Maspalomas de Gran Canaria.

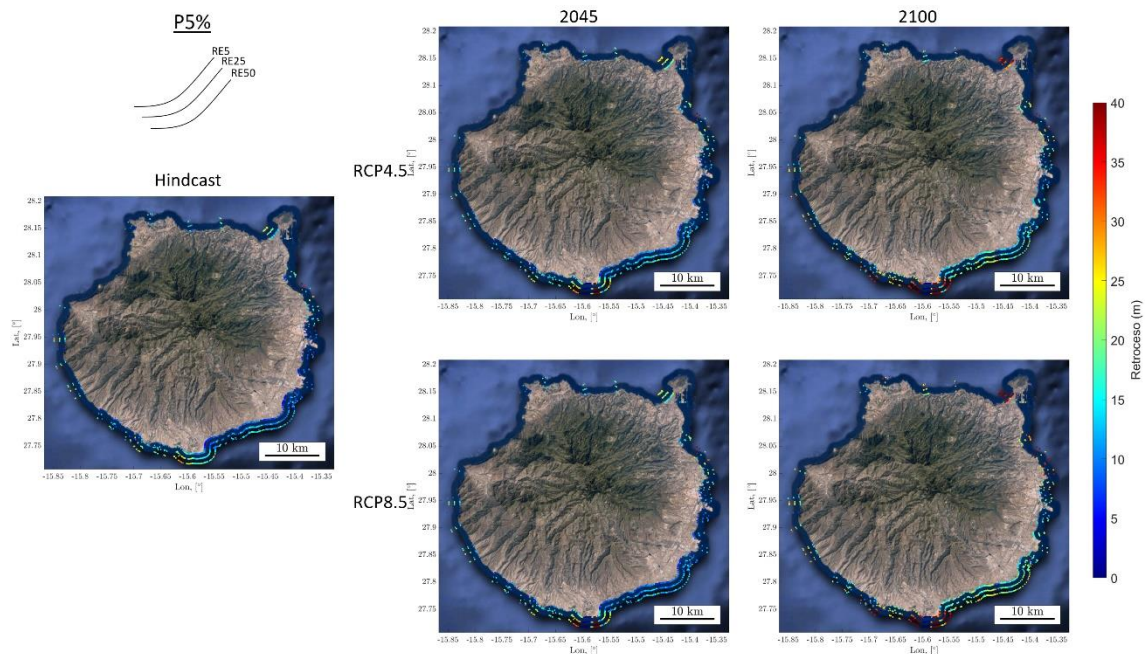


Figura 34. Retrocesos extremos de periodo de retorno de 5, 25 y 50 años para el percentil del 5% de SNMM en el clima presente (hindcast) y en los años 2045 y 2100 para el RCP4.5 y RCP8.5 en Gran Canaria

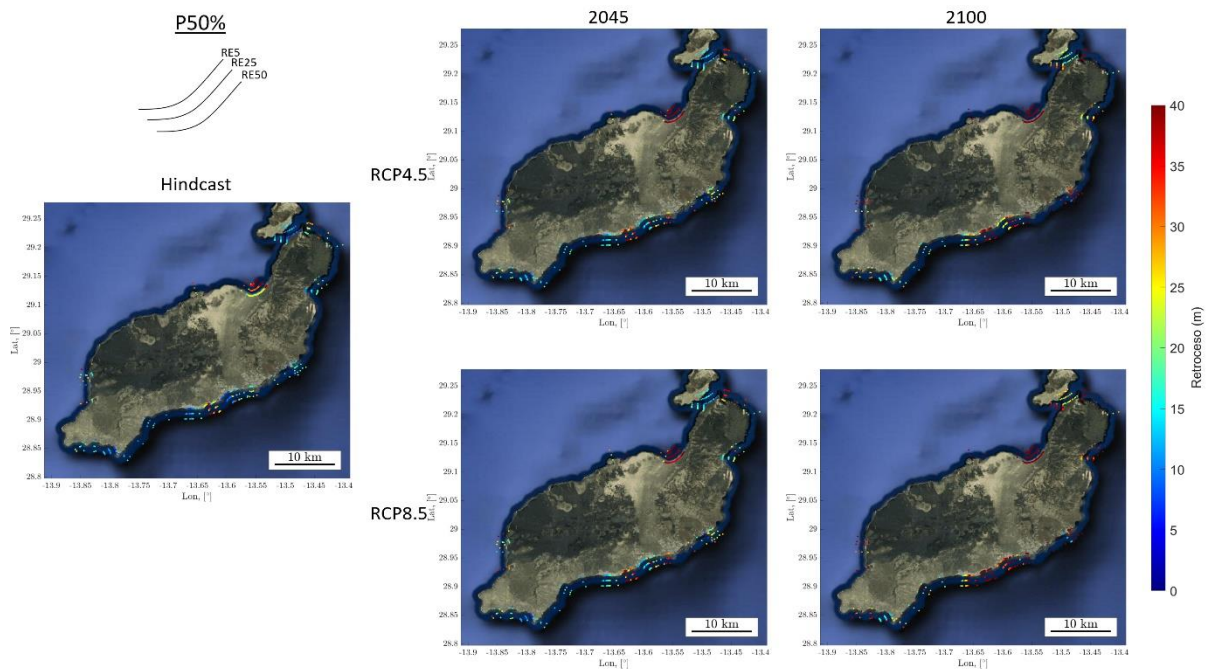


Figura 35. Retrocesos extremos de periodo de retorno de 5, 25 y 50 años para el percentil del 50% de SNMM en el clima presente (hindcast) y en los años 2045 y 2100 para el RCP4.5 y RCP8.5 en Lanzarote

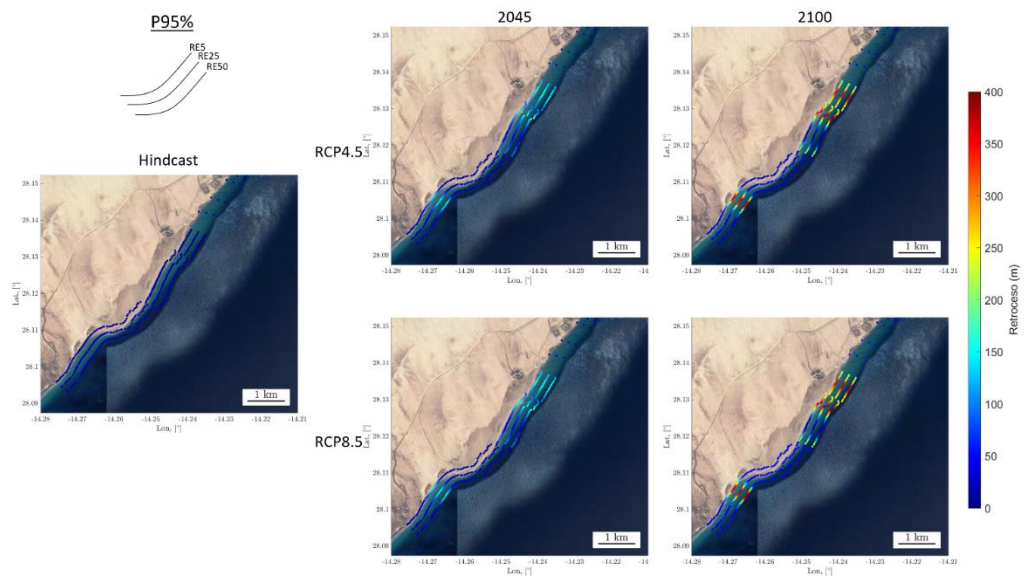


Figura 36. Retrocesos extremos de periodo de retorno de 5, 25 y 50 años para el percentil del 95% de SNMM en el clima presente (hindcast) y en los años 2045 y 2100 para el RCP4.5 y RCP8.5 en la playa de sotavento de Fuerteventura

3.4 AUMENTO DE LA TEMPERATURA MEDIA DEL MAR

El calentamiento global que está experimentando la atmósfera como consecuencia del incremento en la concentración de gases de efecto invernadero se traduce en el calentamiento del océano, otro de los elementos que constituyen el sistema climático global, con el que se encuentra en equilibrio térmico. El aumento de la temperatura superficial del agua del mar (SST por sus siglas en inglés) en las costas españolas se estima que sea superior a 2°C para finales de siglo en el actual escenario de emisión de gases invernadero. La temperatura es un factor relevante en los procesos bioquímicos de los organismos, que determina respuestas fisiológicas diferentes, entre las que se incluyen las ratios de crecimiento o los esfuerzos reproductivos (García et al., 2013; Doney et al., 2012). De hecho, se considera que es uno de los principales factores que controlan el crecimiento de los productores primarios como las fanerógamas marinas (Lee et al., 2007) o las macroalgas (Lüning, 1990) y de algunos consumidores (Salman et al., 2001; Panigada et al., 2008). Dado que es un factor que puede afectar especialmente a los ecosistemas costeros, se requieren proyecciones a mayor resolución temporal y espacial.

En la zona de Canarias se ha visto, a partir de datos de temperatura superficial del mar tomados entre 1982 y 2020, que el incremento es del orden de 1.5 °C/siglo, ligeramente más acentuado en las caras sur de las islas y ligeramente más suave en las caras norte. Las proyecciones en Canarias para mediados y finales de siglo, han sido realizadas por el IHC (2019), siguiendo una metodología común para toda la cosa española.

3.4.1 METODOLOGÍA

3.4.1.1 Series históricas

Los valores históricos de SST han sido tomados de los datos distribuidos por grupo internacional de científicos GHRSSST (Group for High Resolution Sea Surface Temperature):

- Para la definición de SST en alta resolución, una base datos generada a partir de la combinación de satélites (infrarrojo, microondas y AVHRR Pathfinder) y datos de observaciones in situ (barcos en ruta y boyas y datos in situ de ICOADS). Este producto, derivado del proyecto MyOcean2 del UK Met Office, proporciona una estimación de la variabilidad diaria de la SST a nivel global con una resolución horizontal de 0.05° (en torno a 6 km) en el periodo 1985-2017.

- Para la definición de SST en una resolución más grosera –necesarios para generar las proyecciones en base a los modelos climáticos-, una base de datos a partir del reanálisis de SST a escala global a una resolución de 0.25º y periodicidad mensual para el mismo periodo de tiempo (1985-2017). Estos datos han sido generados a partir de la combinación de datos satelitales y observaciones. Estos datos se transforman a una resolución de 1.0ºx1.0º para ser introducidos en el modelo estadístico a la misma resolución a la que están disponibles los modelos climáticos.

La validación y calibración del modelo se ha llevado a cabo con la propia serie histórica de GHRSSST, utilizando parte de la serie temporal para la calibración y, la otra parte, para la validación.

3.4.1.2 Modelos climáticos globales (GCMs)

Para realizar las proyecciones se han utilizado como forzamientos los datos de 22 GCMs publicados en la última fase del proyecto de Inter-comparación de Modelos Acoplados (CMIP5) (<https://esgf-node.llnl.gov/search/cmip5/>). Los GCMs simulan los intercambios de energía y masa entre los diferentes subsistemas climáticos (atmósfera, litosfera, hidrosfera, criosfera y biosfera) a escala global. Utilizan una malla tridimensional global con una resolución horizontal de cientos de kilómetros.

El criterio que se ha seguido para seleccionar los modelos climáticos ha sido: (1) la disponibilidad de la variable; (2) la cobertura del periodo histórico (1985-2005), del corto plazo (2026-2045) y del largo plazo (2081-2100); (3) la disponibilidad de los dos escenarios de cambio climático de interés (es decir, rcp4.5 y rcp8.5); (4) por último, el “ensemble” de todas las variables de un mismo modelo ha de ser el mismo.

Tabla 15. Modelos climáticos globales (GCMs) pertenecientes al CMIP5 utilizados en la proyección de temperaturas.

MODELO	INSTITUCIÓN	PAIS	RESOLUCIÓN
BCC	Beijing Climate Center	China	1,0º x 1,0º
BCC_M	Beijing Climate Center	China	1,0º x 1,0º
CCSM	National Center for Atmospheric Research	EEUU	0,42ºx1,1º
CES_BGC	Centre National de Recherches Météorologiques	Francia	0,42ºx1,1º
CMCES_CAM	Community Earth System Model Contributors	EEUU	0,42ºx1,1º
CM3	NOAA Geophysical Fluid Dynamics Laboratory	EEUU	1,0ºx1,0º
CM5B	Institut Pierre-Simon Laplace	Francia	1,52ºx1,43º
CM5_LR	Institut Pierre-Simon Laplace	Francia	1,52ºx1,43º
CM5_MR	Institut Pierre-Simon Laplace	Francia	1,52ºx1,43º
CMC_CM	Centro Euro-Mediterraneo per I Cambiamenti Climatici	Italia	1,52ºx1,43º

MODELO	INSTITUCIÓN	PAIS	RESOLUCIÓN
CMC_CM5	Centro Euro-Mediterraneo per I Cambiamenti Climatici	Italia	1,52ºx1,43º
CNR_CM5	Centre National de Recherches Météorologiques	Francia	0,75ºx1,0º
ESM2G	NOAA Geophysical Fluid Dynamics Laboratory	EEUU	1,0º x 1,0º
ESM2M	NOAA Geophysical Fluid Dynamics Laboratory	EEUU	1,0º x 1,0º
GEM_CC	Met Office Hadley Centre	Reino Unido	1,0º x 1,0º
GEM_ES	Met Office Hadley Centre	Reino Unido	1,0º x 1,0º
MIR_5	MIROC	Japón	0,9ºx1,19º
MIR_CHE	MIROC	Japón	0,93ºx1,4º
MIR_ESM	MIROC	Japón	0,93ºx1,4º
MPI_LR	Max-Planck-Institut für Meteorologie	Alemania	0,77ºx0,83º
MPI_MR	Max-Planck-Institut für Meteorologie	Alemania	0,48ºx0,56º
MRI_CGC	Meteorological Research Institute	Japón	0,5ºx1,0º

3.4.1.3 Regionalización (downscaling)

Se ha partido de la información procedente de los 22 GCMs seleccionados, con una resolución temporal mensual y resoluciones espaciales que varían desde 0,5º a 1.5º, y de la base de datos histórica de mayor resolución (0.05º) y cobertura temporal.

Con ello se ha aplicado una metodología de downscaling estadístico para realizar las proyecciones en alta resolución, basada en un análisis de correlación canónica. Se establece una relación entre la SST a alta resolución a lo largo de un tramo de costa y la SST en un dominio regional a una resolución de 1,0º; los parámetros del modelo estadístico se ajustan utilizando los datos históricos del predictor (SST a 1,0º) y del predictando (0,05º~6,0 km) y se aplica las proyecciones futuras de SST de los GCMs para obtener las proyecciones de SST de alta resolución a lo largo de la costa. La correlación canónica se ha aplicado para relacionar los campos de SST a escala mensual a una resolución espacial de 0.05º en la zona costera (predictando del modelo de downscaling estadístico) con los campos de SST mensuales a una resolución espacial de 1,0º en un área más extensa que pueda recoger la variabilidad de esta variable en los GCMs (predictor del modelo de downscaling estadístico).

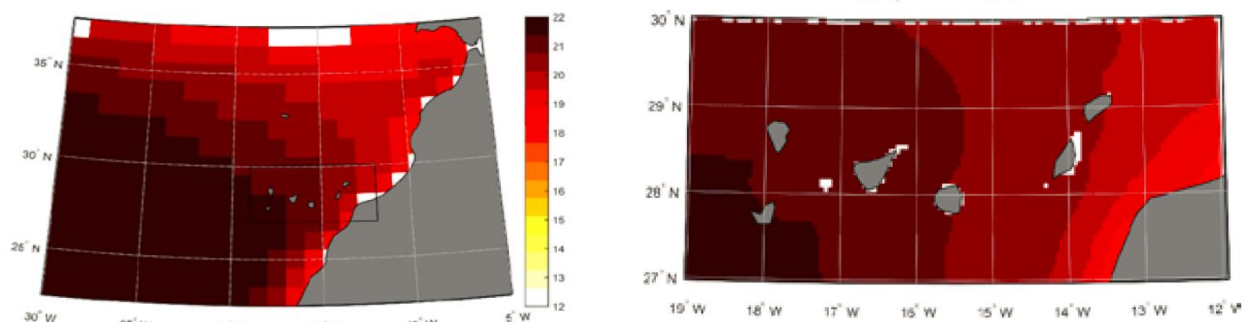


Figura 37. Dominios espaciales del predictor (SST 1.0°x1.0°) y del predictando (SST 0.05°x0.05) en Canarias. Fuente: IHC (2019).

Para más detalles sobre el método de estimación por correlación canónica y los métodos de corrección, calibración y validación de las proyecciones, consultar el documento 'Elaboración de la metodología y bases de datos para la proyección de impactos de cambio climático a lo largo de la costa española. Tarea 2: Proyecciones de alta resolución de variables marinas en la costa española' (IHC, 2019).

3.4.2 RESULTADOS

Se han obtenido las medias mensuales de SST en el periodo histórico (1985-2005) y a lo largo de todo el siglo XXI (2016-2100), para los escenarios RCP4.5 y RCP8, en cada uno de los nodos, a una resolución espacial de 0.05°x0.05° para cada uno de los GCMs proyectados. También el valor medio del ensamble y la cuantificación de la incertidumbre mediante la desviación típica y el intervalo de confianza del 90% de los cambios de SST.

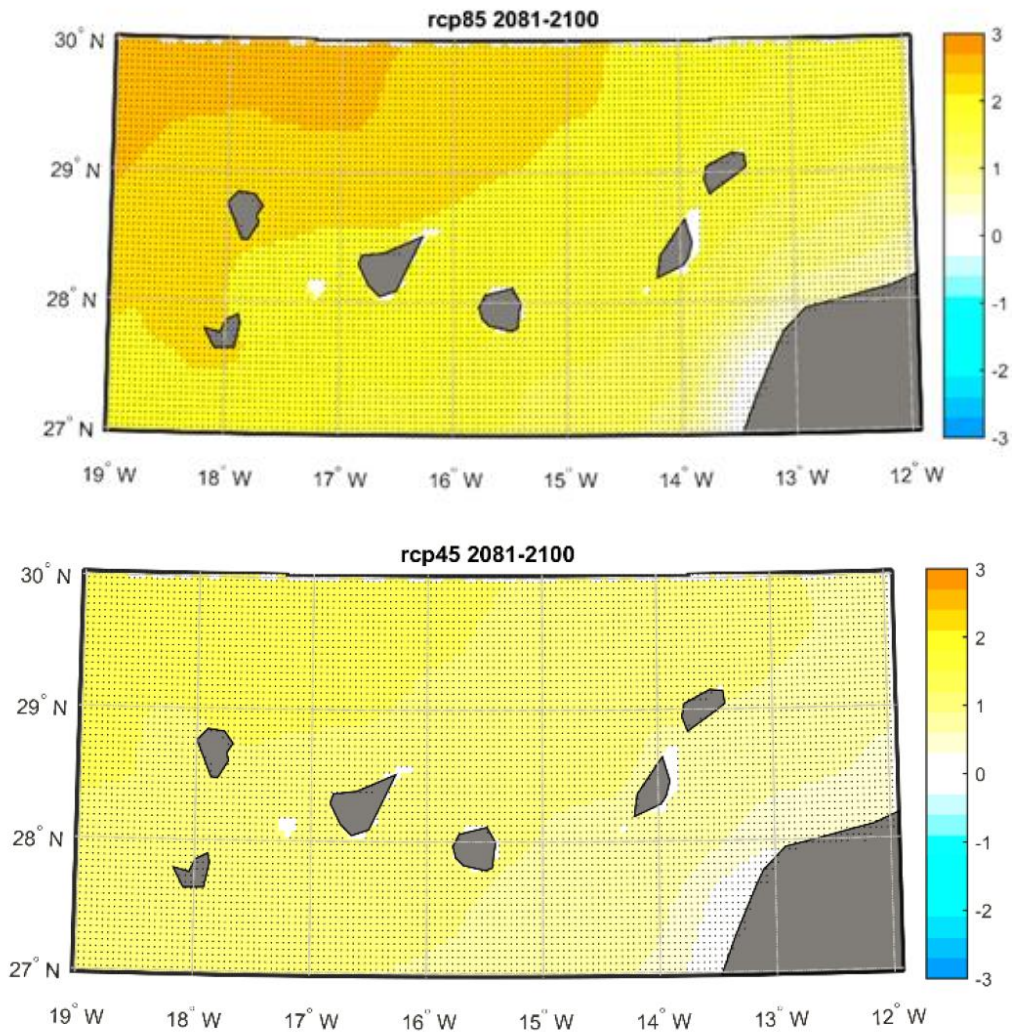


Figura 38. Proyecciones multi-modelo de SST en las islas Canarias a partir del conjunto de los 22 GCMs para el periodo futuro 2081-2100 relativo al periodo histórico, para el escenario RCP4.5 y RCP8.5. Los nodos marcados con un punto informan que los cambios son robustos (más del 80% de los GCMs coinciden en el signo del cambio). Fuente: IHC (2019).

4 EXPOSICION Y VULNERABILIDAD DEL SISTEMA SOCIOECONÓMICO Y NATURAL

4.1 FUENTES Y PROCESOS GENERALES DE LA BASE CARTOGRÁFICA

El análisis de exposición en el estudio de riesgos ha comprendido los trabajos orientados a construir una base de datos cartográfica completa acerca de localización y valoración de los elementos socioeconómicos y naturales de interés que pudieran estar amenazados por los procesos costeros que se evalúan en este informe.

La base cartográfica de exposición del PIMA Adapta Costas de la CCAA de Canarias se compone de 5 temas principales: (1) Población, (2) Infraestructuras y equipamientos, (3) Sectores productivos, (4) Patrimonio, y (5) Hábitats y ecosistemas. De los 5 temas principales derivan a su vez aproximadamente 30 subtemáticas, de las cuales se abordan, dependiendo de cada una, hasta tres tipos de dimensiones de valoración:

- Areal/volumétrica, donde la exposición constituye una planimetría (mapa 2D) o volumetría (mapa 3D) sobre la que se superponen los mapas de inundación para calcular impactos, derivándose de ello unidades de superficie, volúmenes o número de elementos constructivos afectados;
- Poblacional, donde la exposición constituye un conjunto poblacional de individuos (N personas); y/o
- Monetaria, donde lo expuesto se considera en términos de su valor económico en unidades monetarias (€).

Tabla 16. Estructura de la base cartográfica de exposición PIMA Adapta Costas de la CCAA de Canarias. Temas, subtemas y dimensiones de valoración.

TEMA	SUBTEMA	MAGNITUD DE VALORACIÓN
POBLACIÓN	Residente	Personas (N)
	Turística	Personas (N)
	Circulante	Personas (N)
INFRAESTRUCTURAS Y EQUIPAMIENTOS	Residencial	Areal (Ha) / volumétrica (m3)
		Monetaria (€)
	Sanitario y asistencial	Areal (Ha) / Volumétrica (m3)
		Monetaria (€)
	Educativo y sociocultural	Areal (Ha) / volumétrica (m3)
		Monetaria (€)
	Deportivo	Areal (Ha) / volumétrica (m3)
		Monetaria (€)
	Científico-tecnológico	Areal (Ha) / volumétrica (m3)
		Monetaria (€)
	Emergencias y seguridad	Areal (Ha) / volumétrica (m3)

TEMA	SUBTEMA	MAGNITUD DE VALORACIÓN
		Monetaria (€)
	Institucional-administrativo	Areal (Ha) / volumétrica (m3)
		Monetaria (€)
	Histórico-artístico y religioso	Areal (Ha) / volumétrica (m3)
		Monetaria (€)
	Espacios públicos abiertos	Areal (Ha) / volumétrica (m3)
		Monetaria (€)
	Suministro eléctrico	Areal (Ha) / volumétrica (m3)
		Monetaria (€)
	Abastecimientos y tratamiento de aguas	Areal (Ha) / volumétrica (m3)
		Monetaria (€)
	Transporte terrestre	Areal (Ha) / volumétrica (m3)
		Monetaria (€)
	Transporte marítimo	Areal (Ha) / volumétrica (m3)
Monetaria (€)		
Transporte aéreo	Areal (Ha) / volumétrica (m3)	
	Monetaria (€)	
Instalaciones peligrosas	Areal (Ha) / volumétrica (m3)	
	Monetaria (€)	
SECTORES PRODUCTIVOS	Sector primario (agrario)	Areal (Ha) / volumétrica (m3)
		Monetaria (€)
	Sector secundario (industrial)	Areal (Ha) / volumétrica (m3)
		Monetaria (€)
	Sector terciario (servicios)	Areal (Ha) / volumétrica (m3)
		Monetaria (€)
PATRIMONIO	Cultural (BIC)	Areal (Ha) / volumétrica (m3)
	Natural (ENP)	Areal (Ha)
HABITATS Y ECOSISTEMAS	Terrestres	Areal (Ha)
	Marinos	Areal (Ha)

En este proyecto hemos recurrido a todos los datos y materiales a nuestra disposición, o accesibles por diferentes medios, para construir la base de datos de exposición. Una característica importante que se ha buscado a la hora de construir estos modelos de exposición es la consistencia escalar respecto a los modelos con que deben ser comparados (peligrosidad por inundación y erosión costera). Puesto que, para determinar los niveles de riesgo, la resolución planimétrica de la cartografía de elementos expuestos (población, infraestructuras, etc.) debe ser equivalente a la resolución de los modelos de peligrosidad con los que se cruzan, se ha intentado que los modelos de peligrosidad y exposición posean escalas semejantes para

garantizar la comparabilidad de los datos. Así, en la mayoría de los casos se han podido obtener mapas raster o vectoriales de exposición en alta resolución, comparables con los modelos de peligrosidad, de resolución horizontal igual a 3 m/celda. En aquellos temas donde no ha sido posible dicha armonización, se resalta este hecho y se llama la atención sobre las limitaciones de escala.

Otra cuestión indispensable para hacer comparables los mapas de peligrosidad y exposición ha sido la utilización exclusiva, conforme a las características de los modelos de inundación, de entidades superficiales, ya sean vectoriales (polígonos) o ráster, prescindiendo así de entidades de carácter puntual o lineal en todas las capas.

La información y cartografía de usos del suelo se ha obtenido de las fuentes son mayor resolución. Se ha prescindido de bases de datos como CORINE Land Cover (Agencia Europea del Medioambiente) o el Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España (SIOSE). De CORINE, ya que tiene una escala muy alejada de los objetivos de este estudio (1:100.000), y de SIOSE, aunque tenga una escala mayor (1:25.000), por falta de actualización (última versión 2014) y por una baja adecuación de su estructura de datos a los objetivos del proyecto. Los polígonos que componen los mapas SIOSE contienen un excesivo nivel de agregación temática, constituyendo además agregados de usos cuya distribución no se conoce con suficiente precisión dentro de los recintos poligonales.

En vista de estas limitaciones, hemos considerado que lo más adecuado es la explotación de los datos catastrales como fuente principal de los usos del suelo en el territorio, ya que proporciona la información de mayor detalle escalar (construcciones, inmuebles y parcelas) y temático (194 códigos de tipologías constructivas). A su vez, esta cartografía catastral ha sido complementada, con carácter general, con bases cartográficas oficiales, principalmente con el Mapa Topográfico Integrado de Canarias (GRAFCAN, Gobierno de Canarias), cuya resolución oscila entre 1:1.000, en entornos urbanos, y 1:5.000, fuera de ellos; y secundariamente con la Base Cartográfica Nacional de escala 1:25.000 (IGN, Gobierno de España). El uso de esta última se consideró adecuado en temas específicos donde se pudo constatar un alto nivel de exactitud temática y planimétrica en los territorios insulares de Canarias. Además, con carácter especial, algunos temas de la base cartográfica de exposición han sido construidos con fuentes específicas; cuestiones que se detallan en apartados sucesivos.

En la tabla siguiente se nombran las fuentes por orden de relevancia en la construcción de la base cartográfica:

Tabla 17. Fuentes cartográficas principales en la construcción de la base cartográfica de exposición PIMA Adapta Costas de Canarias.

FUENTE	PROPIEDAD/ORIGEN	INFORMACIÓN	AÑO
CARTOGRAFÍA CATASTRAL	Dirección General del Catastro	Usos del suelo y características edificatorias de las parcelas catastrales	2020
BASE TOPOGRÁFICA DE CANARIAS	Cartográfica de Canarias (GRAFCAN)	Usos del suelo, elementos constructivos y coberturas primarias a escala 1:1.000/5.000	2018
BASE CARTOGRAFICA NACIONAL	Instituto Geográfico Nacional (IGN)	Usos del suelo a escala 1:25.000	2020
ALTIMETRÍA LIDAR (CANOPY)	Cartográfica de Canarias (GRAFCAN)	Altura de las construcciones sobre el suelo	2018
MALLA DE POBLACIÓN	Instituto Canario de Estadística (ISTAC)	Población residente en cuadrículas de 6,25 Ha	2018
MAPA DE PLAYAS	Cartográfica de Canarias (GRAFCAN)	Playas y zonas de baño de Canarias	2018
MAPA DE INSTALACIONES QUÍMICAS Y RADIOLÓGICAS	Cartográfica de Canarias (GRAFCAN)	Instalaciones con peligro químico y radiológico	2018
MAPA DE CULTIVOS DE CANARIAS	Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación Gobierno de Canarias	Cultivos y agrupaciones de cultivos a escala 1:2.000	2014-2019
CENSOS DE PARQUES EÓLICOS Y FOTOVOLTAICOS	Dirección General de Industria y Energía del Gobierno de Canarias	Localización de los parques eólicos y fotovoltaicos	2014-2021
REGISTRO GANADERO	Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas del Gobierno de Canarias	Localizaciones puntuales de las explotaciones ganaderas en Canarias	2021
COFRADÍAS DE PESCA	Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas, Gobierno de Canarias	Localizaciones puntuales de las cofradías de pescadores de Canarias	2018
ECOCARTOGRAFIA DE CANARIAS	Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar (MITERD)/ULPGC	Comunidades marinas de las aguas costeras de Canarias	
ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS	Consejería de Medioambiente y Ordenación Territorial, Gobierno de Canarias	Espacios naturales protegidos de la Red Canaria y Red Natura 2000	
MAPA DE VEGETACIÓN	Cartográfica de Canarias (GRAFCAN) /ULL	Comunidades vegetales terrestres del territorio canario	2017

FUENTE	PROPIEDAD/ORIGEN	INFORMACIÓN	AÑO
ESPECIES PROTEGIDAS	Cartográfica de Canarias (GRAFCAN)	Distribución de las Especies Protegidas en cuadrículas de 500x500 a partir del Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias.	2021
CALLEJERO DE CANARIAS	Cartográfica de Canarias (GRAFCAN)	Mapa de puntos de interés extraídos del MTI 1:5.000, revisión de campo y edición sobre ortofotos	2008

La información del Catastro ha sido explotada a nivel de parcela, empleando para ello el conjunto de datos ‘tipologías constructivas’, que está dado al nivel de las unidades constructivas de los inmuebles. Se ha escogido este conjunto frente al de ‘destinos de la construcción’, también dado a nivel de unidades constructivas, o al de ‘usos de los inmuebles’, a nivel de inmueble, por las razones siguientes:

- Contiene un mayor número de clases que el conjunto ‘usos inmuebles’ (78 frente a 17).
- Mantiene un nivel de exactitud de entre un 5%-30% mayor respecto al Mapa Callejero de Canarias (GRAFCAN), que los otros dos conjuntos de datos catastrales.
- Corresponde con las Normas Técnicas de Valoración de la norma 20 del Real Decreto 1020/1993 de 25 de junio, por el que se aprueban las normas técnicas de valoración y el cuadro marco de valores del suelo y de las construcciones para determinar el valor catastral de los bienes inmuebles de naturaleza urbana. Este último aspecto es importante, por cuanto ha servido directamente para los posteriores cálculos de stock de capital que se explican en la sección 4.3.1. Distribución espacial y valor de las infraestructuras.

La elaboración de los mapas de exposición en alta resolución ha exigido el diseño y aplicación de procesos de desagregación espacial o re-escalado (*downscaling*). Este proceso consiste en convertir un conjunto de datos de una resolución espacial determinada en otro conjunto de una resolución espacial mayor, mediante operaciones con variables indirectas que influyen teóricamente en su distribución. Con carácter general, se han tenido que desarrollar, en paralelo, dos procesos de *downscaling*.

4.1.1 *Downscaling* de usos y actividades.

Este primer proceso de re-escalado ha consistido en obtener planimetrías de alta resolución sobre usos y actividades. Como ya se ha mencionado, las fuentes utilizadas fundamentalmente han sido la información

catastral por parcelas y las planimetrías del Mapa Topográfico Integrado de Canarias (MTI), a escala 1:5.000/1:1.000.

El re-escalado de usos ha incluido las siguientes fases u operaciones:

- a) **Explotación de la base catastral.** Los 841 códigos catastrales han sido agrupados en 20 clases, adaptándolos a las tipologías de elementos expuestos de la base cartográfica. Posteriormente han sido calculadas, para todas las parcelas catastrales del territorio, las superficies dedicadas a cada tipo de uso o actividad y con ello se ha llegado a una cartografía de parcelas catastrales con información relativa a los diferentes usos dentro de ellas.
- b) **Complementación con otras bases cartográficas oficiales.** Para abarcar la diversidad tipológica de la base cartográfica de exposición, se ha introducido información complementaria sobre usos, procedente principalmente de bases cartográficas oficiales: Mapa Topográfico Integrado de Canarias (GRAFCAN) y Base Cartográfica Nacional (IGN). Además, se han introducido otras fuentes cartográficas alternativas del Gobierno de Canarias en temas específicos como el sector agrícola (Mapa de Cultivos), ganadería (Censo Ganadero), pesca (mapa de cofradías pesqueras), energía eólica y fotovoltaica (Censos de Parques) o ecosistemas (Mapa de Especies Protegidas). La introducción de información del MTI y la BCN ha precisado de un trabajo previo de clasificación y adaptación de la información de estas fuentes a la estructura de la base de datos del proyecto PIMA Adapta Costas.
- c) **Re-escalado y homogenización planimétrica.** Todas las capas, exceptuando las provenientes de las fuentes alternativas antes descritas, se han pasado finalmente por el filtro de la planimetría del MTI de Canarias para reducir y homogeneizar la escala cartográfica a una escala 1: 1.000/1.500. Este proceso se ha logrado mediante operaciones de intersección espacial en SIG, permitiendo convertir la extensión parcela a los elementos constructivos de la misma.

Al término de estas operaciones se han obtenido planimetrías de usos y actividades a una escala mayoritariamente 1:1.000/1.5000, advirtiéndose, no obstante, una vez más, que los mapas no poseen originalmente dicha escala, sino que esta ha sido forzada a partir de los procesos de reducción de escala antes descritos. Las capas obtenidas son las siguientes:

1. USOS Y ACTIVIDADES

11. Alojativas

111. Edificios residenciales = escala 1:1.000/1:5.000

112. Alojamientos turístico = 1:1.000/1:5.000

12. Infraestructuras y equipamientos

121. Residencial = 1:1.000/1:5.000

122. Educativo y sociocultural = 1:1.000/1:5.000

123. Sanitario y asistencial = 1:1.000/1:5.000

124. Deportivo = 1:1.000/1:5.000

125. Científico y tecnológico = 1:1.000/1:5.000

126. Emergencias y seguridad = 1:1.000/1:5.000

127. Histórico-artístico y religioso = 1:1.000/1:5.000

128. Institucional y administrativo = 1:1.000/1:5.000

129. Espacios públicos abiertos = 1:1.000/1:5.000

130. Abastecimiento y tratamiento de aguas = 1:1.000/1:5.000

131. Suministro energético = 1:1.000/1:5.000

132. Telecomunicaciones = 1:1.000/1:5.000

133. Transporte terrestre = 1:1.000/1:5.000

134. Transporte marítimo y defensas costeras = 1:1.000/1:5.000

135. Transporte aéreo = 1:1.000/1:5.000

137. Instalaciones peligrosas = 1:1.000/1:5.000

13. Sectores económicos

131. Primario

1311. Actividad agrícola = 1:2.000

1312. Actividad ganadera = variable

1313. Actividad pesquera = 1:1.000/1:5.000

1314. Actividad extractiva = 1:5.000/1:25.000

132. Secundario

1321. Fabricación y almacenamiento = 1:1.000/1:5.000

1322. Producción de energía = 1:1.000/1:5.000

133. Terciario

1331. Sector servicios = 1:1.000/1:5.000

13311. Hostelería = 1:1.000/1:5.000

133111. Turismo = 1:1.000/1:5.000

14. Patrimonio

141. Cultural (BICs)

142. Natural (ENPs)

15. Habitats y ecosistemas

151. Terrestres

1411. Hábitats de interés = 1:20.000

1412. Comunidades vegetales = 1:20.000

1413. Especies amenazadas = 500x500 m

152. Comunidades marinas

Las geometrías resultantes de la intersección geográfica entre las parcelas catastrales y las construcciones del MTI pueden adquirir tres configuraciones:

- Una primera, cuando las parcelas catastrales son más pequeñas que las propias construcciones o edificaciones, como ocurre normalmente en los núcleos urbanos de mayor densidad; y la unidad cartográfica resultante son las parcelas catastrales que compartimentan las edificaciones.
- Una segunda, cuando las parcelas catastrales son más extensas que las construcciones o edificaciones que acogen, como ocurre normalmente en entornos rurales; y la unidad cartográfica resultante son las propias edificaciones o construcciones. En estos casos se evitan grandes errores en la cartografía debidos a la extensión de las parcelas.
- Una tercera, cuando las parcelas catastrales tienen la misma extensión que las edificaciones o construcciones; y la unidad cartográfica coincide con ambas geometrías.

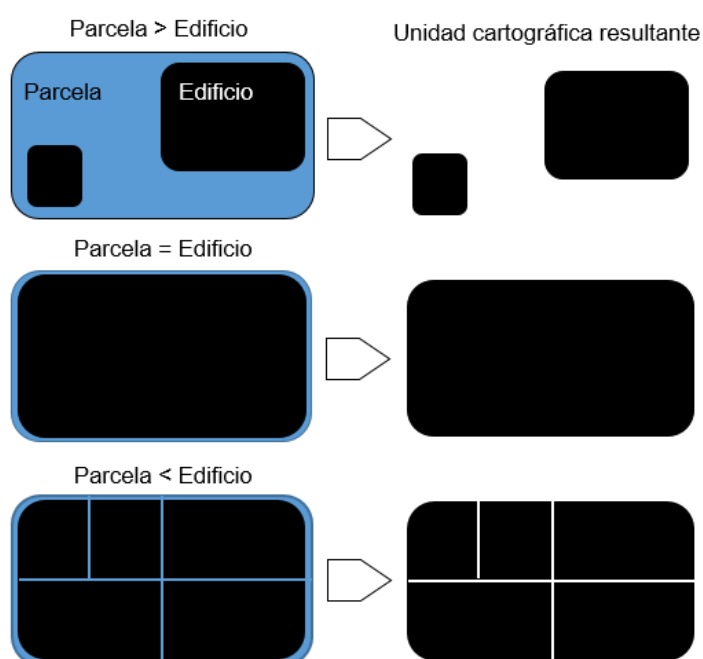


Figura 39. Representación de la unidad espacial planimétrica (edificios y sus divisiones parcelarias, en negro) en diferentes situaciones con respecto a las dimensiones entre parcelas y edificios

Las planimetrías obtenidas de este proceso contienen dos campos de atributos fundamentales para la implementación del resto de procesos de reducción de escala:

- El campo 'grado', que informa acerca de la proporción (0=0%, 1=100%) del uso correspondiente en cada unidad constructiva. Este dato es heredado de la información catastral (en cuyo caso $0 \leq \text{'Grado'} \leq 1$) o de las bases cartográficas (en cuyo caso 'Grado'=1).
- El campo 'cobertura', que informa acerca del tipo de suelo construido de cada unidad, pudiendo tratarse principalmente de 'edificios', 'construcciones' o 'pavimentos'. Este dato es heredado de la geometría del MTI que sirve de base al re-escalado y homogenización planimétrica. Las 'construcciones' incluyen un conjunto muy variado de estructuras (hasta 23 tipos: naves, muros, depósitos, silos, escaleras, piscinas, estanques, presas, transformadores, marquesinas, etc.).

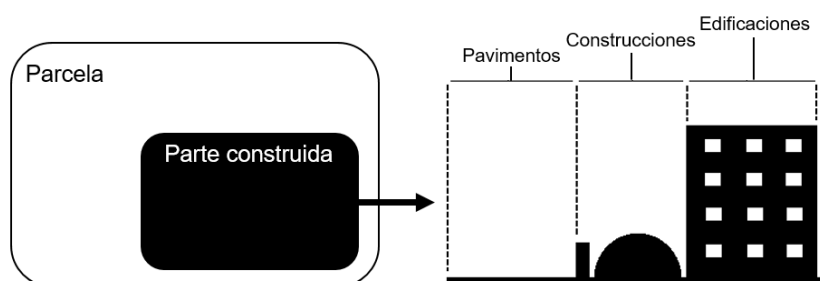


Figura 40. Representación en perfil de las coberturas (edificaciones, construcciones y pavimentos) dentro de la unidad cartográfica (parte construida de la parcela catastral).

Todas las capas espaciales de exposición han sido calculadas para totalidad del territorio y no solo para la franja costera. Esto responde a los propios requerimientos técnicos del re-escalado (*downscaling*), cuando los indicadores socioeconómicos presentan niveles de agregación mayores, y en muchos casos supramunicipales (insulares, provinciales y autonómicos). En estos casos, el *downscaling* requiere del conocimiento de la 'población estadística total' para poder abordar posteriormente la redistribución geográfica de los valores generales por las partes integrantes del conjunto.

4.1.2 *Downscaling* de indicadores socioeconómicos (población y activos)

El segundo proceso de re-escalado, orientado a obtener valores poblacionales y económicos en alta resolución, se ejecuta sobre la base del anterior. En este proceso se asume que todo valor de los indicadores está representado en las planimetrías vectoriales producidas en el punto anterior. El proceso general se divide en las siguientes fases:

- a) **Recogida de datos.** Se han seleccionado y extraído los indicadores relevantes de las fuentes estadísticas oficiales (Instituto Nacional de Estadística, INE; Instituto Canario de Estadística, ISTAC; y Dirección General del Catastro). Los indicadores estadísticos compilados se presentan a diferentes escalas de agregación espacial y sectorial, siendo de tres tipos:
- 1) Población, tanto residente como turística, a escala inframunicipal (malla 250mx250m del ISTAC, para población residente, y 'núcleos turísticos' para población turística, del Censo de Alojamiento Turístico del Gobierno de Canarias).
 - 2) Producción y valor añadido, referidos a los tres sectores de actividad económica: primario, secundario y terciario. Estos incluyen datos sectorizados, por el ISTAC, sobre indicadores de flujo productivo: PIB, VAB, volumen de producción y valor de la producción, a escala supramunicipal (insular, provincial y autonómica). El VAB y el PIB son indicadores que representan la riqueza generada durante un periodo considerado, obtenida de la diferencia entre el valor de la producción y los consumos intermedios utilizados.
 - 3) Stock de capital, que comprende el conjunto de activos fijos durables utilizados directamente en la producción de bienes y servicios y que resulta de los flujos de inversión pasados, de su composición por tipos de activo y del ritmo de depreciación de cada uno de estos. Esta variable ha sido obtenida de las estadísticas de valor catastral rural y urbano, por tipologías constructivas, a escala municipal, de la Dirección General del Catastro.
- b) **Tratamiento estadístico.** Se han seleccionado los periodos de interés en cada indicador y se han extraído las medias para los mismos. Por norma general, no se han tratado datos anteriores a 2010.
- c) **Tratamiento cartográfico.** Dependiendo de la escala de agregación, los datos estadísticos han sido introducidos en un SIG, construyendo mapas digitales de escala autonómica, provincial, insular, municipal o inframunicipal, según corresponda.
- d) **Distribución de los valores estadísticos a partir de las planimetrías de usos del suelo y altimetría LIDAR.** Mediante este procedimiento, se completa el downscaling de indicadores a resolución de 2,5x2,5m. El procedimiento se basa en los métodos dasimétricos de desagregación de variables geográficas, combinando en el proceso datos de altura de las construcciones (MDE-LiDAR de GRAFCAN) con valores relativos de proporción de cada uso. Siendo la distribución una función de estas variables, no se asume, por lo tanto, una hipótesis de equidistribución. El valor obtenido del producto entre la proporción de un determinado uso o actividad (campo 'grado' de la planimetría

de usos: 0=0%, ... 1=100%) y la altura de las construcciones (m) a resolución de 2,5m, constituye el espacio volumétrico de dicho uso. El reparto proporcional de la variable socioeconómica se aplica posteriormente al valor de 'espacio', relativizado respecto al total del conjunto territorial desde el que se ejecuta el re-escalado (autonómico, provincial, insular, municipal, etc.). La utilización del volumen de las construcciones mediante el MDE-LiDAR (Canopy, GRAFCAN) se ha aplicado tanto en el downscaling de población como en el de los indicadores producción, valor añadido y stock de capital; por considerar que mantiene correlación con todos ellos y que es la variable más robusta y espacialmente consistente que se puede utilizar dado el alcance regional del estudio.

Con todo ello se han obtenido planimetrías en formato ráster de 2,5 m de lado, sobre:

2. POBLACION Y ACTIVOS ECONÓMICOS

21. Población

- 211. Población residente (unidades=personas)
- 212. Población turística (personas)
- 213. Población circulante (personas)

22. Producción y valor añadido

- 221. Producción agrícola (kg)
- 222. Producción agrícola (€)
- 223. Producción ganadera (kg)
- 224. Producción ganadera (€)
- 225. Producción pesquera (kg)
- 226. Producción pesquera (€)
- 223. VAB industrial (€)
- 224. PIB industrial (€)
- 228. Producción eléctrica (MWh)
- 229. Producción eléctrica (€)
- 225. VAB sector servicios (€)
- 226. PIB sector servicios (€)
- 227. Volumen de negocio hostelería (€)
- 228. Ingresos turísticos (€)
- 229. Valor recreativo de las playas (€)

23. Stock de capital

- 231. Residencial (€)
- 232. Cultural (€)
- 233. Deportivo (€)
- 234. Sanitario (€)
- 235. Religioso (€)
- 236. Construcciones singulares (€)
- 237. Aeropuertos (€)

- 238. Puertos comerciales (€)
- 239. Sector agrícola (€)
- 239. Sector industrial (€)
- 2310. Sector terciario (€)
- 2311. Parque solares (€)
- 2311. Parque eólicos (€)
- 2312. Suelo (€)

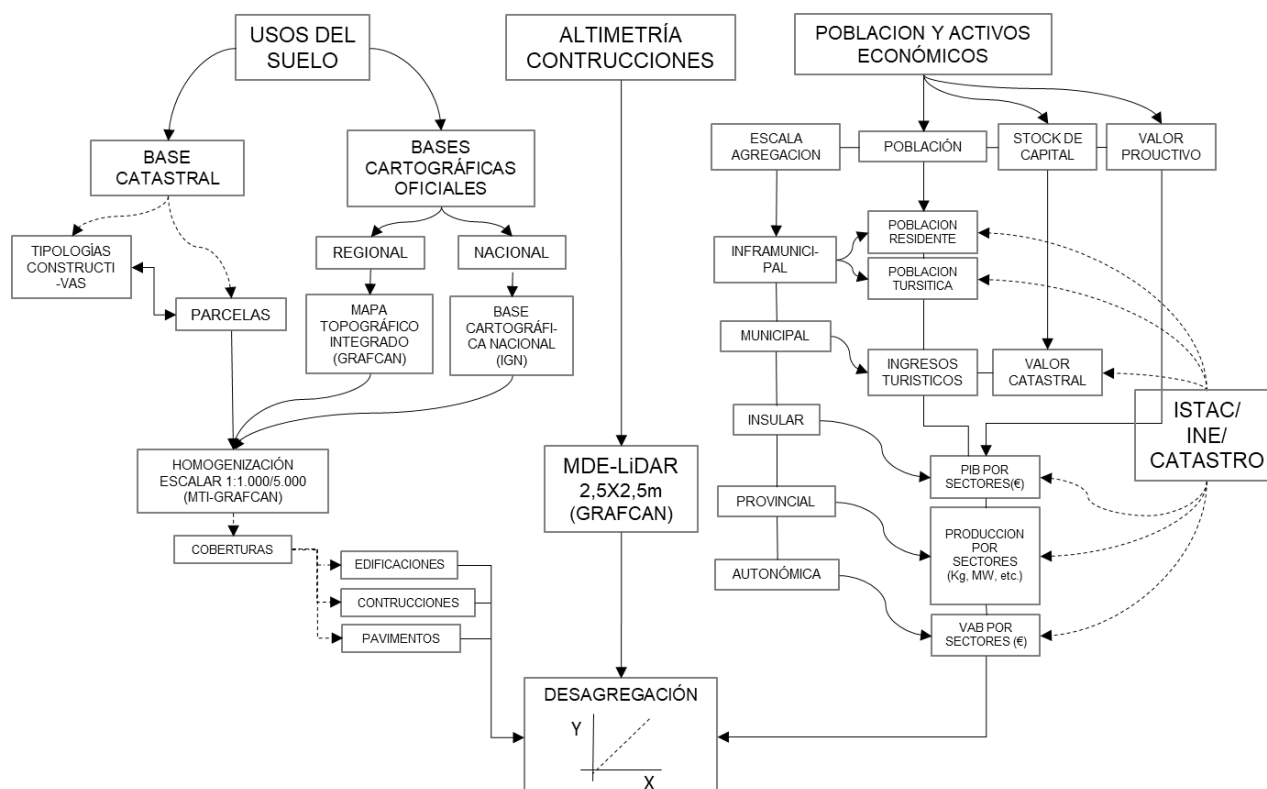


Figura 41. Flujo general de trabajo para llegar a los mapas de alta resolución de usos del suelo y activos socioeconómicos expuestos

Se ha prescindido de realizar proyecciones temporales a 2050 y 2100 para los indicadores socioeconómicos (poblacionales y económicos). Consideramos que la inclusión de escenarios socioeconómicos, distintos al actual, estarían sujetos a un grado demasiado alto de incertidumbre, por lo que parece adecuado en términos de evaluación de daños tomar como referencia los efectos sobre la situación económica actual. Cabe señalar que esta incertidumbre respecto a los indicadores socioeconómicos es de dos tipos:

- a) De tendencia; es decir, respecto a la evolución que puedan seguir los indicadores macroeconómicos durante las próximas décadas.
- b) De localización; es decir, respecto a la ubicación de la nueva población, actividades y usos del territorio que acompañen a la propia evolución de los indicadores socioeconómicos en las próximas décadas (e.g. ¿Dónde se instalaran las nuevas poblaciones? ¿Y las nuevas industrias? etc.). Dado que la localización es una variable fundamental del análisis de riesgos, la incertidumbre en este punto es crítica e impide realizar evaluaciones fiables.

En resumen, consideramos que sería desaconsejable con el conocimiento que se tiene actualmente, evaluar riesgos sobre tendencias y localizaciones proyectadas al futuro dado el elevado nivel de incertidumbre; siendo más significativo, y socialmente informativo, evaluar los impactos de las situaciones climáticas futuras sobre un escenario socioeconómico y ecosistémico actual. Por lo tanto, mediante esta aproximación, no se busca ofrecer cifras exactas sino aproximadas, y así orientar en las estrategias de adaptación y mitigación mediante una valoración más concreta y localizada.

Una vez obtenidas las capas de la base cartográfica, de exposición se ha llevado a cabo un control de calidad para certificar la exactitud de las capas que servirán para el análisis de riesgos. Para ello se han implementado tres controles:

- a) *Control de cobertura*, consistente en la supervisión visual y depuración manual de errores cartográficos a lo largo de una franja costera en un espacio de 1 km desde la línea de costa. Se ha empleado para ello la ortofoto más reciente (2019) de la Infraestructura de Datos Espaciales de Canarias (IDE-Canarias, GRAFCAN), con cobertura total del archipiélago a una resolución de 20 cm/píxel. Se ha procedido a detectar falsas coberturas, y eliminarlas manualmente, así como a detectar ausencias de cobertura y añadirlas a la cartografía.
- b) *Control de geometrías*, consistente en depurar posibles micropolígonos derivados de las operaciones de intersección espacial; para lo cual, con carácter general, se han detectado y eliminado las entidades poligonales de superficie inferior 10m².
- c) *Control de downscaling*, consistente en proceder inversamente (*upscaling*) hasta obtener los mismos datos de origen y verificar la consistencia del procedimiento. Se basa en el principio de interpolación picnofiláctica uniforme de Tobler (Tobler, 1979), que establece la 'conservación de masa' en los procesos de interpolación o desagregación.

d) *Control de contenido*, consistente en el cálculo del grado de correspondencia de la información contenida en la base cartográfica de riesgos, constituida por entidades poligonales, respecto a otros censos cartográficos oficiales constituidos por capas de puntos (capas de control). Para ello, se han utilizado la Encuesta de Alojamiento Turístico de Canarias (ISTAC, Gobierno de Canarias), el Censo de Suelo Industrial de Canarias 2017 (Dir. Gral. de Industria y Energía, Gobierno de Canarias), el censo de Centros educativos de infantil, primaria y secundaria (Consejería de Educación, Universidades, Cultura y Deportes, Gobierno de Canarias) y el Mapa Callejero de Canarias (GRAFCAN, Gobierno de Canarias). Los resultados muestran niveles de correspondencia altos para los principales temas de la base cartográfica.

Tabla 18. Niveles de correspondencia en el control de contenidos. Los porcentajes representan la proporción del total puntos, y los valores métricos, la distancia a la que se encuentran respecto a los elementos de la base cartográfica del mismo tipo.

CAPA DE CONTROL	NÚMERO DE PUNTOS	DISTANCIA A ELEMENTOS DE LA BBCC		
		50%	75%	95%
ALOJAMIENTOS TURÍSTICOS*	1.792	<50 m	<50 m	<300 m
INSTALACIONES INDUSTRIALES**	203	<50 m	<100 m	<300 m
CENTROS EDUCATIVOS***	1.324	<50 m	<50 m	<250 m
INSTALACIONES COMERCIALES****	656	<50 m	<50 m	<150 m
INSTALACIONES DEPORTIVAS****	1.800	<50 m	<50 m	<550 m
INSTALACIONES SANITARIAS****	350	<50 m	<50 m	<200 m
EDIFICIOS RELIGIOSOS****	1.181	<50 m	<50 m	<350 m
SERVICIOS EMERGENCIAS****	401	<50 m	<450 m	>1.000 m

*Encuesta de Alojamiento Turístico de Canarias (ISTAC, Gobierno de Canarias).

**Censo de Suelo Industrial de Canarias 2017 (Dir. Gral. de Industria y Energía, Gobierno de Canarias).

***Centros educativos de infantil, primaria y secundaria (Consejería de Educación, Universidades, Cultura y Deportes, Gobierno de Canarias).

****Mapa Callejero (GRAFCAN, Gobierno de Canarias).

Finalmente, para analizar la vulnerabilidad ha sido necesario el empleo de funciones de daños o curvas de vulnerabilidad. Estas son relaciones numéricas, generalmente empíricas, que tratan de estimar los daños producidos sobre los bienes materiales en función de las características de estos y la magnitud del evento. Para cada tipo de edificación o construcción, se ha establecido una curva en la que se relaciona la proporción de daños sobre el total de la estructura en relación de la cota de inundación. El valor proporcional final se ha

aplicado posteriormente tanto a la integridad física del elemento como a los indicadores de valor económico asociados.

Una vez descritos los procesos generales, en los siguientes capítulos se explican los procedimientos más específicos seguidos para determinar la exposición y la vulnerabilidad en cada uno de los temas que componen la base cartográfica del PIMA Adapta Costa de Canarias.

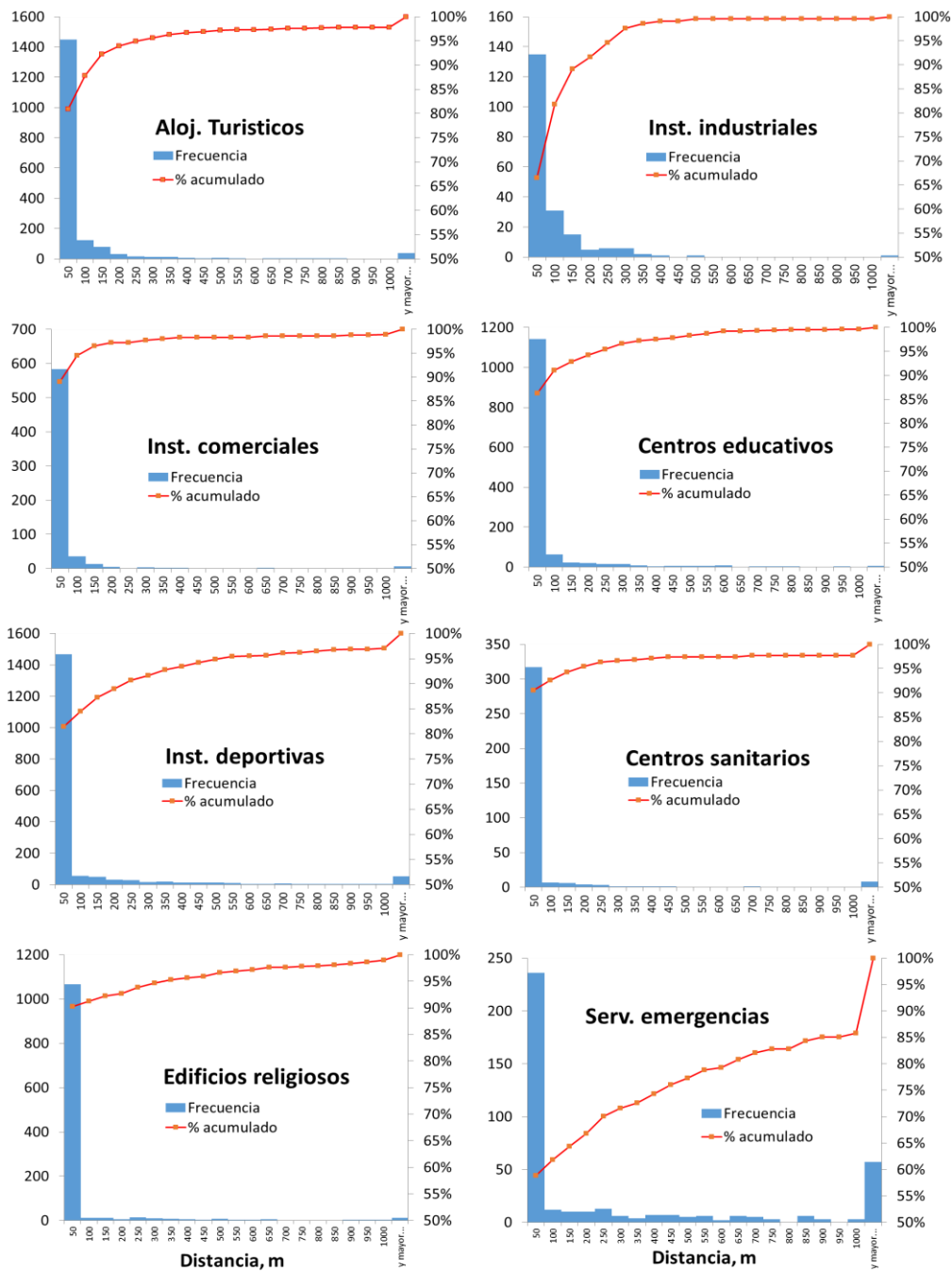


Figura 42. Correspondencia de la base cartográfica de exposición con las capas de control considerando rangos de distancia

4.2 POBLACION

Desde 1900, el crecimiento de la población en Canarias ha sido constante, experimentado una etapa de aceleración desde 1960 hasta 2010, en la que prácticamente se dobló la población, seguido de un periodo de estabilización en la última década. Actualmente, el archipiélago cuenta con más 2 millones de habitantes (ISTAC). La distribución espacial de población, a nivel regional, está definida por la existencia de dos islas centrales que concentran la mayor parte de la población (Tenerife y Gran Canaria), con casi 1 millón de habitantes cada una, tres islas (Lanzarote, Fuerteventura y La Palma) con contingentes entre los 80.000 y 150.000 habitantes, y dos islas (La Gomera y El Hierro), que, siendo las islas más pequeñas en superficie, acogen menos de 25.000 habitantes cada una. La densidad de población es prácticamente correlativa al volumen de población, excepto en el caso Fuerteventura que, con 62 hab./km², presenta densidades tan bajas como La Gomera y El Hierro (ISTAC) (Figura 43). La distribución de población en Canarias presenta un marcado carácter litoral, especialmente determinado por el desarrollo del sector turístico a partir de la década de 1960.

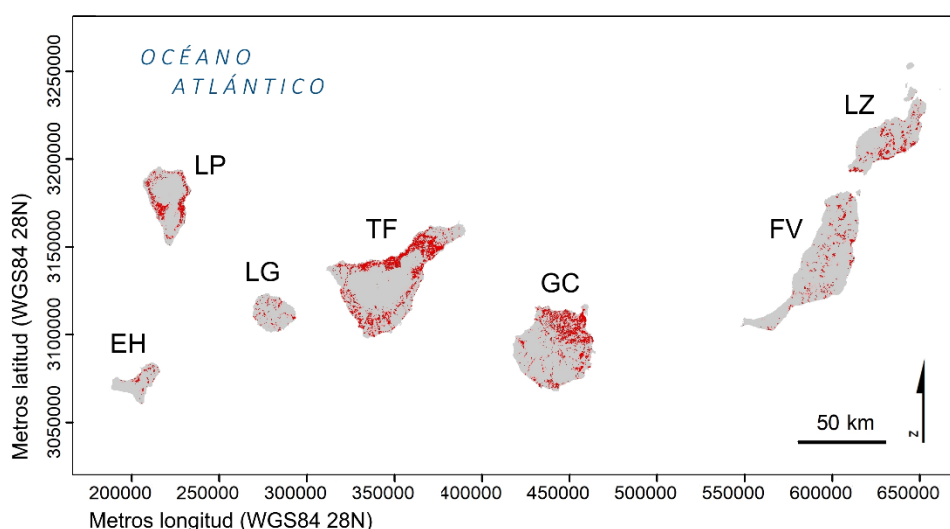


Figura 43. Mapa de las islas Canarias con representación, en rojo, del suelo edificado. EH, El Hierro; LP, La Palma; LG, La Gomera; TF, Tenerife, GC, Gran Canaria; FV, Fuerteventura; LZ, Lanzarote

En el campo del análisis de riesgos, la población suele ser uno de los factores de exposición que mayor interés tiene, por cuanto los eventos peligrosos pueden suponer una seria amenaza a la integridad física de las personas y, en muchas ocasiones, generar pérdidas humanas.

Los datos demográficos provenientes de los organismos oficiales. Generalmente, está dada a escala de unidades administrativas, lo que no permite una observación precisa de la distribución de las personas en el territorio. La sección censal es, en España, la unidad mínima de tratamiento y difusión de datos de población (Instituto Nacional de Estadística, INE). En Canarias, las secciones censales tienen una superficie media de ~58 ha. Para cubrir esta deficiencia, el Instituto Canario de Estadística (ISTAC), generó, a partir de censos a nivel de portal, una malla planimétrica de 6,25 ha de resolución, con información acerca del contingente poblacional y algunas de sus características sociodemográficas (edad, sexo, nivel de instrucción, grado de dependencia, etc.).

Estimar la población a una mayor resolución requiere implementar técnicas para aumentar la definición espacial de la variable, empleando para ello factores auxiliares o indirectos teóricamente involucrados en su distribución (*downscaling*).

En este estudio se definen y evalúan tres tipos de población:

- a) **Población residente.** Se considera como tal a las personas que se encuentran habitando el territorio de forma permanente ya que posee su residencia en el mismo. Sus características aconsejan un análisis particularizado ya que esta población puede enfrentarse a la necesidad de relocalización si se encuentra expuesta a riesgos de inundación.
- b) **Población turística.** Esta población puede suponer un importante porcentaje de la población total del archipiélago en un instante de tiempo determinado, sobre todo en las islas más turísticas (Tenerife, Gran Canaria y Lanzarote). Sus características aconsejan un análisis particularizado ya que las afectaciones sobre este tipo de población pueden producir limitaciones en la llegada de turistas y en sus estancias en el territorio canario.
- c) **Población circulante.** Se trata de las personas, residentes o turistas, que pueden estar ocupando los espacios libres de uso público en un instante determinado y que pueden quedar potencialmente expuestas a los peligros de la dinámica costera. No es, en sí, un elemento de cuantificación independiente de los anteriores (de lo contrario se incurriría en dobles conteos de población) sino un aspecto distinto de los mismos. Se trata de estimar la distribución potencial de población en un modo funcional (en el espacio público y social) y no estático (en los espacios alojativos privados).

4.2.1 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA POBLACION

4.2.1.1 POBLACION RESIDENTE

De partida, se asume que, de cara a estimar su distribución geográfica en alta resolución, la población residente se encuentra 'contenida' en los edificios de uso residencial. Por lo tanto, este apartado se limita a considerar a las personas dentro sus espacios alojativos privados.

Existe una cierta variedad de propuestas metodológicas en la literatura científica para desagregar datos poblacionales. En términos generales, estas pueden clasificarse, de menor a mayor adecuación, en métodos de ponderación areal, métodos de interpolación geoestadística y métodos dasimétricos (Maantay et al., 2007, Mora-García y Marti-Ciriquian, 2015; Gálvez-Salinas et al., 2013). De entre los métodos dasimétricos, destacan los trabajos de Lwin y Murayama (2009), que proponen procedimientos de reparto areal y volumétrico empleando, respectivamente, el área y el volumen de la superficie edificada para el reparto proporcional de la población. Por otro lado, el método dasimétrico de Maantay et al. (2007), llamado *Cadastral-based Expert Dasymetric System* (CEDS), que utiliza datos catastrales sobre el número de viviendas y la superficie residencial, como criterios para el reparto de la población, considerando una relación de proporcionalidad entre el número de viviendas y el número de habitantes. Estos métodos han sido aplicados en España, con modificaciones, por Gálvez-Salinas et al. (2013), en la ciudad de Granada, construyendo el término *Unidades Espaciales Modificables*; por Mora-García y Marti-Ciriquian (2015), en el municipio de Elche; o por Preciado (2015), en el municipio de Leganés. En las islas Canarias, el único estudio de este tipo es el realizado por Suárez Vega et al (2008), quienes, basándose en el método dasimétrico de Mennis (2003), realizan un re-escalado de población desde las secciones censales a áreas de usos del suelo.

En este trabajo la población ha sido re-escalada desde la malla de población del ISTAC 250-250 m, al nivel de la unidad cartográfica (Figura X). Para ello se ha operado con cuatro fuentes de datos:

- a) La malla de población del Instituto Canario de Estadística (ISTAC), cuya resolución de 250x250m la convierte en la fuente oficial de población de mayor resolución.
- b) La planta de los edificios, extraída del Mapa Topográfico Integrado de Canarias (MTI), cuya resolución varía entre 1:1.000, en los entornos urbanos más importantes, y 1:5.000, en el resto del territorio.
- c) La información catastral y geometría parcelaria, obtenida de la cartografía oficial del Catastro (Dirección General del Catastro).

d) Altimetría LiDAR de altura de las construcciones a resolución 2,5 m (GRAFCAN).

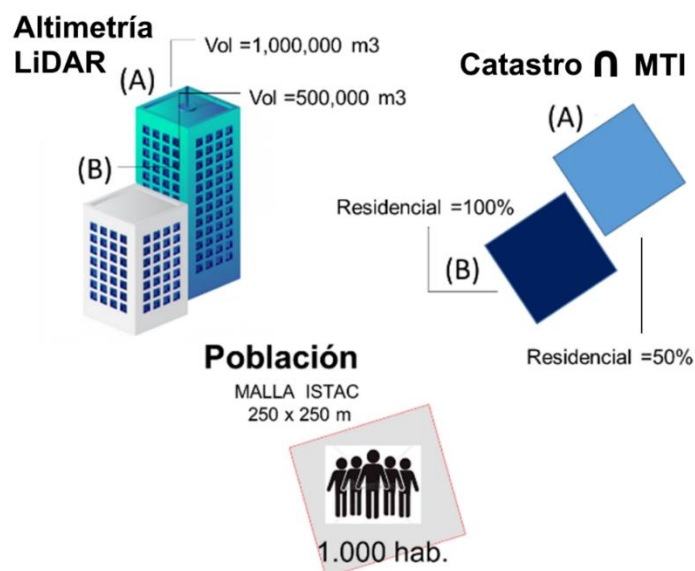


Figura 44. Fuentes del downsampling de la población de ISTAC a resolución 250 m, a planta de edificio escala 1:1.000/1:5.000, a partir de la combinación del uso catastral de vivienda (m²) y las alturas LiDAR de los edificios (m).

Con el objetivo de repartir o desagregar la población de la cuadrícula del ISTAC, a nivel de edificios, se ha empleado un método dasimétrico basado en la idea fundamental de que la población se distribuye de forma proporcional a dos variables que pueden considerarse de forma conjunta:

- La presencia mayor o menor de uso residencial (Maantay et al., 2007).
- El volumen o altura de los edificios (Lwin y Murayama, 2009).

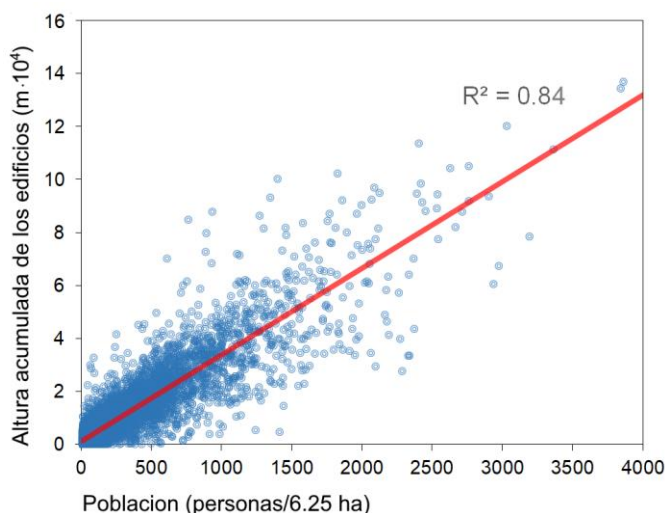


Figura 45. Correlación observada entre la población y el volumen edificado en Canarias. La población es el valor contenido en las cuadrículas del ISTAC; y la altura de los edificios, un valor acumulado de alturas, cada 2.5 m, que significa volumen edificado. Por si sola, el volumen edificado explica el ~84% de las variaciones espaciales en el volumen de población en Canarias

En primer lugar, se ha procedido a conocer la distribución del uso residencial de viviendas mediante la información catastral actualizada (Dirección General del Catastro). Para ello, 97 códigos catastrales de tipologías constructivas han sido agrupados en el uso residencial y posteriormente calculada la proporción (%) de dicho uso respecto al resto de usos presentes en cada parcela catastral. De esta operación, se han obtenido ~400 mil parcelas con alguna presencia de viviendas. Se han considerado parcelas tanto urbanas como rústicas.

En segundo lugar, se ha tomado la Base Topográfica de Canarias, a través del Mapa Topográfico Integrado de Canarias (GRAFCAN, Gobierno de Canarias), que cubre todo el territorio, a escala 1:1.000, en las principales urbanas, y 1:5.000, fuera de ellas. De esta fuente se ha seleccionado la geometría de la clase 'edificios', excluyendo así otro tipo de construcciones que no albergan, a priori, población residente. En este caso, En este caso, la geometría de edificios del MTI es la condición dasimétrica que delimita el espacio habitable. La intersección espacial, ejecutada en Sistemas de Información Geográfica (SIG), entre las parcelas catastrales y las plantas de edificios del MTI da lugar a una planimetría de detalle donde cada edificio de viviendas, o, en su caso, la división parcelaria de cada edificio de viviendas (unidad cartográfica), contiene un valor relativo de uso residencial entre 0 (0%) y 1 (100%).

En tercer lugar, se ha extraído información altimétrica procedente de datos LIDAR (GRAFCAN, Gobierno de Canarias). Esta altimetría consiste en una capa raster de 2,5 m de resolución y cobertura completa para Canarias, con valores de altura sobre el suelo de todas las construcciones de origen humano implantadas en el territorio. En este caso, se ha procedido a extraer, de todo el modelo altimétrico, la parte correspondiente a los edificios de viviendas obtenidos de los pasos anteriores.

El cálculo obedece a la siguiente fórmula:

$$Pob_a = \sum_{i=1}^n Pob_A \frac{ER}{ERT}$$

Donde:

$$ER = l \cdot p$$

$$ERT = \sum_{i=1}^n (l \cdot p)$$

Siendo Pob_a , la población total de la entidad de desagregación (edificios), Pob_A , la población total de la entidad desagregada (cuadrículas ISTAC); l , la altura del edificio; p , la proporción del uso de vivienda del edificio.

El producto del valor relativo del uso 'vivienda' y el valor de altura del edificio, pixel a pixel (2.5x2.5 m), arroja un valor, en m o m³, que hemos denominado Espacio Residencial (ER). El Espacio Residencial Total (ERT), correspondería posteriormente con el valor acumulado de ER a lo largo de la entidad de población que se re-escala (en este caso, cada cuadrícula de 250x250m la malla del ISTAC). Para el cálculo de ERT, hemos considerado la superficie mayoritaria como criterio de adscripción de los edificios a las entidades de la malla ISTAC. El cociente entre ER y ERT arroja un valor relativo (0,1) al que denominamos Espacio Residencial Relativo (ERR), cuya multiplicación, pixel a pixel, por la población total de la entidad desagregada (malla ISTAC), resulta en el reparto final de la población. Finalmente, los valores de cada pixel, es decir, la población contenida en un prisma cuadrangular de 6,25 m² de base, se suma por edificios de viviendas hasta obtener un valor final de población por edificio o parcelas de edificios (Figura X).

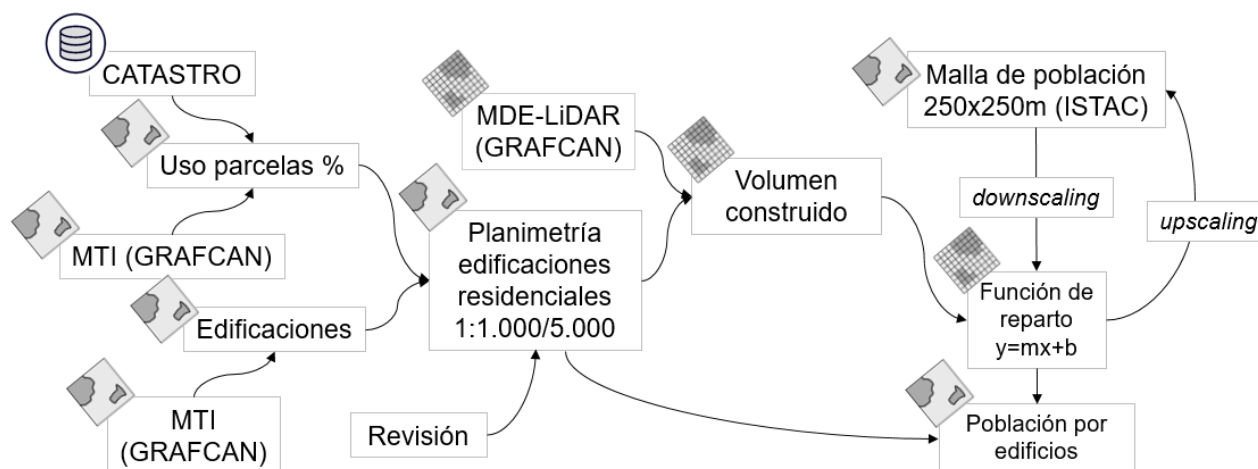


Figura 46. Flujograma para la estimación de población a nivel de edificio combinando bases catastrales, bases planimétricas (MTI) y altimetría LiDAR

Como resultado final se ha obtenido una estimación de la población por edificio, o, en su caso, parcela de edificio, para el conjunto del territorio de la CCAA de Canarias, en un total de más de 6 millones de edificaciones. Como es de esperar por la forma de cálculo, los edificios más voluminosos, con mayor proporción de uso residencial y menor división parcelaria, son los que más población acogen. El máximo calculado se da en un edificio residencial de la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria, con una estimación de 1.157 residentes, situándose la media total en 5 residentes, lo cual es ajusta a la cantidad de pequeñas edificaciones que se observan en Canarias.

4.2.1.2 POBLACION TURISTICA

De forma a estimar su distribución geográfica en alta resolución, se asume que la población turística se encuentra 'contenida' en los edificios que presentan uso alojativo turístico (hoteles, hostales, apartamentos, etc.). Asimismo, se definen dos formas de cuantificación: (1) la población turística en un día medio y (2) la población turística total anual.

La población ha sido re-escalada a nivel de los edificios turísticos (o de las parcelas catastrales que los compartentan), mediante el mismo método dasimétrico utilizado para la población residente. La diferencia radica en la fuente desde la que se re-escalán los datos y en los criterios clasificatorios. En este caso los datos sobre población se han obtenido de la Encuesta de Alojamiento Turístico de Canarias elaborada por

anualmente por el Instituto Canario de Estadística (ISTAC) a nivel de núcleos y municipios turísticos. Los valores de las variables Población Turística Equivalente (población total de un día medio del año) y Viajeros Alojados (población total anual) han sido promediados para el periodo 2010-2019 e insertos en un mapa digital (capa SIG) con los límites de los núcleos turísticos y municipios de Canarias.

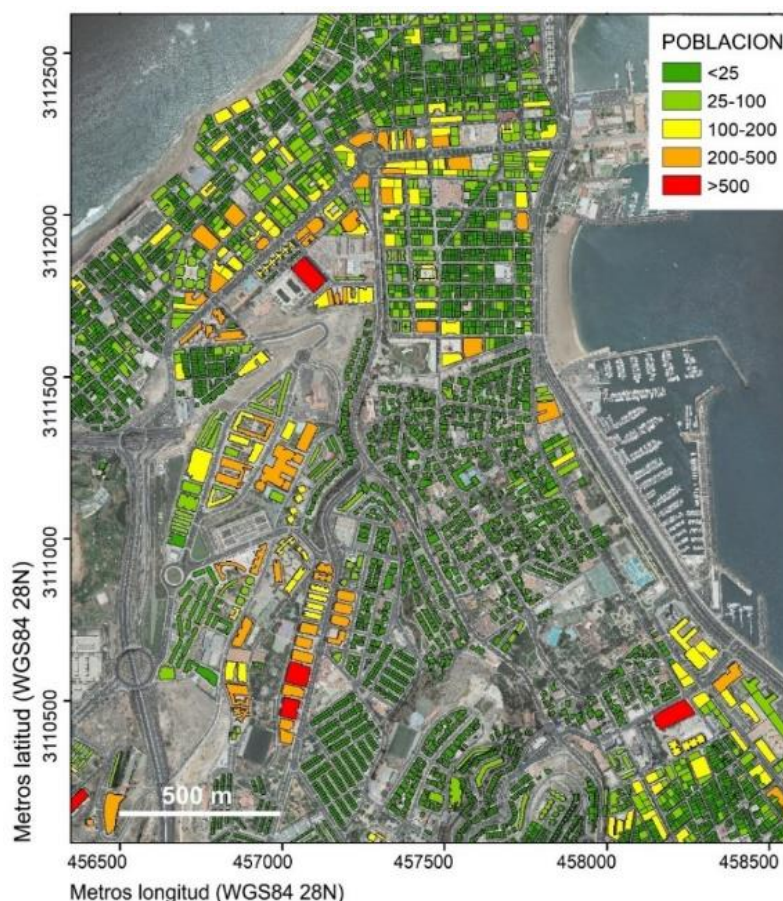


Figura 47. Muestra del mapa de población residente de Canarias, a nivel de edificios, en un sector de la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria (isla de Gran Canaria).

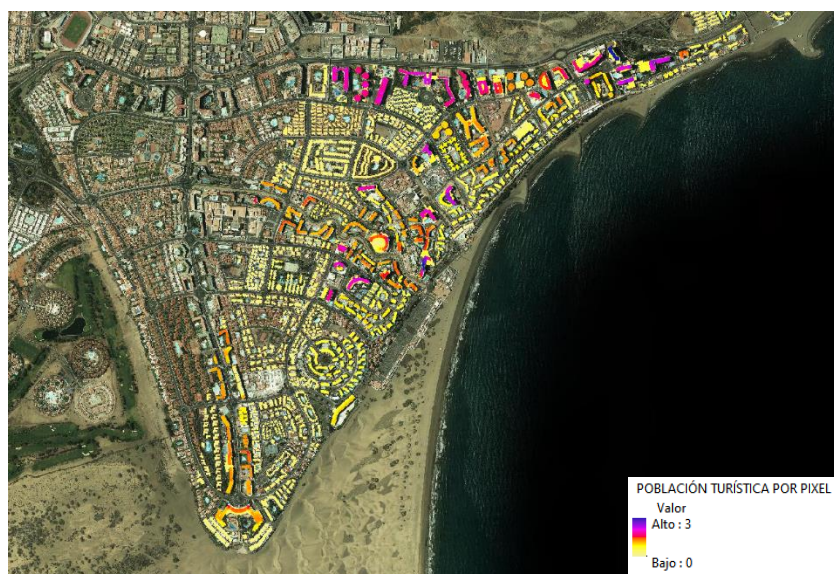


Figura 48. Muestra población turística de Canarias, a nivel de edificios, en un sector de la Maspalomas (isla de Gran Canaria).

Por lo tanto, procediendo de manera análoga, se ha analizado la distribución catastral del uso alojativo de carácter turístico. Para ello se han agrupado los correspondientes códigos catastrales de tipologías constructivas en el uso alojativo turístico, y con ello se ha calculado la proporción (%) de dicho uso en cada parcela catastral.

Posteriormente se han extraído los 'edificios' del Mapa Topográfico Integrado de Canarias (GRAFCAN), delimitando así el espacio dasimétrico de la población turística. La intersección geográfica de los edificios del MTI y de las parcelas catastrales contiene el valor relativo del uso alojativo turístico [0%,100%], sobre el cual se ha determinado, en última instancia, el espacio turístico (antes espacio residencial, ER) de forma proporcional a la altimetría LiDAR de los dichos edificios (GRAFCAN). La forma de cálculo es la misma que en la población residente, solo que adaptando la denominación de los términos ER, ERT y ERR. Espacio alojativo total desde el cual se obtiene el valor relativo, se calcula respecto al conjunto del núcleo o municipio turístico.

Como resultado final se ha obtenido una estimación de la población por edificio turístico, para el conjunto del territorio de la CCAA de Canarias, en un total de más de X de edificaciones. De nuevo, los edificios más voluminosos, con mayor proporción de uso turístico y menor división parcelaria, son los que más población turística acogen según esta estimación.

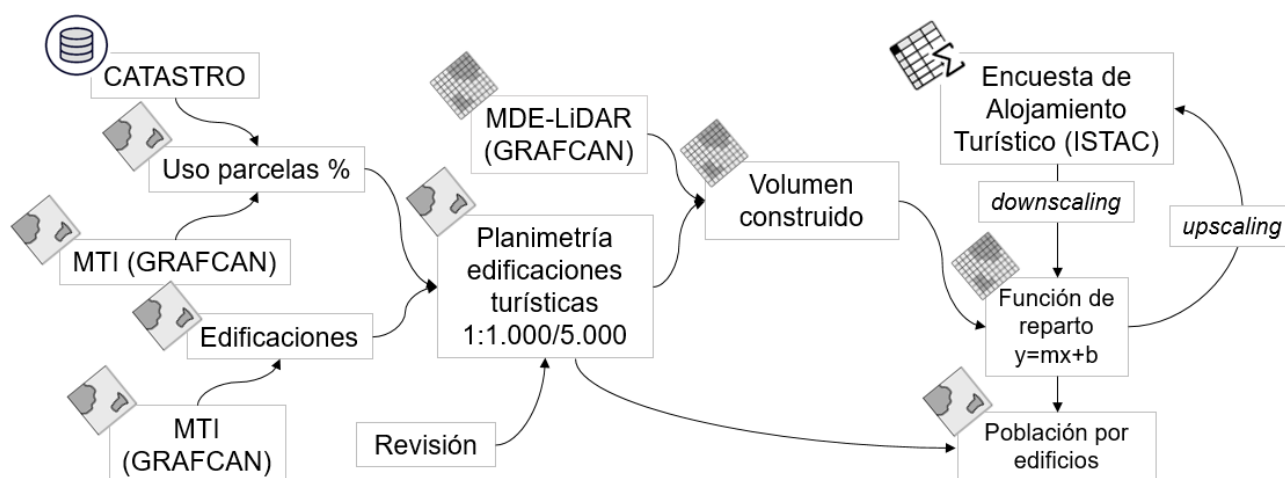


Figura 49. Esquema resumido para la estimación de la población turística en alojamientos turísticos. ISTAC, Instituto Canario de Estadística; GRAFCAN, Cartográfica de Canarias S.A

4.2.1.3 POBLACION CIRCULANTE

La estimación de distribución poblacional en los casos anteriores concierne a un lugar y tiempo concretos, que es el tiempo de permanencia en el espacio alojativo privado, no siendo de aplicación en la localización de personas en los rangos horarios de actividad laboral y/o recreativa. Por ello se introduce y evalúa este concepto de población circulante.

De forma a estimar su distribución geográfica en alta resolución, se asume que la población circulante se encuentra en los espacios públicos abiertos (condición dasimétrica). La determinación del número de personas en el espacio público entraña una enorme dificultad dado elevado dinamismo y variabilidad espaciotemporal del uso del espacio público por parte de la población. Estos espacios son utilizados en una intensidad que puede variar enormemente de un lugar a otro, o dentro de un mismo lugar, o de un momento a otro del día, semana, mes, etc.

Dadas las limitaciones del alcance regional de este estudio, se ha utilizado una aproximación indirecta de tipo downscaling para estimar la población circulante en los espacios públicos abiertos, sirviéndonos de los datos de población residente y turística. A diferencia de las aproximaciones basadas directamente en aforos, esta aproximación se basa en el cálculo de la densidad de población, tanto residente como turística, existente en el entorno inmediato de los espacios públicos, lo que permite establecer diferencias comparativas en la

intensidad de uso probable de diferentes espacios en función del entorno en que se ubican. Para ello se ha recurrido al empleo de la cuadrícula de población de ISTAC 250x250 m, a la que se ha agregado la población turística calculada en el apartado anterior. En un Sistema de Información Geográfica, la cuadrícula ha sido convertida a puntos, empleando el centroide de cada cuadro de malla para realizar una interpolación de datos a todo el territorio por el método de distancia inversa ponderada (IDW), utilizando 12 puntos y una potencia de 0,5, con el objetivo de reducir al máximo el peso local de los valores. La población turística ha sido previamente multiplicada por 2 para aumentar su influencia en la estimación, ya que se ha considerado que este tipo de personas tiende a hacer un uso más intensivo del espacio público. Con ello se ha obtenido una capa raster de densidad de población circulante, a resolución de 5 m de lado, que cubre todo el territorio.

La condición espacial limitante que delimita el modelo continuo viene determinada por la distribución de los espacios públicos abiertos. Para delimitarlos, se han tenido en cuenta tres tipos:

- a) Espacios recreativos abiertos, incluyendo aquí paseos, plazas, parques, aceras y jardines.
- b) Espacios deportivos abiertos, incluyendo aquí todas las superficies deportivas descubiertas.

Estas tres capas se han obtenido por distintos geoprocesos a partir de información del MTI (GRAFCAN) y de la BCN (IGN), habiéndose combinado posteriormente en una sola. Los valores interpolados de densidad han sido convertidos a una escala [0,1] mediante una función lineal, y sobre ellos se ha ajustado posteriormente una función de exponencial para convertir los valores [0,1] a personas, donde $1=4 \text{ m}^2/\text{persona}$ ($0,25 \text{ personas/m}^2$); $0,2=350 \text{ m}^2/\text{persona}$ ($0,002 \text{ personas/m}^2$); $0=1.000 \text{ m}^2/\text{persona}$ ($0,001 \text{ personas/m}^2$). La densidad máxima ($0,25 \text{ personas/m}^2$) y mínima ($0,001 \text{ personas/m}^2$) corresponden con los aforos extremos propuestos en el proyecto RIESGOMAP, de "Prevención de Riesgos Naturales y Tecnológicos en la Planificación Territorial y Urbanísticas para espacios públicos" (Gobierno de Canarias). Así se ha obtenido un mapa de la población circulante que sirve para realizar estimaciones aproximadas de la cantidad de población que podrían verse afectada, de media, por fenómenos costeros en los espacios públicos abiertos.

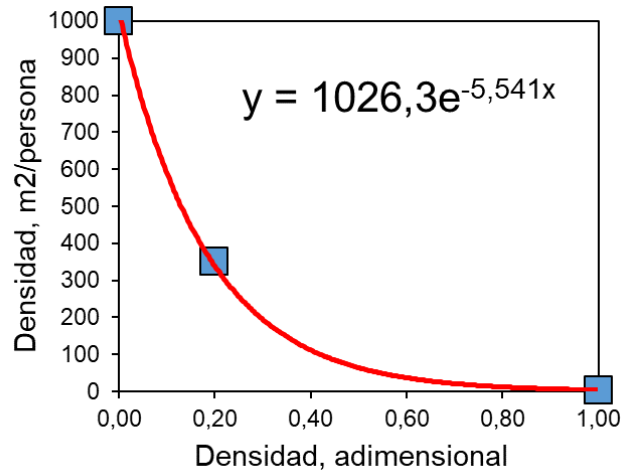


Figura 50. Función de conversión de población circulante en los espacios públicos abiertos de Canarias

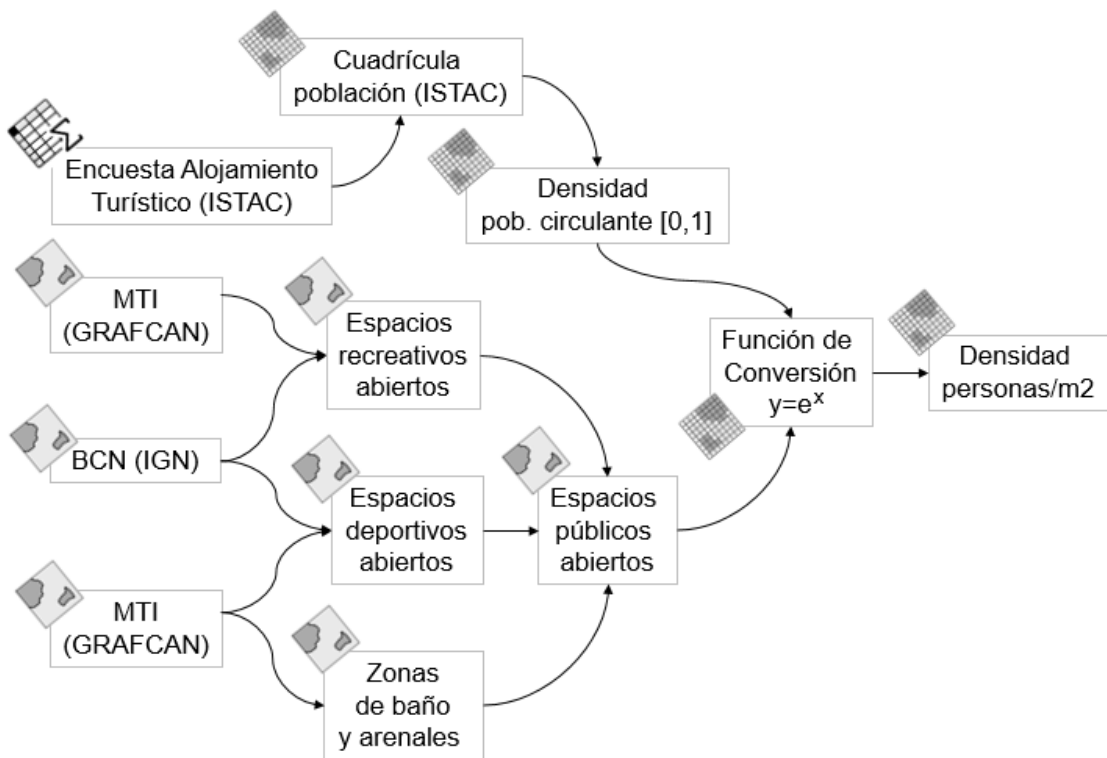


Figura 51. Esquema resumido para la estimación de la población circulante en el espacio público abierto. ISTAC, Instituto Canario de Estadística; GRAFCAN, Cartográfica de Canarias S.A.; IGN, Instituto Geográfico Nacional

4.2.2 VULNERABILIDAD GENERAL DE LA POBLACIÓN

La vulnerabilidad de las personas frente a los eventos de inundación costera puede llegar a depender de un número muy importante y complejo de variables, como las relacionadas con las propias características físicas de los individuos, con sus comportamientos y costumbres, o con su grado de información y preparación respecto a los riesgos existentes.

En este trabajo, dado su alcance regional, la vulnerabilidad de la población se ha simplificado a una función general de pertenencia con tres intervalos relacionados con la profundidad de la lámina de agua generada en los eventos de inundación futuros:

- a) Con cotas de inundación de 0-10 cm, se ha considerado que la vulnerabilidad de la población general es baja. Bajo estas condiciones, las personas no correrían riesgos significativos y no serían necesarias medidas de evacuación.
- b) Con cotas de inundación de 10-50 cm, se ha considerado una vulnerabilidad general de la población de carácter medio. Las personas corren un riesgo significativo de sufrir daños físicos y se hace recomendable la evacuación de las poblaciones expuestas.
- c) Con cotas de inundación por encima de los 50 cm, la vulnerabilidad general de la población es alta y el riesgo de sufrir daños físicos y pérdidas humanas es también elevado, siendo necesaria la evacuación temporal de las poblaciones expuestas.

En las circunstancias donde la inundación está provocada por la Pleamar Máxima Viva Equinoccial (PMVE), se ha considerado que las condiciones inundación son 'permanentes'. En estos casos la vulnerabilidad es siempre alta independientemente de la cota de inundación, siendo necesaria la reubicación de las poblaciones expuestas.

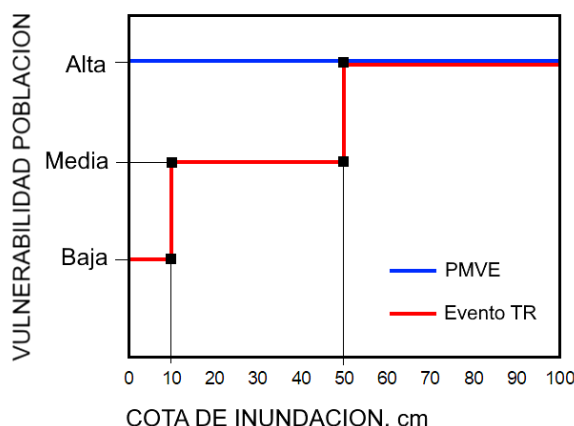


Figura 52. Función de pertenencia que determina los niveles de vulnerabilidad general de la población frente a la inundación considerando la profundidad de la columna de agua (cota de inundación).

4.3 INFRAESTRUCTURAS, EQUIPAMIENTOS Y DOTACIONES

Las infraestructuras, equipamiento y dotaciones son el conjunto de instalaciones y estructuras físicas y tecnológicas necesarias para el desarrollo global de la actividad social y productiva del territorio.

El desarrollo económico de Canarias de las últimas décadas ha venido acompañado de la implantación de una vasta red de infraestructuras y equipamientos por todo el territorio insular. Las infraestructuras de Canarias tienen un desarrollo significativamente mayor que la media de su contexto regional. Se pueden considerar, por una parte, la causa y, por otra, el producto del desarrollo económico del archipiélago. No obstante, el reparto de equipamientos e infraestructuras no es homogéneo en el territorio y presenta desequilibrios fuertes entre islas y dentro de las propias islas. Así, la mayor parte de ellas se concentran en las islas capitalinas, Tenerife y Gran Canaria, generando un desequilibrio notable con respecto al resto del archipiélago. Incluso dentro de estas, se constata cierta concentración espacial en los ámbitos metropolitanos de Santa Cruz de Tenerife y Las Palmas de Gran Canaria. Asimismo, y motivado históricamente por la estructura fisiográfica general del archipiélago, donde predominan los interiores montañosos y abruptos, o bien por la creciente concentración de actividades (turismo) y población en la costa, las infraestructuras y equipamientos presentan también un fuerte desequilibrio costa-interior.

El valor de capital de las infraestructuras y dotaciones canarias sumó la cifra de casi 120.000 millones de euros en 2015, lo que supone el 4,2% del total del capital neto de España (BBVA, 2019). Esta capitalización es inferior a la media nacional en cuanto a población, ocupación y producción, pero superior en cuanto a la

superficie del territorio. Como resultado de su importante especialización turística, Canarias muestra una intensa orientación del capital disponible hacia las actividades de servicios privados y la construcción. Ambas actividades alcanzan un peso, en el conjunto del capital español, superior a su dimensión económica y demográfica.

Las infraestructuras y equipamientos son el tema con mayor diversidad tipológica dentro del análisis de riesgos socioeconómicos del proyecto PIMA Adapta Costas en Canarias. Para abarcar los elementos más importantes desde el punto de vista social y económico, se ha diseñado una clasificación que distingue de 17 tipos y que está basada en el Inventario de Protección Civil de Canarias (Gobierno de Canarias). A continuación, se describen las 17 clases de infraestructuras y equipamientos contemplados en el proyecto.

- 1) **Infraestructura residencial**, incluyendo viviendas, equipamientos asociados a las mismas (garajes, porches, piscinas, instalaciones deportivas, etc.) e infraestructuras de tipo asistencial o educativo del mismo carácter (asilos, albergues, residencias universitarias, etc.).
- 2) **Infraestructura sanitaria y asistencial**, incluyendo los principales centros médicos y sanitarios (hospitales, clínicas, ambulatorios, etc.) junto con otros servicios sociales de carácter asistencial (centros de atención, centros de día, centros de acogida, etc.).
- 3) **Infraestructura educativa y sociocultural**, incluyendo centros de enseñanza (guarderías, infantil, primaria, secundaria, centros de formación, facultades y escuelas universitarias, etc.), instituciones de divulgación histórico-cultural (centros culturales, bibliotecas, museos, auditorios, etc.) y tejidos sociales y vecinales (centros cívicos, asociaciones de vecinos, clubs sociales, etc.).
- 4) **Infraestructura deportiva**, incluyendo todas las instalaciones, públicas o privadas, destinadas a la práctica de actividades deportivas (desde piscinas hasta campos de golf), y no vinculadas directamente a otros usos principales de tipo residencial o educativo.
- 5) **Infraestructura científico-tecnológica**, incluyendo centros de enseñanza e investigación superiores (facultades, institutos universitarios), institutos de investigación no universitarios y resto de instalaciones de carácter científico- tecnológico (observatorios, telescopios, investigaciones energéticas, etc.).
- 6) **Infraestructura de emergencias y seguridad**, incluyendo instalaciones militares y penitenciarias, y dotaciones de emergencias (bomberos, protección civil, salvamento, cruz roja, etc.) y protección ciudadana (policía, guardia civil).

- 7) **Infraestructura institucional y administrativa**, incluyendo sedes de representación política (parlamentos, cabildos, ayuntamientos) y sedes de la administración pública.
- 8) **Infraestructura histórico-artística y religiosa**, incluyendo centros de culto religioso (iglesias, ermitas, catedrales, parroquias, etc.) y monumentos históricos.
- 9) **Espacios públicos abiertos**, incluyendo el viario público peatonal (aceras, paseos, parques, plazas, etc.), zonas ajardinadas de carácter público, espacios deportivos abiertos y zonas de baño (playas, arenales, costas bajas rocosas, etc.).
- 10) **Infraestructura de suministro eléctrico**, incluyendo las centrales de producción eléctrica (térmicas, solares, eólicas e hidroeléctricas) e instalaciones de distribución de energía eléctrica (subestaciones, transformadores y tendidos eléctricos).
- 11) **Infraestructura de abastecimiento y tratamiento de aguas**, incluyendo estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR), potabilizadoras, desaladoras e instalaciones de almacenamiento de agua (depósitos de aguas, balsas, embalses, etc.).
- 12) **Infraestructura de telecomunicaciones**, incluyendo las principales antenas, repetidores y estaciones de telefonía, radio y televisión.
- 13) **Infraestructura de transporte terrestre**, incluyendo viales para el tráfico rodado (autopistas, autovías, carreteras y calles) y áreas de servicio y estacionamiento.
- 14) **Infraestructura de transporte aéreo**, incluyendo aeropuertos civiles y militares, aeródromos y helipuertos.
- 15) **Infraestructura de transporte marítimo**, incluyendo puertos comerciales, pesqueros y de pasajeros, e incluyendo también las infraestructuras de defensa costera (diques, escolleras).
- 16) **Instalaciones peligrosas**, incluyendo las de carácter químico y radiológico, y las de residuos sólidos (vertederos, escombreras).
- 17) **Infraestructuras críticas**, incluyendo, de las anteriores, las instalaciones peligrosas (químicas y radiológicas) e infraestructuras esenciales sanitarias (hospitales), de transporte (puertos de interés general, aeropuertos, autopistas y carreteras), de telecomunicaciones (antenas), de emergencias y seguridad (bomberos, protección civil, salvamento, extinción de incendios y bases militares), de abastecimiento y tratamiento de aguas (desaladoras y depuradoras), de producción eléctrica (centrales térmicas), de I+D+i (instalaciones científicas y tecnológicas) y de turismo (playas turísticas).

4.3.1 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y VALORACIÓN ECONÓMICA DE LAS INFRAESTRUCTURAS

4.3.1.1 Infraestructura residencial y procedimientos análogos

La infraestructura residencial abarca tanto los edificios de viviendas como las instalaciones asociadas a los mismos. El proceso para determinar su distribución en alta resolución se basa en el procedimiento general explicado en el apartado 4.1. 'Fuentes y procesos generales':

- 1) Se agrupan los tipos catastrales en 'uso residencial' y se calcula su proporción dentro de las parcelas.
- 2) La geometría parcelaria se complementa con las edificaciones de tipo 'residencial' del Mapa Topográfico Integrado (MTI, GRAFCAN).
- 3) Se re-escala y homogeniza intersectándola con la geometría de coberturas de suelo construido del MTI (incluye edificaciones, constricciones y pavimentos).
- 4) Se somete a revisión sobre ortofoto, en el primer 1 km de costa, para detectar errores de cobertura, y se eliminan los posibles micropolígonos (<math><10\text{ m}^2</math>).

De esto resulta una capa vectorial de infraestructura residencial a escala 1:1.000/1.5000, con información sobre la proporción de uso residencial ('grado') y tipo de cobertura (edificio, construcción o pavimento). A partir de ello, el stock de capital residencial se ha calculado haciendo un downscaling del valor catastral actualizado (Dirección General del Catastro) a nivel de municipio:

- 1) Se determina el volumen residencial construido superponiendo, a la planimetría, el MDE-LiDAR (GRAFCAN) de resolución horizontal 2,5 m, y multiplicando el valor de altura por la proporción del uso residencial. El MDE recibe un valor mínimo por defecto de 0,5 m.
- 2) El valor municipal se distribuye de forma proporcional al volumen residencial construido en cada punto.
- 3) Se realiza la operación inversa de up-scaling para garantizar la consistencia del proceso.

Este mismo procedimiento de downscaling para la determinación de la distribución y del stock de capital, en alta resolución, se aplica a los siguientes temas:

- Infraestructura sanitaria y asistencial
- Infraestructura educativa y sociocultural
- Infraestructura de emergencias y seguridad
- Infraestructura institucional y administrativa

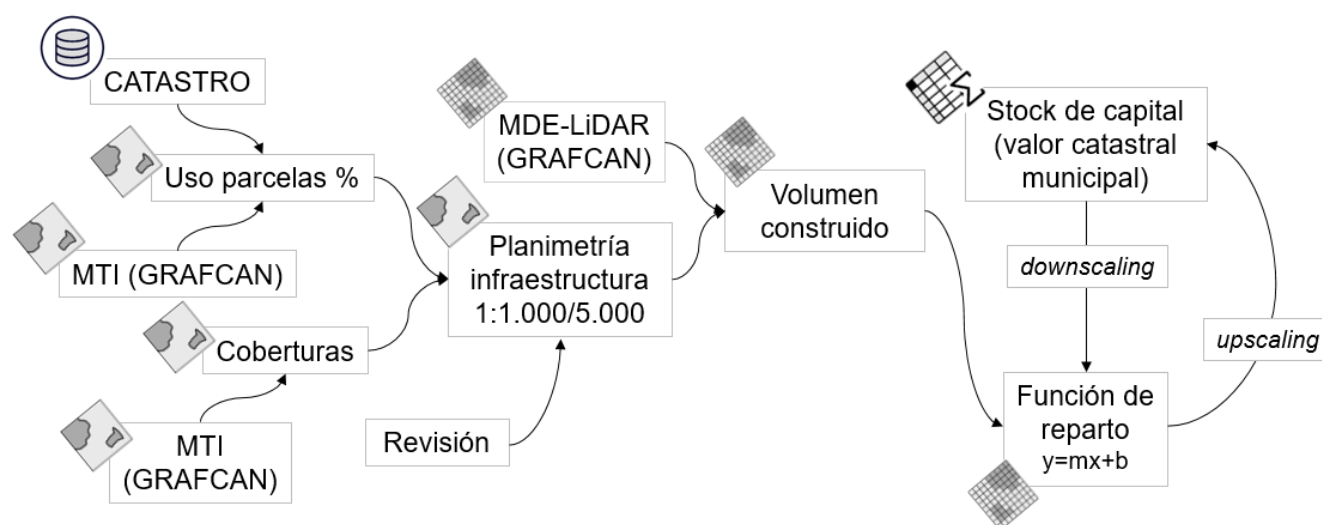


Figura 53. Esquema resumido para la estimación de la distribución y valor de la infraestructura residencial, sanitaria y asistencial, y educativa y sociocultural, e institucional y administrativa, en Canarias. ISTAC, Instituto Canario de Estadística; GRAFCAN, Cartográfica de Canarias S.A

4.3.1.2 Infraestructura deportiva y procedimientos análogos

La infraestructura deportiva incluye las instalaciones destinadas a la práctica de actividades deportivas que no estén vinculadas directamente a usos principales de tipo residencial. El proceso para determinar su distribución en alta resolución se basa en el procedimiento general explicado en el apartado 4.1.1. 'Fuentes y procesos generales', teniendo además dos particularidades respecto al proceso particular aplicado en el apartado anterior (4.1.3.1.1. 'Infraestructura residencial y procedimientos análogos').

- 1) En el punto 2 del proceso, la información de usos de la geometría parcelaria se ha completado tanto con el MTI (GRAFCAN) como con la información de la Base Cartográfica Nacional (BCN, IGN), dado que se ha comprobado un alto nivel de exactitud, de esta última, respecto a la distribución territorial de las instalaciones deportivas en Canarias.
- 2) En el punto 3 del proceso, para re-escalar y homogeneizar la planimetría, la intersección con la geometría de coberturas del MTI se ha ejecutado incluyendo también los suelos no pavimentados (céspedes, mosquetas, etc.).

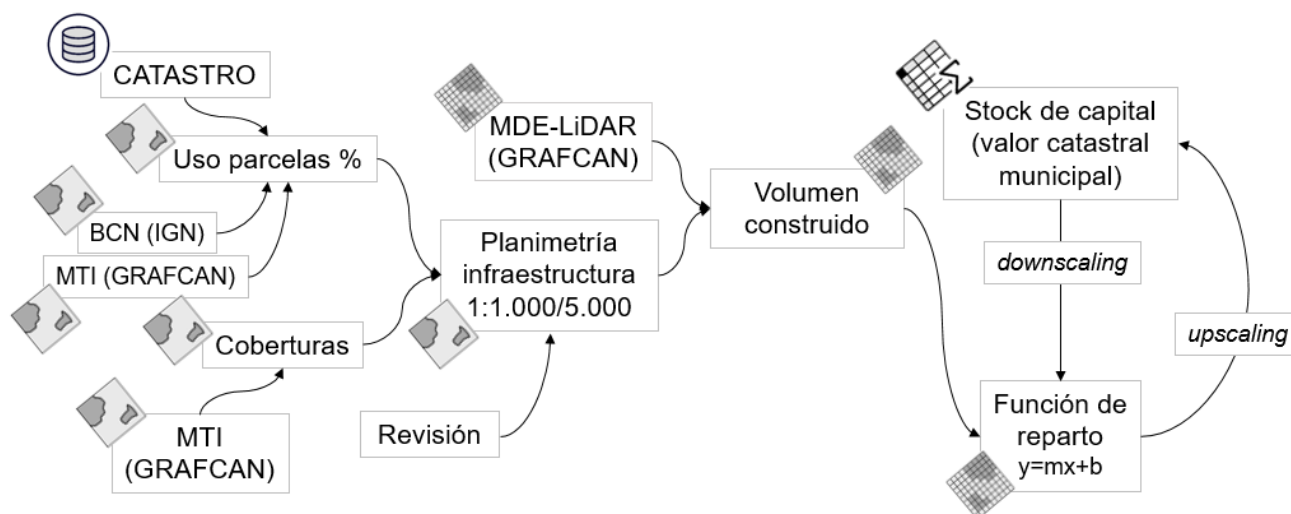


Figura 54. Esquema general resumido para la estimación de la distribución y stock de capital de la infraestructura deportiva, histórico-artística y religiosa, científico-tecnológica, de abastecimiento y tratamiento de aguas, suministro eléctrico, telecomunicaciones, transporte terrestre, transporte marítimo y transporte aéreo, en Canarias. ISTAC, Instituto Canario de Estadística; GRAFCAN, Cartográfica de Canarias S.A.; IGN, Instituto Geográfico Nacional

Este mismo procedimiento de downscaling para la determinación de la distribución y stock de capital (exceptuando el uso de superficies no pavimentadas), se ha aplicado en los siguientes temas:

- *Infraestructura histórico-artística y religiosa*
- *Infraestructura científico-tecnológica.*
- *Infraestructura de abastecimiento y tratamiento de aguas.*
- *Infraestructuras de suministro eléctrico*
- *Infraestructuras de telecomunicaciones*
- *Infraestructuras de transporte terrestre*
- *Infraestructuras de transporte marítimo*
- *Infraestructuras de transporte aéreo*

Los puertos marítimos han identificados y clasificados según su su categoría: puertos de interés general, puertos deportivos e instalaciones portuarias. Se han identificado 46 zonas portuarias adscritas a la Comunidad Autónoma de Canarias, tipificadas en tres categorías: puertos de interés general, deportivos e instalaciones portuarias:

Tabla 19. Parámetros y especificaciones de ortofoto histórica.

NOMBRE DEL PUERTO	ISLA	MUNICIPIO	TIPO
LA RESTINGA	El Hierro	La Frontera	Interés general
CORRALEJO	Fuerteventura	La Oliva	Interés general
MORRO JABLE	Fuerteventura	Pájara	Interés general
GRAN TARAJAL	Fuerteventura	Tuineje	Interés general
AGAETE	Gran Canaria	Agáete	Interés general
ARGUINEGUÍN	Gran Canaria	Mogán	Interés general
SANTA ÁGUEDA	Gran Canaria	San Bartolomé Tirajana	Interés general
PLAYA SANTIAGO	La Gomera	Alajeró	Interés general
VUELTAS VGR	La Gomera	Valle Gran Rey	Interés general
ÓRZOLA	Lanzarote	Haría	Interés general
CALETA DEL SEBO	Lanzarote	Teguise (La Graciosa)	Interés general
PUERTO DEL CARMEN	Lanzarote	Tías	Interés general
PLAYA BLANCA	Lanzarote	Yaiza	Interés general
TAZACORTE	La Palma	Tazacorte	Interés general
GARACHICO	Tenerife	Garachico	Interés general
PLAYA SAN JUAN	Tenerife	Guía de Isora	Interés general
PUERTO DE LA CRUZ	Tenerife	Puerto de la Cruz	Interés general
EL CASTILLO/CALETA DE FUSTE	Fuerteventura	Antigua	Deportivo
MOGÁN	Gran Canaria	Mogán	Deportivo
PUERTO RICO	Gran Canaria	Mogán	Deportivo
PASITO BLANCO	Gran Canaria	San Bartolomé de Tirajana	Deportivo
TALIARTE	Gran Canaria	Telde	Deportivo
PUERTO CALERO	Lanzarote	Yaiza	Deportivo
MARINA DEL RUBICÓN	Lanzarote	Yaiza	Deportivo
PUERTO COLÓN	Tenerife	Adeje	Deportivo
MARINA SAN MIGUEL	Tenerife	San Miguel de Abona	Deportivo
LAS GALLETAS	Tenerife	Arona	Deportivo
C.N. DE GÜÍMAR	Tenerife	Güímar	Deportivo
LA GALERA	Tenerife	Candelaria	Deportivo
RADAZUL	Tenerife	El Rosario	Deportivo
LOS GIGANTES	Tenerife	Santiago del Teide	Deportivo
EL ROQUETE	Tenerife	La Laguna	Deportivo
EL COTILLO	Fuerteventura	La Oliva	Instalaciones port.
MOGÁN	Gran Canaria	Mogán	Instalaciones port.
CASTILLO DEL ROMERAL	Gran Canaria	San Bartolomé de Tirajana	Instalaciones port.
LA ALDEA	Gran Canaria	San Nicolás	Instalaciones port.
SARDINA DEL NORTE	Gran Canaria	Gáldar	Instalaciones port.

NOMBRE DEL PUERTO	ISLA	MUNICIPIO	TIPO
SAN CRISTÓBAL	Gran Canaria	Las Palmas de Gran Canaria	Instalaciones port.
PLAYA DEL CABLE	Lanzarote	Arrecife	Instalaciones port.
PUERTO ESPÍNDOLA	La Palma	San Andrés y Sauces	Instalaciones port.
PUERTO NAOS	La Palma	Los Llanos de Aridane	Instalaciones port.
TAJAO	Tenerife	Arico	Instalaciones port.
CANDELARIA	Tenerife	Candelaria	Instalaciones port.
EL MÉDANO	Tenerife	Granadilla	Instalaciones port.
LOS ABRIGOS	Tenerife	Granadilla	Instalaciones port.
EL PRIS	Tenerife	Tacoronte	Instalaciones port.
EL ROQUETE	Tenerife	San Cristóbal de La Laguna	Instalaciones port.
EL PUERTITO DE GÜÍMAR	Tenerife	Güímar	Instalaciones port.
SAN MARCOS	Tenerife	Icod de los Vinos	Instalaciones port.

4.3.1.3 Espacios públicos abiertos

En los espacios públicos abiertos se han incluido los elementos principales del viario público peatonal (aceras, paseos, parques y plazas.), las zonas ajardinadas de carácter público y los espacios deportivos abiertos.

Para determinar su distribución y generar cartografías de alta resolución no se ha empleado información catastral. La cartografía de paseos, aceras y plazas se ha extraído y procesado directamente a partir del MTI (GRAFCAN, Gobierno de Canarias); los jardines públicos han sido extraídos de la BCN (IGN, Gobierno de España); y los espacios deportivos abiertos se han obtenido de procedimiento ya descrito, suprimiendo las superficies construidas y/o edificadas.

4.3.1.4 Instalaciones peligrosas

Se han considerado aquí las instalaciones que albergan riesgo químico y/o radiológico, así como las instalaciones de almacenamiento de residuos sólidos (vertederos y escombreras). El tratamiento individualizado de este tipo de instalaciones en el proyecto PIMA Adapta Costas viene dado por la necesidad de prevenir riesgos de contaminación grave, de naturaleza sólida, química o radiológica, que pudieran derivarse del impacto de las inundaciones costeras sobre este tipo de infraestructuras a lo largo del siglo.

El procedimiento para obtener esta cartografía se describe en los siguientes pasos:

- 1) Se ha relaborado un inventario de instalaciones químicas y radiológicas, habiéndose identificado, clasificado y caracterizado, 44 instalaciones de este tipo en Canarias.

- 2) El inventario, plasmado en un mapa digital de puntos, ha sido superpuesto con el parcelario catastral urbano, identificando las parcelas que contienen dichos puntos.
- 3) Siguiendo el procedimiento general de re-escalado y homogenización planimétrica, las parcelas han sido intersectadas espacialmente con la geometría de edificaciones, construcciones y pavimentos, del MTI (GRAFCAN), obteniéndose una cartografía de escala 1:1.000/1.5000.
- 4) Se ha combinado espacialmente con las planimetrías de vertederos y almacenes de residuos, extraídas del MTI (GRAFCAN) y de la BCN (IGN).

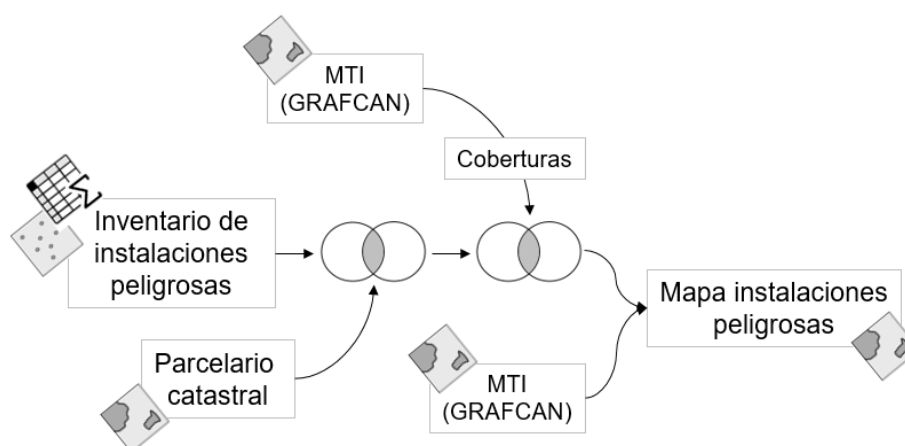


Figura 55. Esquema resumido para la obtención de la cartografía de instalaciones peligrosas. GRAFCAN, Cartográfica de Canarias S.A

4.3.1.5 Infraestructuras Críticas (IC)

Las Infraestructuras Críticas (IC), según se definen en la Ley 8/2011, de 28 de abril, por la que establecen medidas para su protección, engloban el conjunto de recursos, servicios, tecnologías de la información y redes que, en el caso de sufrir daños, causarían gran impacto en la seguridad, tanto física como económica, de los ciudadanos o del buen funcionamiento del sistema. Teniendo en cuenta la clasificación del Plan Nacional de Infraestructuras Críticas, la cartografía de IC en Canarias procede de la selección de estos elementos críticos en cada una de las capas de infraestructuras generadas en los apartados anteriores:

- Infr. sanitaria > Hospitales generales
- Infr. transporte marítimo > Puertos de interés general.
- Infr. transporte aéreo > Aeropuertos.

- Infr. transporte terrestre > Autopistas, autovías y carreteras insulares.
- Infr. telecomunicaciones > Antenas de telecomunicaciones.
- Infr. emergencias y seguridad > Bomberos, protección civil y bases militares.
- Infr. tratamiento de aguas > Desaladoras y depuradoras.
- Infr. suministro eléctrico > Centrales térmicas.
- Infr. científico-tecnológica > Instalaciones de I+D+i.
- Infr espacios públicos > Playas turísticas.
- Infr peligrosas > Instalaciones químicas y radiológicas.

4.3.2 VULNERABILIDAD GENERAL DE LAS INFRAESTRUCTURAS Y DOTACIONES

La vulnerabilidad de las infraestructuras es la propensión de estas a ser dañadas por un determinado fenómeno, debido a sus características constructivas o estructurales. Los elementos expuestos pueden sufrir diferentes grados de daños debido a su diferente vulnerabilidad, por lo que debemos estimar el *daño efectivo* provocado por los fenómenos costeros.

La vulnerabilidad de los elementos expuestos puede variar considerablemente de una instalación a otra, o entre elementos de una misma infraestructura. El estudio detallado de este factor requiere de un análisis estructural pormenorizado que se escapa de la esfera de este proyecto. Dado el alcance regional del PIMA Adapta Costas, la vulnerabilidad de las infraestructuras se ha determinado mediante el empleo de curvas de daños generalizadas. Estas curvas de daños representan la relación entre la magnitud del peligro y la pérdida asociada en bienes e infraestructuras, relacionando ciertos parámetros de las inundaciones, como pueden ser la cota de inundación, la velocidad de la corriente o la duración de la inundación, con los daños esperables.

Lo que se mide con estas funciones es el llamado *daño emergente*, o daño ocasionado directamente sobre los activos físicos, por contraposición al lucro cesante. En este estudio el daño emergente sobre los activos se aproxima a través del llamado *stock de capital*, que comprende el conjunto de activos fijos durables utilizados directamente en la producción de bienes y servicios, y que resultan de los flujos de inversión pasados, de su composición por tipos de activo y del ritmo de depreciación de cada uno de estos.

Las curvas de daño se aplican solo a los eventos de inundación esporádica, ya que, en el caso de los procesos de inundación permanente, ocasionados por el ascenso del nivel medio de mar, se considera siempre una pérdida total, independientemente de la profundidad de la lámina de agua.

En este proyecto se han empleado las curvas de daños o vulnerabilidad que reportan Huizinga et al. (2017) a través de Centro Común de Investigación de la Comisión Europea (JRC, Unión Europea). Este informe oficial

proporciona una base de datos completa sobre curvas de vulnerabilidad para 214 países en las categorías de edificios residenciales, comerciales, industriales, transportes, infraestructuras y agricultura. A través del tratamiento estadístico de los modelos existentes en cada país, el informe proporciona curvas de daños agregadas a escala continental y normalizadas a una escala 0 (0% de daños) – 1 (100% de daños). Estas curvas relacionan la proporción de daños en infraestructuras con la profundidad de la lámina de agua, en un rango de 1 a 6 m, y están sometidas a validación o calibración con eventos de inundación reales.

Las funciones de daño continentales son funciones promedio de todas las curvas disponibles, normalizadas por continente. Dado que, a nivel local, los valores de daños pueden variar significativamente debido a la distinta resistencia de los materiales y estructuras que componen las construcciones residenciales, comerciales, industriales, etc, si se dispone de datos, conviene introducir modificaciones en función del tipo de construcción, entorno de construcción (urbano, rural, formal, informal), tipo de materiales, existencia de sótanos, etc.

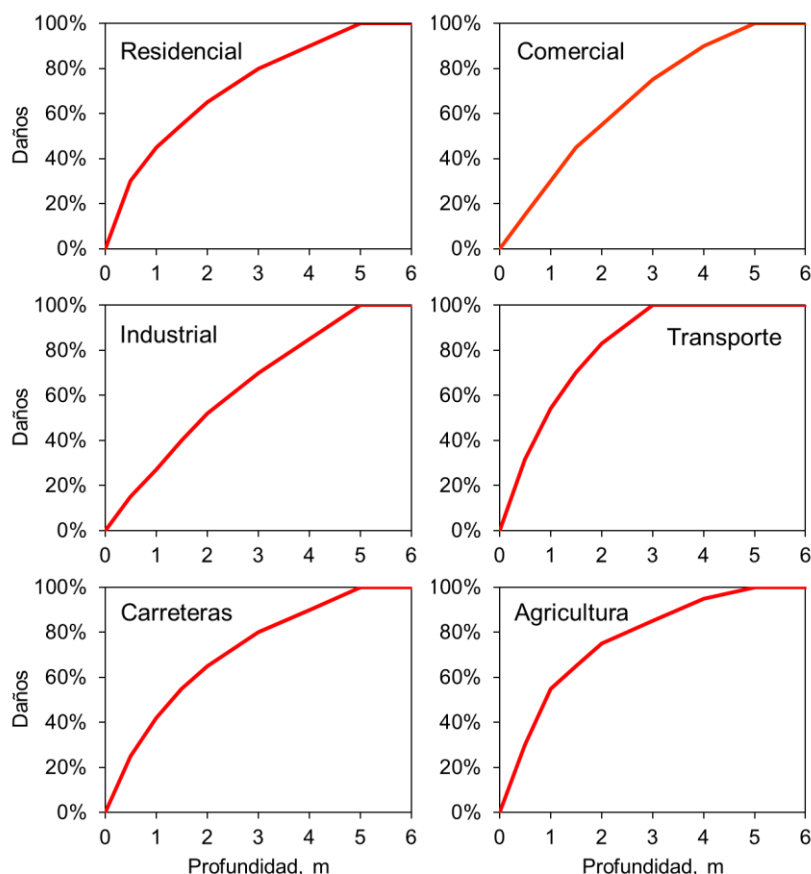


Figura 56. Funciones de daños a escala europea para edificios residenciales, comerciales, industriales, transporte, infraestructuras (carreteras) y agricultura. Fuente: Huizinga et al. (2017). Reporte técnico del JRC (Unión Europea).

Siguiendo estas directrices, en las islas Canarias hemos realizado una modulación local de las curvas europeas de daños del JRC (Huizinga et al., 2017) en función de tres criterios:

- 1) El año de construcción de las edificaciones, utilizando las fechas de aprobación de los dos principales estándares de construcción de la normativa española: 1977, año de aprobación las Normas Básicas de Edificación (NBE), y 2006, año de aprobación del Código Técnico de Edificación (CTE). La fecha de edificación ha sido extraída de la base catastral.
- 2) La calidad constructiva de las edificaciones, utilizando la escala de 1 (mejor calidad constructiva) a 9 (peor calidad constructiva) que proporciona la base de datos del Catastro en la codificación de las tipologías constructivas.
- 3) La existencia de plantas subsuelo, también proporcionada por la base de datos catastral.

Con ello hemos establecido 18 grupos que hemos denominado con letras de la A (menor antigüedad, mayor calidad constructiva) a la E (mayor antigüedad, menor calidad constructiva), y con los símbolos (+) y (-) en función la inexistencia o existencia de plantas en el subsuelo:

- El grupo A engloba las construcciones posteriores a 2006 con calidad constructiva de 1 a 3 (Tabla 20). Hemos adaptado una curva de daños para este grupo, un 10% por debajo (menor impacto) de la curva de referencia del JRC, en el subgrupo A+, y un 20% por debajo en el subgrupo A- (figura 57).
- El grupo B engloba las construcciones entre 1977 y 2006 con calidad constructiva de 1 a 3, o las construcciones posteriores a 2006 con calidad constructiva entre 4 y 6. Hemos adaptado una curva de daños para este grupo, un 5% por debajo (menor impacto) de la curva de referencia del JRC, en el subgrupo B+, y un 10% por debajo en el subgrupo B- (figura 57).
- El grupo C engloba las construcciones posteriores a 2006 con calidad constructiva de 7 a 9, las construidas entre 1977 y 2006 con calidad constructiva de 4 a 6, o las construidas con anterioridad a 1977 con calidad constructiva de 1 a 3. El subgrupo C+ coincide con la curva de referencia del JRC y el subgrupo C- se sitúa un 5% por encima de la misma (mayor impacto).
- El grupo D engloba las construcciones entre 1977 y 2006 con calidad constructiva entre 7 y 9, o las anteriores a 1977 con calidad constructiva de 4 a 7. La curva adaptada de daños para este grupo es un 5% por encima (mayor impacto) de la curva de referencia del JRC, en el subgrupo D+, y un 10% por encima en el subgrupo D- (figura 57).
- El grupo E engloba las construcciones anteriores a 1977 con calidad constructiva entre 7 y 9. La curva adaptada de daños para este grupo está un 10% por encima (mayor impacto) de la curva de referencia del JRC, en el subgrupo E+, y un 20% por encima en el subgrupo E- (figura 57).

		Antigüedad efectiva					
		>2006		1977-2006		<1977	
Calidad constructiva	(1-3)	A+	A-	B+	B-	C+	C-
	(4-6)	B+	B-	C+	C-	D+	D-
	(7-9)	C+	C-	D+	D-	E+	E-

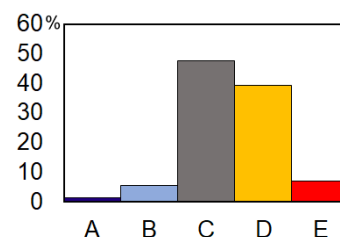


Tabla 20. Grupos de construcciones para modular localmente las curvas de daños del JRC. Figura. Abundancia relativa de los grupos constructivos A, B, C, D y E en Canarias.

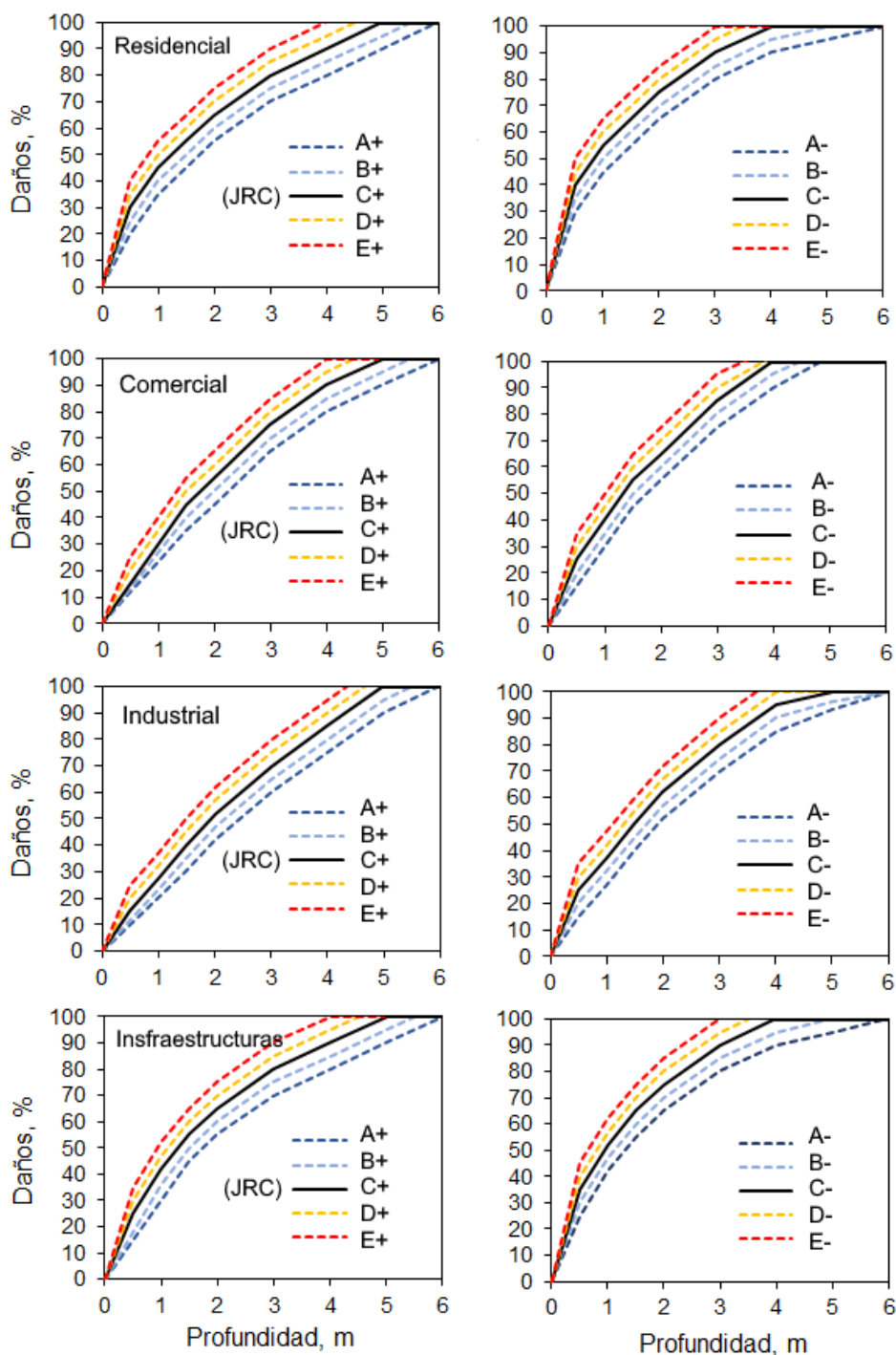


Figura 57. Adaptaciones locales de las funciones de daños a escala europea en función de grupos constructivos en Canarias

4.4 SECTORES PRODUCTIVOS

El tejido productivo se ha dividido en los tres grandes sectores de la actividad económica:

- El **sector primario**, que incluye las actividades destinadas a la obtención de recursos y materias primas. Encontramos aquí, por lo tanto, actividades como la agricultura, ganadería, pesca, silvicultura o minería. Por su peso económico y presencia en el territorio, las actividades primarias que predominan en el archipiélago canario son la agricultura, sobre todo de exportación, y la pesca. No obstante, el sector primario ha ido en franco retroceso en las últimas décadas y actualmente solo contribuye un 1,3% al Valor Añadido Bruto (VAB) y abarca el 2,5% del empleo total en Canarias (del 21,2% en 1978). Las cartografías relativas a este sector de actividad se han obtenido de fuentes alternativas al Catastro.
- El **sector secundario**, que está conformado por el conjunto de actividades destinadas a la transformación de materias primas y a la fabricación de productos. Engloba desde la construcción hasta la industria agrícola o de alimentación, e incluye la fabricación y el almacenamiento. En Canarias, el peso económico del sector industrial se concentra sobre todo en las islas capitalinas: Tenerife y Gran Canaria. A pesar de todo, actualmente mantiene un peso relativamente bajo en la economía, concentrando solo un 13,4 del VAB y un 9,7% del empleo en Canarias.
- El **sector terciario**, que está constituido por las actividades de prestación de servicios, es el sector más diversificado de la economía y el de mayor peso económico en el archipiélago canario, dado el fuerte proceso de terciarización económica desde la década de 1960. El sector servicios concentra actualmente el 85,3% del VAB y el 87,8% del empleo. Dentro de este sector, cobra especial importancia el turismo, que puede llegar a concentrar el 35% del Producto Interior Bruto (PIB), el 40% del empleo directo y generar trabajo indirecto para aproximadamente el 70% de la población activa canaria. La actividad turística se concentra en Gran Canaria, Tenerife, Lanzarote y Fuerteventura; aunque las islas restantes, sobre todo La Palma, han ido estableciendo también ofertas turísticas de cierta importancia.

4.4.1 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS SECTORES PRODUCTIVOS

4.4.1.1 SECTOR PRIMARIO

4.4.1.1.1 AGRICULTURA

La distribución geográfica del sector agrícola ha sido directamente importada a la base cartográfica del PIMA Adapta Costas desde el Mapa de Cultivos de Canarias. Este mapa fue elaborado por la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas del Gobierno de Canarias, en los años 2014 (Lanzarote), 2015 (El Hierro), 2016 (Tenerife), 2017 (La Palma, 2018 (La Gomera), 2019 (Gran Canaria) y 2020 (Fuerteventura). Tiene una escala 1:2.000 y una estructura de información muy desagregada que la convierte en la fuente de información más detallada y actualizada, sobre cultivos, de la que se dispone en Canarias. Esta información ha sido completada con la geometría de 'invernaderos' del MTI, la cual hemos considerado más exacta que la propia distribución de invernaderos del Mapa de Cultivos.

Las estadísticas territoriales del valor económico de los cultivos, en términos productivos, han sido sometidas a downscaling para obtener mapas a resolución horizontal de 2,5 m. Los valores re-escalados han sido:

- 1) La media anual de los valores de la producción agrícola, en toneladas, entre 2012 y 2018, por tipos de cultivos, dados a nivel insular. Fuente: ISTAC y Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca (Gobierno de Canarias).
- 2) La media anual de los valores de la producción agrícola, en miles de euros, entre 2010 y 2011, por tipos de cultivos, dados a nivel provincial (Las Palmas y Santa Cruz). Fuente: ISTAC a partir de datos de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (Gobierno de Canarias).
- 3) La media anual del Producto Interior Bruto agrario (PIB), en miles de euros, entre 2010 y 2018, dado a nivel insular. Fuente: ISTAC a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística (INE).
- 4) La media anual del Valor Añadido Bruto agrario (VAB) a precios de mercado, en millones de euros, entre 2010 y 2019, dado a nivel autonómico. Fuente: ISTAC a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística (INE).

Las dos primeras estadísticas vienen desagregadas por grupos de cultivos, por lo que debieron hacerse agrupaciones en las categorías del Mapa de Cultivos, para adaptarlas a las clases más generales contenidas en

las estadísticas. Asimismo, se excluyeron de la productividad agraria, las tierras abandonadas y la distribución de los valores se hizo de forma equitativa dentro de las clases, aunque ponderando, con carácter general, un 30%, la producción en invernaderos.

La distribución del stock de capital de las tierras de cultivo se ha estimado mediante el re-escalado del valor catastral actualizado del suelo agrario (2019). Este valor, en miles de euros, es proporcionado por la Dirección General del Catastro y se encuentra agregado a nivel municipal, sin distinguir tipos de cultivos. El re-escalado a resolución horizontal de 2,5 m se realizó de forma equidistributiva por todas las tierras de cultivo de cada municipio, sin factores de ponderación.

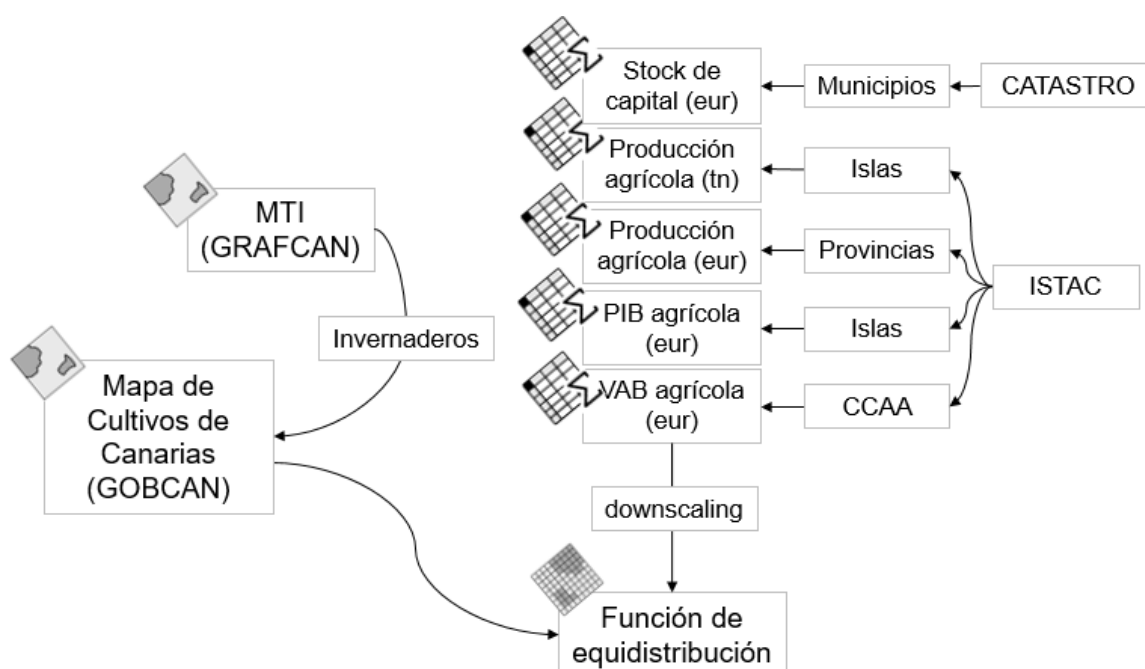


Figura 58. Esquema general resumido para la distribución espacial del valor productivo y de capital del sector agrícola en Canarias. ISTAC, Instituto Canario de Estadística; GRAFCAN, Cartográfica de Canarias S.A.; GOBCAN, Gobierno de Canarias.

4.4.1.1.2 GANADERÍA

La distribución de la actividad ganadera y su valor económico se ha estimado a partir de tres fuentes:

- El Registro Ganadero actualizado de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas (Gobierno de Canarias), que incluye 3.314 explotaciones ganaderas cartografiadas en forma de

mapa de puntos. En Canarias, se carece actualmente de un mapa de explotaciones ganaderas de carácter poligonal.

- El Censo Agrario de 2009, con el número de explotaciones ganaderas y su superficie total por municipios. Fuente: ISTAC a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística.
- La Estadística Agraria de Canarias, con el valor medio anual de los años 2010 y 2011, de la producción ganadera, en euros y toneladas, por provincias y tipo de producto (carne, huevos, leche y miel). Fuente: ISTAC a partir de datos de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas del Gobierno de Canarias.

Dado el escaso peso económico de la ganadería en Canarias, se consideró innecesaria una vectorización digital de alta resolución de todas las explotaciones ganaderas. Así, del Censo Agrario, se calculó el tamaño medio de la explotación por municipio y se marcó un área de influencia cuadrangular equivalente a dicha superficie, en torno al mapa de puntos del Registro Ganadero. Los valores de producción de la Estadística Agraria de Canarias, en unidades de peso y monetarias, fueron posteriormente distribuidos y asignados a cada uno de los polígonos del Registro Ganadero de forma proporcional al tamaño medio. La digitalización exacta de las explotaciones se realizó a posteriori y de forma seleccionada, una vez detectadas las intersecciones de los modelos de inundaciones sobre las explotaciones ganaderas. Asimismo, no se consideró conveniente rasterizar el mapa y se mantuvo el formato vectorial para los análisis posteriores.

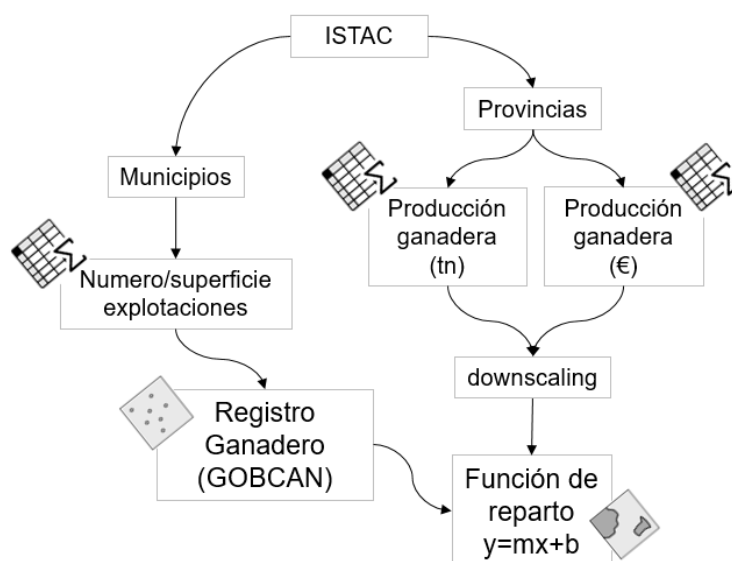


Figura 59. Esquema general resumido para la distribución espacial del valor productivo y de capital del sector ganadero en Canarias. ISTAC, Instituto Canario de Estadística; GRAFCAN, Cartográfica de Canarias S.A.; GOBCAN, Gobierno de Canarias

4.4.1.1.3 PESCA

La distribución de la actividad pesquera y su valor económico se ha estimado a partir de dos fuentes:

- El Censo de cofradías pesqueras de Canarias, elaborado desde la Dirección General de Pesca, de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas del Gobierno de Canarias, que incluye la cartografía de 28 cofradías en forma de capa de puntos.
- El valor medio anual, entre 2010 y 2019, de la producción pesquera, en unidades de peso y monetarias, a nivel insular (Cabildos), de la Consejería de Agricultura, Ganadería y pesca del Gobierno de Canarias.

Las operaciones de poligonado y re-escalado han consistido en seleccionar las infraestructuras portuarias (ver sección 4.1.3. Infraestructuras, equipamientos y dotaciones) asociadas a cada uno de los puntos que representan la localización de las cofradías pesqueras, y repartir el valor insular de producción pesquera, en toneladas y euros, por Cabildos, de forma proporcional a la dimensión areal de dichas infraestructuras. Como en el caso de la ganadería, se prescindió de rasterizar el producto final, dejando un mapa vectorial con información de producción global a nivel de cada entidad o puerto.

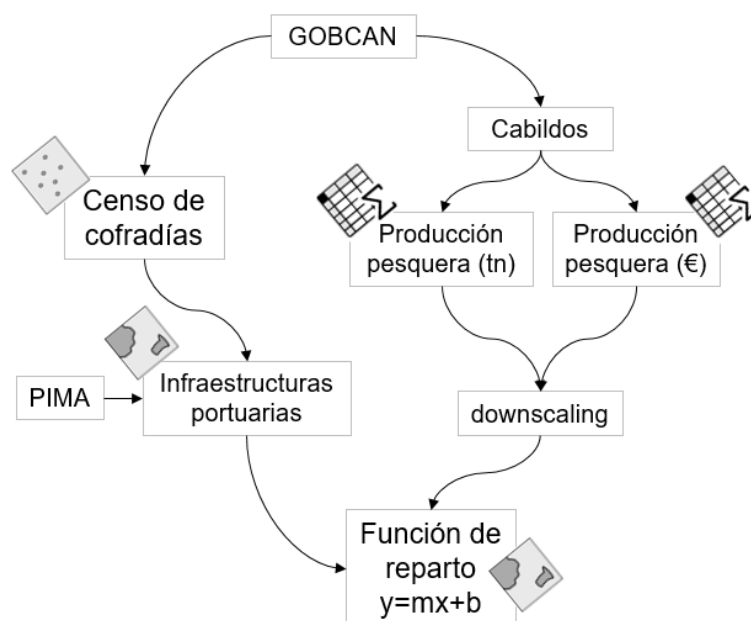


Figura 60. Esquema general resumido para la distribución espacial del valor productivo y de capital del sector pesquero en Canarias. ISTAC, Instituto Canario de Estadística; GRAFCAN, Cartográfica de Canarias S.A.; GOBCAN, Gobierno de Canarias

4.4.1.1.4 ACTIVIDAD EXTRACTIVA

Por falta de datos primarios, la distribución de la actividad extractiva no ha sido estimada en su dimensión monetaria, sino únicamente en su dimensión cartográfica. Para ello se ha recurrido a la simple combinación de la información del MTI (GRAFCAN), relativa a superficies extractivas (minas, graveras, canteras y salinas), con la información de la BCN (IGN) relativa a las explotaciones mineras.

4.4.1.2 SECTOR SECUNDARIO

4.4.1.2.1 FABRICACIÓN Y ALMACENAMIENTO

El sector secundario o industrial incluye una importante variedad de actividades, pero en este proyecto se han dividido únicamente en dos tipos. Por un lado, las actividades de fabricación y almacenamiento, incluyendo la construcción, y por el otro, el sector de la producción de energía.

La estimación de la distribución espacial y valor económico en el sector industrial de fabricación y almacenamiento ha seguido los procedimientos marcados a nivel general. Para estimar su distribución espacial

en alta resolución, en primer lugar, se han agrupado, y asociado a la geometría parcelaria, X códigos catastrales dentro del 'uso industrial y de almacenamiento', calculándose su proporción dentro de las parcelas. En segundo lugar, la geometría parcelaria resultante se ha re-escalado y homogenizado a escala 1:1.000/1.5000, intersectándola con la geometría de coberturas de suelo construido del MTI (incluyendo edificaciones, construcciones y pavimentos). Finalmente, se ha sometido a revisión sobre ortofoto, en el primer 1 km de costa, para detectar errores de cobertura, y se han eliminado automáticamente micropolígonos (<10 m²). De esto ha resultado una capa vectorial del uso industrial a escala 1:1.000/1.5000, con información sobre la proporción de uso industrial ('grado') en cada tipo de cobertura (edificio, construcción o pavimento).

La distribución del valor económico (productivo y de capital), en fabricación y almacenamiento, se ha estimado por procedimientos de *downscaling* sobre las siguientes estadísticas:

- Valor catastral actualizado (stock de capital), en miles de euros, de las instalaciones industriales, por cada municipio. Fuente: Dirección General del Catastro.
- Valor medio del Producto Interior Bruto (PIB) industrial, entre 2010 y 2018, en miles de euros, a escala insular (Cabildos). Fuente: ISTAC a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística (INE).
- Valor medio total anual de la fabricación industrial, en miles de euros, entre 2010 y 2019, a nivel autonómico. Fuente: ISTAC a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística (INE).
- Valor medio del VAB industrial, entre 2010 y 2019, en millones de euros, a escala autonómica. Fuente: ISTAC.

Para ejecutar el *downscaling* de estos indicadores, se determina el volumen industrial construido superponiendo, a la planimetría, el MDE-LiDAR (GRAFCAN) de las construcciones y multiplicando el valor de altura por la proporción del uso industrial. El MDE recibe un valor mínimo por defecto de 0,5 m. El valor de distribuye de forma proporcional al volumen industrial construido en cada punto y se realiza posteriormente la operación inversa de up-scaling para garantizar la consistencia del proceso.

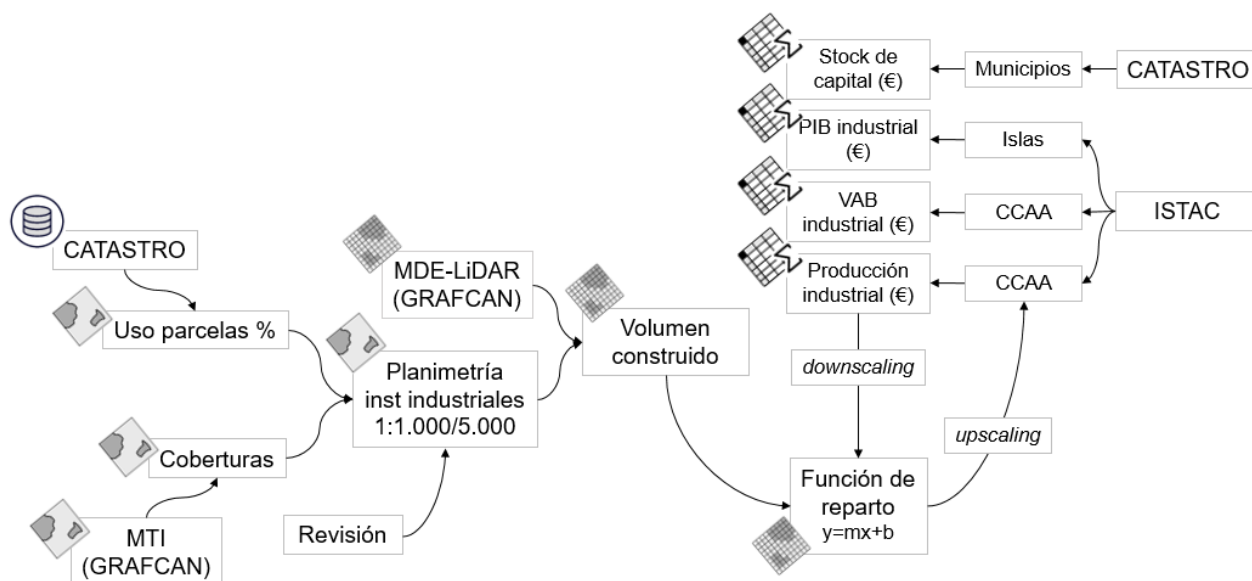


Figura 61. Esquema general resumido para la distribución espacial del valor productivo y de capital del sector industrial en Canarias. ISTAC, Instituto Canario de Estadística; GRAFCAN, Cartográfica de Canarias S.A.; GOBCAN, Gobierno de Canarias

4.4.1.2.2 PRODUCCIÓN DE ENERGÍA

La producción de energía se refiere a las cuatro principales fuentes de producción en Canarias: térmica (~90%), eólica (~6%), fotovoltaica (~3%) e hidroeléctrica (~1%).

Para estimar el valor expuesto en materia de producción eléctrica, la distribución planimétrica de las centrales de producción se ha obtenido de la integración de las siguientes fuentes cartográficas:

- Capa de centrales eléctricas de la Base Cartográfica Nacional escala 1:25.000 (IGN, Gobierno de España).
- Censo actualizado de parques eólicos y parques fotovoltaicos del Servicio de Combustibles y Energías Renovables de la Dirección General de Industria y Energía del Gobierno de Canarias.

Siguiendo los procedimientos generales, estas capas han sido combinadas y posteriormente homogenizadas a escala 1:1.000/5.000 mediante la planimetría de coberturas del MTI (edificios, construcciones y pavimentos). Los indicadores económicos sometidos a downscaling fueron los siguientes:

- Valor medio de la producción industrial de energía, en miles de euros, entre 2010 y 2018, a escala autonómica. Fuente: ISTAC a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística (INE).

- Producción media anual bruta de energía eléctrica, en MWh, entre 2010 y 2019, a escala insular.

Fuente: Instituto Canario de Estadística (ISTAC) a partir de datos de ENDESA.

El reparto subsiguiente de los valores por las planimetrías no tuvo en cuenta los volúmenes construidos sino únicamente las superficies cartográficas. En contrapartida, se recurrió a una ponderación de ambos indicadores en función del peso relativo en la producción total de cada una de las fuentes principales: térmica (90%), eólica (6%), fotovoltaica (3%) e hidroeléctrica (1%).

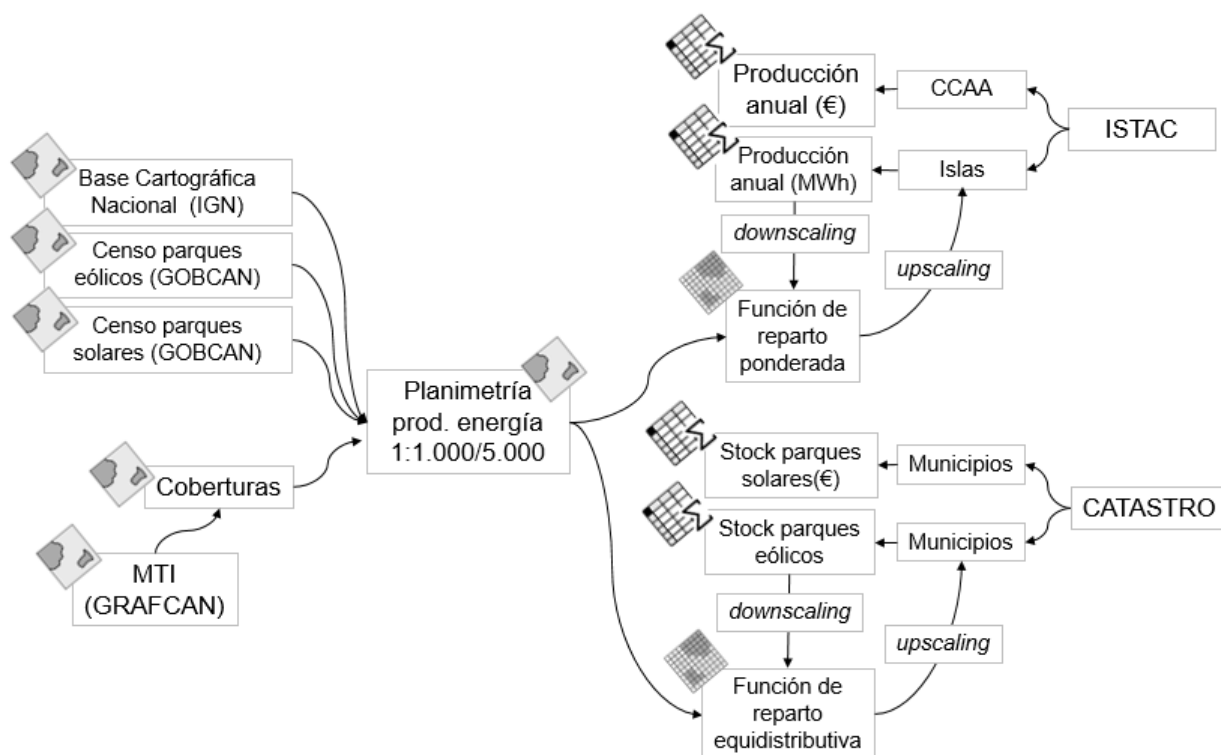


Figura 62. Esquema general resumido para la distribución espacial del valor productivo y de capital del sector energético en Canarias. ISTAC, Instituto Canario de Estadística; GRAFCAN, Cartográfica de Canarias S.A.; GOBCAN, Gobierno de Canarias

4.4.1.3 SECTOR TERCIARIO

El sector terciario incluye un conjunto muy diversificado de actividades orientadas al comercio y a la prestación de servicios. En este trabajo se estudia el sector desde tres niveles: (1) las actividades de servicios en su conjunto, (2) la actividad hostelera en particular y (3) la actividad turística, en referencia específica al sector hotelero, así como la estimación del valor económico de las playas turísticas del archipiélago.

4.4.1.3.1 SERVICIOS

La distribución espacial del sector servicios se ha estimado siguiendo las pautas generales: en primer lugar, agrupando y asociando a la geometría parcelaria, X códigos catastrales dentro del 'uso terciario', y calculando su proporción dentro de las parcelas. En segundo lugar, re-escalando a 1:1.000/1.5000 la geometría parcelaria resultante, e intersectándola con las coberturas del suelo construido del MTI (edificaciones, construcciones y pavimentos). Finalmente, se ha sometido a revisión sobre ortofoto, en el primer 1 km de costa, para detectar errores de cobertura, y se han eliminado automáticamente micropolígonos (<10 m²).

Los indicadores económicos re-escalados sobre esta planimetría son:

- El valor catastral actualizado (stock de capital), en miles de euros, de las instalaciones del sector terciario, por cada municipio. Fuente: Dirección General del Catastro.
- El valor medio anual del Producto Interior Bruto (PIB) terciario, entre 2010 y 2018, en miles de euros, a escala insular (Cabildos). Fuente: ISTAC a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística (INE).
- El valor medio anual del VAB terciario, entre 2010 y 2019, en millones de euros, a escala autonómica. Fuente: ISTAC.

El downscaling sigue el criterio de proporcionalidad respecto al volumen construido, lo que se obtiene de superponer la planimetría al MDE-LiDAR (GRAFCAN) de construcciones (con valor mínimo de 0,5 m) y multiplicar el valor de altura por la proporción del uso terciario.

4.4.1.3.2 HOSTELERIA

La estimación de la distribución espacial y del valor económico de la hostelería sigue el procedimiento descrito anteriormente para el conjunto del sector servicios, pero restringiendo los X códigos catastrales a los X códigos que se refieren a la actividad exclusivamente hostelera (hospedería y restauración). El indicador estadístico que se re-escala en este caso es la media anual del volumen de negocio de la actividad hostelera, entre 2010 y 2016, a escala autonómica (Fuente: ISTAC a partir de datos del INE).

4.4.1.3.3 SECTOR HOTELERO

De nuevo, la estimación de la distribución espacial y del valor económico del sector hotelero sigue las pautas anteriores, solo que restringiendo los X códigos catastrales de hostelería a los X códigos que se refieren a la actividad exclusivamente hotelera. El indicador estadístico re-escalado en este caso son los ingresos turísticos de 2019, por municipio turístico (Fuente: ISTAC). Los Ingresos totales son el producto del indicador

ADR por las habitaciones ocupadas, siendo ADR la Tarifa Media Diaria o ingresos medios diarios obtenidos por habitación/apartamento ocupado. Los ingresos hacen referencia a aquellos percibidos por los hoteleros por la prestación del servicio de alojamiento, sin incluir otro tipo de servicios que sí pueda ofrecer el establecimiento.

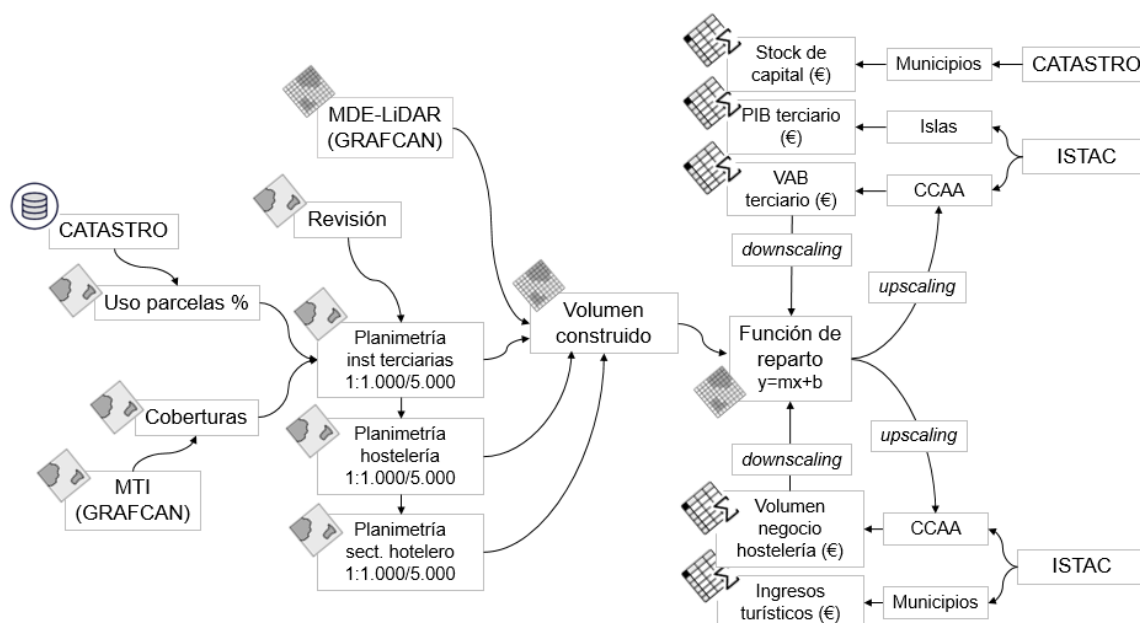


Figura 63. Esquema general resumido para la distribución espacial del valor productivo y de capital del sector terciario, hostelería y turismo en Canarias. ISTAC, Instituto Canario de Estadística; GRAFCAN, Cartográfica de Canarias S.A.; GOBCAN, Gobierno de Canarias

4.4.1.3.4 PLAYAS TURÍSTICAS

La catalogación de una playa como *turística* se ha hecho por medio de un análisis geoespacial con cuatro criterios:

- 1) Playas de composición arenosa o mixta con proximidad de actividad turística. Esto es, la existencia en el entorno de la playa, de alojamientos turísticos. Para ello se ha realizado una búsqueda automática, en SIG, de las playas de arena o mixtas (ver origen de la capa de playas en la sección 4.1.3.1.3. Espacios públicos abiertos) situadas a menos de 500 metros de alojamientos turísticos (ver origen de la capa de alojamientos turísticos en la sección 4.1.4.1.3.3. Sector hotelero).
- 2) Playas dotadas de bandera azul según el Inventario de playas del MITECO (Gobierno de España). Este criterio se incorpora debido a la existencia de playas sin actividad turística en el entorno inmediato,

pero con accesos, servicios y equipamientos que ameritan un uso probablemente intensivo y turístico del espacio.

- 3) Playas que, sin estar vinculadas a la actividad hotelera en el entorno próximo, ni presentar equipamientos o servicios vinculados a la bandera azul, supongan conocidos reclamos turísticos dentro de cada isla. Se trata generalmente de playas naturales, relativamente alejadas de los núcleos urbanos, a veces insertas en espacios naturales protegidos y con altos niveles de calidad visual o paisajística (playa de Las Conchas, La Graciosa; playa del Papagayo, Lanzarote; playa de Sotavento de Jandía, Fuerteventura; Playa El Bollullo, Tenerife; etc.).

De esta selección se han obtenido 173 playas en todo el archipiélago. El cálculo de su valor económico se ha basado en la metodología de Toimil et al. (2018), incluyendo ciertas adaptaciones a las circunstancias particulares del archipiélago canario. Esta metodología está orientada al cálculo del valor económico de las playas, por unidad de superficie, teniendo en cuenta el valor del servicio recreativo y su impacto sobre todo en la actividad turística. En el caso de Canarias, esta valoración es especialmente importante puesto que las playas son la base del turismo en Canarias, donde domina un turismo de sol y playa, y el turismo es a su vez la base de la economía del archipiélago, ya que concentra el ~30% del PIB y el ~40% del empleo directo. A diferencia del resto de regiones de España, las playas de Canarias mantienen un uso constante a lo largo del año.

El proceso general de cálculo y sus adaptaciones en Canarias se resumen a continuación:

- 1) Se ha delimitado en detalle, sobre la ortofoto digital de 25 cm de resolución (GRAFCAN), el área seca de cada playa turística.
- 2) Se ha estimado la intensidad de uso o tasa efectiva de utilización de cada playa (horas de uso al año) considerando tanto la duración de la temporada como de la jornada diaria. Para estimar la duración de la temporada, en cada playa, dada la enorme diversidad climática y ambiental de las islas canarias, el número de días de precipitación $>0,1$ mm se ha restado a los 365 días del año, utilizando los valores del Atlas climático de los archipiélagos de Canarias, Madeira y Azores (AEMET, 2012). Los días de lluvia varían de ~1 semana (358 días de uso) en las playas de suroeste de Gran Canaria, a ~2 meses (305 días de uso) en las playas del noreste de La Palma o noroeste de Tenerife. La consideración de días de lluvia $>0,1$ mm puede parecer sobreestimada, pero se pretende con ello englobar indirectamente otras circunstancias (temporales marítimos, días fríos, episodios de contaminación, etc.) que pueden

concurrir en la inutilización temporal de las playas. Para el cálculo final de las horas totales al cabo del año se ha tenido en cuenta una duración media del día en Canarias de 12 h (8.00-20.00 h).

3) Se ha estimado la densidad media de usuarios de cada playa (personas/m²). Para ello se ha determinado un valor máximo (=100% de ocupación) correspondiente con el espacio mínimo de confortabilidad individual (capacidad de carga). En Canarias hemos adoptado los valores propuestos por Ariza et al (2010) para las costas del mediterráneo catalán, por mayor semejanza con la intensidad uso de las playas de Canarias. Estos valores son los siguientes:

- En playas urbanas, 4 m²/persona – 0,25 personas/m²
- En playas semiurbanas, 8 m²/persona – 0,125 personas/m²
- En playas naturales, 16 m²/persona – 0,0625 personas/m²

A partir de ahí, se ha aproximado, mediante la construcción de curvas de ocupación, la tasa de ocupación (%) de cada playa en las distintas franjas horarias del día. Para ello se han determinado tres grupos de playas: playas de ocupación alta, media y baja (Inventario de playas MITECO); y dos temporadas: temporada alta y temporada media, cada una de ellas con una duración igual a 6 meses. De ello han resultado 6 curvas de **ocupación** donde la tasa es un porcentaje (%) de la capacidad de carga: 4, 8 o 16 m²/persona. A partir de estas curvas, la tasa media anual de ocupación que se ha obtenido es de 55% en playas de ocupación alta, 45% en playas de ocupación media y 35% en playas de ocupación baja.

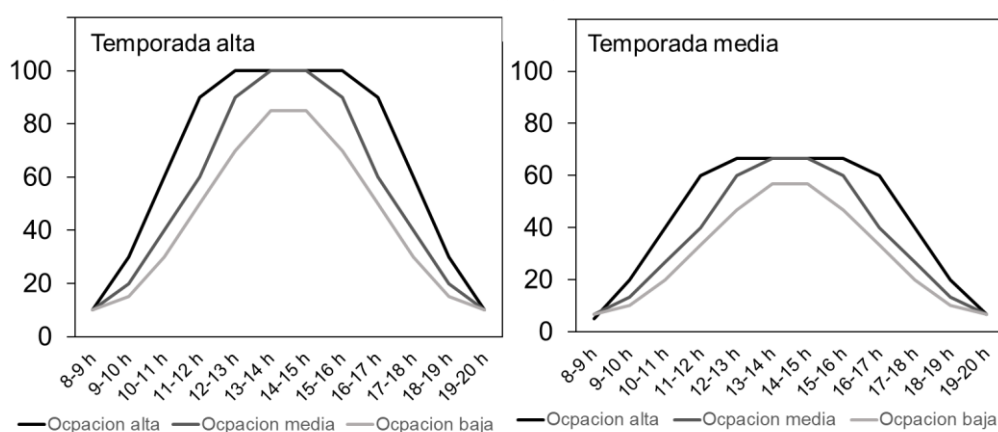


Figura 64. A partir de estas curvas, la tasa media anual de ocupación resultante es de 55% en playas de ocupación alta, del 45% en playas de ocupación media y del 35% en playas de ocupación baja

- 4) Se ha fijado el valor medio del tiempo recreativo utilizando de referencia el valor 8,50 €/persona/hora, empleado el informe piloto de Asturias (IHC, 2019). Este es un valor de compromiso entre diversas referencias bibliográficas que establecen el valor del tiempo recreativo como costes de oportunidad del trabajo o de viaje (McConnell y Strand, 1981; Dodgson y González, 1996; Riera; 2000). Dado que el salario medio en Canarias es, actualmente, según la Encuesta Anual de Estructural Salarial del Instituto Nacional de Estadística (INE), un 13,5% más bajo que la media española, este valor se ha reducido a 7,35 €/persona/hora.

Con estos datos, se ha calculado el valor productivo, en €/m²/año, de la superficie de cada playa seca. Este valor se obtiene de multiplicar la densidad de usuarios (personas/m²) por la intensidad de utilización de la playa (horas/año) y el valor del tiempo recreativo (€/persona/hora):

$$EV \left(\frac{\text{€}}{\text{year} \cdot \text{m}^2} \right) = \frac{1}{A} \left(\frac{\text{person}}{\text{m}^2} \right) \cdot H \left(\frac{\text{hour}}{\text{year}} \right) \cdot VRT \left(\frac{\text{€}}{\text{hour} \cdot \text{person}} \right)$$

Siguiendo una metodología modificada del informe piloto de Asturias (IHC, 2019), sobre los valores obtenidos se han aplicado posteriormente tres coeficientes de corrección (CC) a partir de información del Inventario de Playas del MITECO:

- 1) Condiciones meteoceánicas de aguas tranquilas (CC=1,25), de oleaje moderado y/o condiciones ventosas (CC=1,00), o de oleaje fuerte (CR=0,75).
- 2) Composición arenosa (CC=1,25) o composición mixta (CC=0,75).
- 3) Anchura de playa <30 m (CC=1,25), 30-65 m (CC=1,00) o >65 m (CC=0,75). Se considera que el uso de las playas se concentra cerca de la orilla y disminuye significativamente hacia la playa alta, por lo que cabe esperar que, en playas con mayor anchura, una parte significativa de la misma tenga un uso más laxo.

Con la aplicación de estos coeficientes de corrección se ha logrado, por un lado, establecer mayores diferencias entre las playas en función de sus condiciones ambientales, aproximándonos mejor a la realidad, y por el otro, calibrar el valor final con los cálculos macroeconómicas. De las 173 playas turísticas, se ha obtenido un valor total de 10.500 millones €/año, con valores máximos en playas del sur de Gran Canaria y Tenerife, y valores mínimos, en playas del norte de Tenerife y La Palma. Recientemente, el proyecto SOCLIMPACT (TIDES-ULPGC), ha estimado mediante consulta directa, que entre un 60 y 65% de los turistas dejarían de venir a las

islas Canarias como destino vacacional en caso de una desaparición o reducción fuerte de las playas. Dado que el turismo genera alrededor del 35% del PIB de Canarias, siendo este de 47.164 millones de euros en 2019, la aportación al PIB del turismo sería de aproximadamente 16.000 millones de euros. Tomando los datos de SOCLIMPACT sobre el efecto de la desaparición de playas en la llegada de turistas, de esos 16.000 millones de euros, aproximadamente 10.500 podrían atribuirse a la existencia de playas turísticas. Esta es la cifra de referencia con la que se ha calibrado el cálculo mediante los coeficientes de corrección hasta obtener el valor final de 10.500 millones €/año

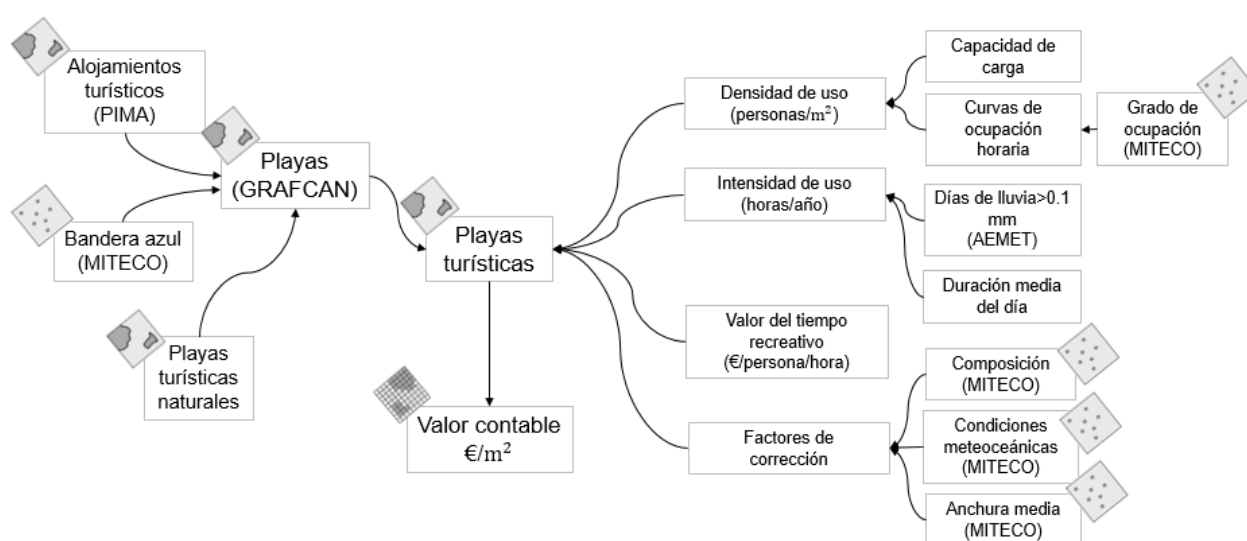


Figura 65. Esquema general resumido para la distribución espacial del valor productivo y de capital del sector terciario, hostelería y turismo en Canarias. ISTAC, Instituto Canario de Estadística; GRAFCAN, Cartográfica de Canarias S.A.; GOBCAN, Gobierno de Canarias.

4.4.2 VULNERABILIDAD GENERAL DE LOS SECTORES PRODUCTIVOS

El análisis de vulnerabilidad en el tejido productivo sigue las pautas del análisis de vulnerabilidad expuesto en la sección 4.1.3.2. (Vulnerabilidad de las infraestructuras y dotaciones), donde se describen curvas de vulnerabilidad aplicables al cálculo del stock de capital afectado en los sectores agrario, industrial y terciario.

El daño sobre los flujos de actividad debe distinguirse del daño emergente, es decir, de los destrozos y reparaciones del stock de capital, pero, a su vez, debe de estar convenientemente correlacionado con ellos. En las actividades productivas, al stock de capital dañado en los eventos de inundaciones o erosión costera,

han de añadirse las pérdidas económicas ocasionadas por el tiempo de parada productiva que sigue al evento, lo que se conoce como *lucro cesante*. El tiempo de parada dependerá de la duración del evento (tiempo de anegación entre 6 y 12 horas dependiendo de la magnitud del evento) y del ritmo de recuperación (tiempo necesario para la reparación de los daños causados y reactivación de la actividad).

Se puede asumir una correlación entre el tiempo de parada (reparación y reactivación de la actividad), con la magnitud de los daños causados, lo cual venía definido por las curvas de daños. Por una cuestión de homogeneidad metodológica, y dada la relación entre la intensidad de los daños estructurales y el tiempo de recuperación, este estudio emplea las mismas curvas de daños implicadas en el cálculo de pérdidas de stock de capital por daños emergentes, para estimar los tiempos de parada, solo que, traduciendo el valor proporcional de daños, a tiempo (función de parada). Siendo el tiempo máximo estimado de 21 días (tres semanas), para daños del 100%, y para daños inferiores al 100%, el número de días es una función de la cota de inundación en cada punto, idéntica a la de las curvas de daños.

Estas funciones de parada han sido aplicadas a cada instalación productiva en función de su tipología, teniendo en cuenta, para evitar sobreestimaciones, la cota de inundación media dentro de la instalación y no la cota máxima. Como en el caso de las curvas de daño, estas se aplican solo a los eventos de inundación pasajera (producidos por el oleaje extremal en sus diferentes periodos de retorno), y no a los procesos de inundación permanente (producidos por el ascenso del nivel medio del mar o por la erosión costera), en los cuales siempre se considera un grado total de pérdida independientemente de la cota de inundación.

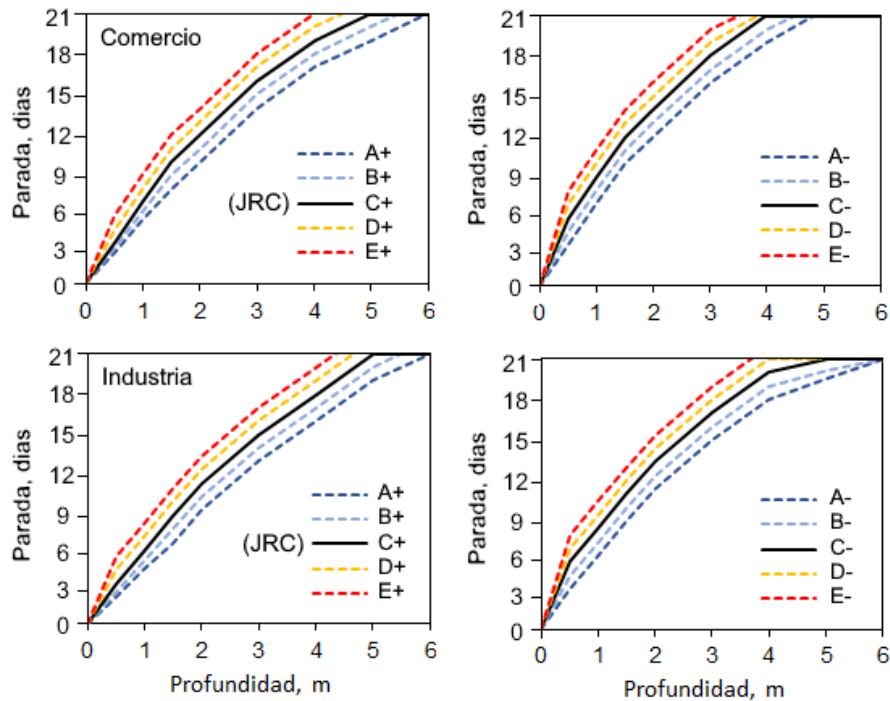


Figura 66. Funciones de parada a partir de las curvas de daños adaptadas a factores locales, a tiempos de parada en los sectores productivos terciario e industrial

4.4.3 VULNERABILIDAD DE PLAYAS

La erosión de las playas es un proceso complejo cuya intensidad está determinada por un número significativo de relaciones dinámicas y morfológicas (ver sección 3.3. Modelado de la erosión costera).

En este trabajo, el factor de vulnerabilidad de las playas frente al retroceso estructural a largo plazo (principalmente debido a la SNMM), una vez determinada la intensidad de los procesos erosivos que las afectan (3.3. Modelado de la erosión costera), se identifica con la capacidad de la playa para retroceder y readaptar su perfil en el espacio costero. Es decir, la vulnerabilidad es proporcional a su 'margen de retroceso'.

Decimos que una playa está ocluida cuando no tiene margen de retroceso debido a la existencia de estructuras rígidas en la trasplaya, naturales (taludes, escarpes rocosos) o humanas (paseos, muros, edificios, escolleras, etc.) que impiden el retranqueo del perfil. En estos casos, cualquier proceso de erosión comporta una pérdida directa de la playa, proporcional a la relación entre la magnitud longitudinal de la erosión y la

anchura de la propia playa. En estos casos, la vulnerabilidad es máxima, ya que no existe margen de retroceso y cualquier unidad de erosión se traduce en una pérdida efectiva de playa.

Por el contrario, decimos que una playa no está ocluida cuando tiene un margen de retroceso determinado por una topografía favorable (llanura aluvial, campos de dunas) y la inexistencia de elementos de oclusión, humanos o naturales. En estos casos, la vulnerabilidad es tanto menor cuanto mayor sea dicho margen, y la pérdida efectiva de playa (PEP) vendrá determinada por la relación entre la magnitud de la erosión (ME) y la magnitud del margen de retroceso (MM). Con carácter general, para cualquier playa:

-Si $ME \leq MM$, $PEP = 0\%$

-Si $ME > MM$, $PEP > 0\%$

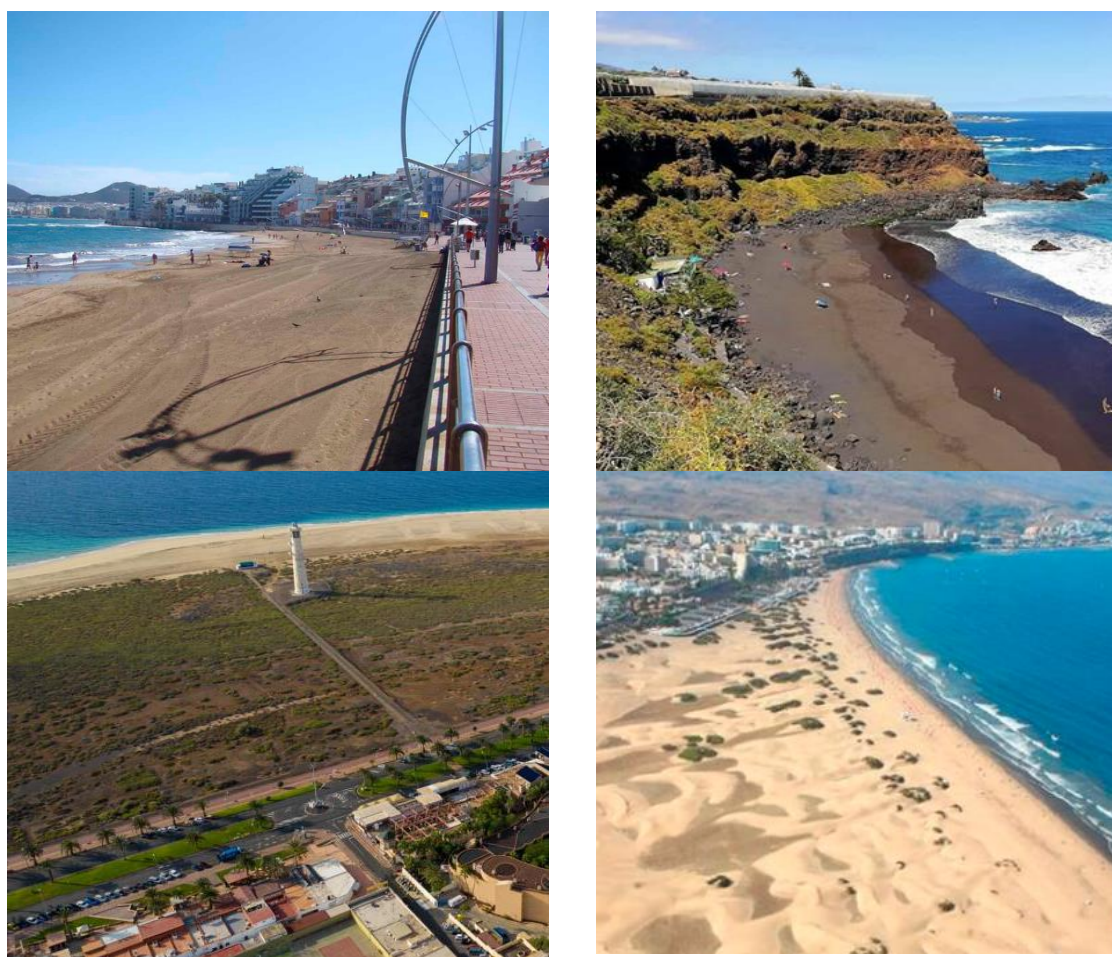


Figura 67. (Arriba-abajo, izquierda-derecha): 1- ejemplo de playa ocluida por estructura urbanas (Playa de Las Canteras, Gran Canaria); 2- ejemplo de playa ocluida por escarpes naturales (playa del Bollullo, Tenerife); 3- ejemplo de

playa no ocluida, con un margen de retroceso de unos 300 m, sobre un saladar, hasta las estructuras urbanas (Jandía, Fuerteventura); 4- ejemplo de una playa no ocluida, con margen de retroceso sobre un campo de dunas, hasta las estructuras urbanas (playa de El Inglés, Gran Canaria).

Para determinar el factor de vulnerabilidad a través del margen de retroceso de las playas, se ha determinado el límite interior de la playa y el límite de retroceso, para cada uno de los 2.764 puntos de modelización tanto en playas de arena como en playa mixtas y de callaos. Para interpretar y delinear estos límites se han utilizado ortofotos digitales de alta resolución (20 cm/pixel) y MDTs de altimetría LiDAR. Una vez conocidos el límite interior de la playa y el límite de retroceso, se han determinado, respectivamente, la anchura de playa (m) y el margen de retroceso (m). Estos valores han sido cruzados con los valores de erosión longitudinal en cada punto de modelización para calcular finalmente la pérdida efectiva de playa (%).

4.5 PATRIMONIO

Dentro del patrimonio se ha diferenciado el patrimonio cultural del patrimonio natural. Para el primero se han considerado los Bienes de Interés Cultural (BIC) y para el segundo los espacios naturales protegidos en Canarias.

4.5.1 PATRIMONIO CULTURAL (BIENES DE INTERES CULTURAL)

La declaración legal de Bien de Interés Cultural (BIC) es una figura de protección regulada por la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español. Su declaración corresponde a las Comunidades Autónomas excepto cuando se trata de bienes adscritos a servicios públicos gestionados por la Administración del Estado o que formen parte del Patrimonio Nacional. En Canarias, la declaración de los Bienes de Interés Cultural está regulada por la Ley 4/1999, de 15 de marzo, de Patrimonio Histórico de Canarias, modificada por la Ley 11/ 2002, de 21 de noviembre, de modificación de la Ley 4/1999, de 15 de marzo, de Patrimonio Histórico de Canarias.

Los BIC han sido inventariados y cartografiados tomando como referencia el Catálogo de Bienes de Interés Cultural de Canarias (Gobierno de Canarias), considerándose exclusivamente los bienes patrimoniales de carácter material (conjuntos históricos, jardines históricos, monumentos, sitios etnológicos, sitios históricos y

zonas arqueológicas) y prescindiendo de los de carácter intangible (fiestas, ceremonias, actividades tradicionales).

En los Bienes de Interés Cultural de Tenerife, Gran Canaria y La Palma, las delimitaciones corresponden con las cartografías oficiales suministradas por los Cabildos Insulares, mientras que, en El Hierro, La Gomera, Fuerteventura y Lanzarote, dada la ausencia de cartografías oficiales, se ha empleado un proyecto de cartografía libre (wiki.openstreetmap.org), cruzado con la planimetría del MTI y posteriormente revisado mediante el Catálogo de Bienes de Interés Cultural de Canarias. De la cartografía resultante, se han extraído los elementos encuadrados en los primeros 1.000 metros desde la línea de costa.

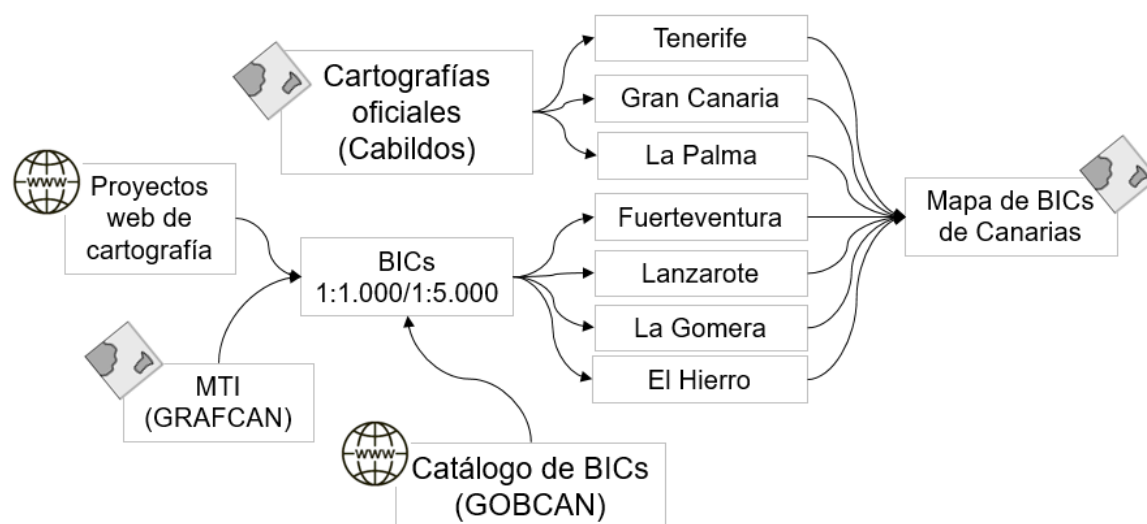


Figura 68. Esquema general resumido para la distribución espacial los Bienes de Interés Cultural de Canarias (BIC).
GRAFCAN, Cartográfica de Canarias S.A.; GOBCAN, Gobierno de Canarias.

4.5.2 PATRIMONIO NATURAL (ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS)

La cartografía del patrimonio natural ha sido incorporada a la base cartográfica del proyecto PIMA, a partir de las planimetrías oficiales del Servicio de Biodiversidad de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial (Gobierno de Canarias). El patrimonio natural incluido en el proyecto está constituido por los espacios naturales protegidos en dos marcos legales:

- 1) La Red Canaria de Espacios Naturales Protegidos, creada por medio de la Ley 12/1994, de 19 de diciembre, de Espacios Naturales de Canarias, donde se recogen las 8 categorías de protección que

integran esta red: Parques Nacionales, Parques Naturales, Parques Rurales, Reservas Naturales Integrales, Reservas Naturales Especiales, Monumentos Naturales, Paisajes Protegidos y Sitios de Interés Científico.

- 2) Los Espacios Protegidos de la Red Natura 2000, entre los cuales se diferencian las Zonas de Especial Conservación (ZEC), desarrolladas a partir de la Directiva Hábitats (92/43/CEE), y las Zonas de Especial Protección para Aves (ZEPA), desarrolladas a partir de la Directiva de Aves (79/409/CEE). Son figuras que nacieron del seno de la Comisión Europea, fueron posteriormente traspuestas al ordenamiento jurídico español y cuya parte terrestre es actualmente competencia de gestión de las Comunidades Autónomas.

4.6 HÁBITATS Y ECOSISTEMAS

La valoración económica del servicio procurado por especies como bosques, matorrales, pastizales, tierras de labor en secano, herbazales, etc. está recogida en la base de datos de la Valoración de los Activos Naturales de España (VANE) elaborada por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (véase la figura 3.10).

4.6.1 TERRESTRES

4.6.1.1 *Exposición de los hábitats naturales*

Para analizar la exposición de los hábitats naturales se tuvo en cuenta la distribución de los llamados hábitats naturales de interés comunitario. Estos son el resultado de la aplicación en España de la Directiva Hábitats (92/43/CEE), a partir de la cual el Ministerio de Medio Ambiente realizó, con colaboración de las comunidades autónomas, un trabajo completo y pionero de catalogación de los hábitats españoles que dio lugar al Atlas y Manual de los Hábitats Naturales y Seminaturales de España (Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, 2005). Este material fue referente en el proceso posterior de definición de los espacios protegidos que componen hoy en día la Red Natura 2000 en España.

Este proyecto emplea la cartografía de hábitats naturales de interés comunitario elaborada más recientemente (2016) desde el Servicio de Biodiversidad de la Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias.

4.6.1.2 *Exposición de las comunidades vegetales*

La exposición de las comunidades vegetales terrestres ha sido directamente importada a la base cartográfica de riesgos desde el Mapa de Vegetación de Canarias (GRAFCAN). Este mapa tiene escala 1:5.000/20.000 y fue elaborado el Departamento de Biología Vegetal (Botánica) de la Universidad de La Laguna (del Arco et al., 2006) a lo largo de varios años: El Hierro (Año 2001). Fuerteventura (Años 2001-2002). Gran Canaria (Años 1998-2001). La Gomera, La Palma (Años 2002-2003). Lanzarote (Años 2000 - 2001). Tenerife (Años 1998-2000). En los años 2009 y 2017 se hicieron revisiones parciales del mapa.

4.6.1.3 *Exposición de las especies protegidas*

La exposición de especies protegidas se ha determinado a partir del Mapa de Especies Protegidas elaborado por GRAFCAN (Gobierno de Canarias) a partir de la explotación cartográfica de la información conocida sobre especies silvestres que contiene el Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias, de la Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias. La distribución de las Especies Protegidas en este mapa está organizada en cuadrículas de 500×500 metros sobre el territorio.

4.6.2 MARINOS

El cambio climático puede producir enormes alteraciones en los ecosistemas marinos y tener repercusiones directas en los diferentes sectores socio-económicos de regiones como Canarias, donde la mayor parte de sus actividades están directamente relacionadas con el océano. El cambio climático genera una combinación de procesos en el medio marino que afecta a la biodiversidad, como pueden ser el aumento de la temperatura (tropicalización), acidificación oceánica, cambios en la radiación solar, como otros derivados del aumento en la frecuencia de eventos como calima, tormentas tropicales, etc.

La temperatura es uno de los factores más determinantes en los patrones y funciones biológicos, jugando un papel clave para el desarrollo y supervivencia de las especies. Por ello, los cambios en las temperaturas medias y extremas de la superficie del agua pueden alterar de forma significativa los ecosistemas marinos (Hoegh-Guldberg et al., 2010). Según las proyecciones de cambio climático, el calentamiento del océano en las capas superiores será aproximadamente de entre 0.6 °C y 2 °C al final del siglo XXI (IPCC, 2013). Estas modificaciones se asocian con considerables diferencias en la fisiología y en los patrones de distribución espaciales y temporales de distintas especies marinas, así como en la estructura y dinámica de hábitats

(Wernberg et al., 2011). El aumento progresivo de la temperatura también podrá afectar al reclutamiento, crecimiento y productividad de los organismos estructurantes de los ecosistemas marinos, como las macroalgas o las fanerógamas marinas.

4.6.2.1 *Exposición de las comunidades marinas*

La exposición de las comunidades marinas está tomada directamente de los estudios ecocartográficos que existen en Canarias. Estos fueron promovidos en la década de 2000 por la Dirección General de Costas (Ministerio de Medio Ambiente), a excepción del de la isla de Tenerife que fue financiado por el propio Cabildo Insular. Dichos estudios incluyeron la caracterización del medio marino hasta una profundidad de 50 metros y fueron realizados por un total de 6 empresas distintas sin que se estableciera una metodología común. En consecuencia, la clasificación de los hábitats bentónicos difiere de unos trabajos a otros, quedando descritos por un total de 194 categorías y a diferentes niveles de detalle según la isla. Por ello, El equipo técnico de IU-ECOQUA se dispuso a normalizar los hábitats, siguiendo el modelo de Directiva Europea INSPIRE, en función de una lista única y reconocida como es el Inventario Español de Hábitats y Especies Marinas – IEHEM (43 categorías). A partir de esta lista también se definieron los códigos de hábitats equivalentes dentro del Sistema de Información de la Naturaleza de la Unión Europea – EUNIS (26 categorías) y de la Directiva Marco de Estrategia Marina (12 categorías). Desde entonces, a pesar de la falta de actualización de la cartografía, es posible emplear este material para hacer análisis globales a escala del archipiélago.

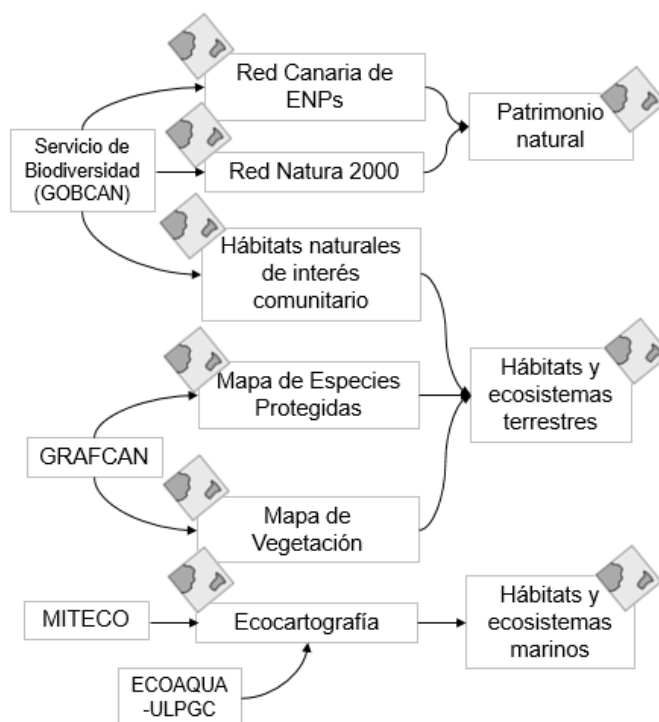


Figura 69. Esquema general de fuentes para la obtención de cartografías de sistemas naturales terrestres y marinos. GRAFCAN, Cartográfica de Canarias S.A.; GOBCAN, Gobierno de Canarias; MITECO, Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico; ULPGC, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

4.6.2.2 Vulnerabilidad de las comunidades marinas

En la región de Canarias, la temperatura superficial del mar ha aumentado en los últimos 30 años con un incremento promedio de 0.25°C/década (Vélez-Belchí et al., 2015), con un incremento de días con temperaturas extremas en el agua superficial, pasando de 5 a 19 días/década (de Castro et al., 2014).

Desde hace unos años existe una preocupación creciente por conocer cuál será el impacto de estos cambios en los hábitats marinos. La temperatura afecta a procesos fisiológicos diversos (Hochachka and Somero, 2002), por lo que los organismos viven en su rango óptimo de temperatura (Somero, 2002; Hughes et al., 2003). Cualquier pequeña variación en este parámetro, mantenida en el tiempo, provoca un impacto en la distribución, ciclos de vida y supervivencia de los organismos marinos. Fuera de su rango, los organismos entran en los límites subóptimos o letales que afectan a su reproducción y distribución (Bartsch et al., 2012; Eggert, 2012). De acuerdo a Harley et al. (2006), la respuesta ecológica se puede simplificar a:

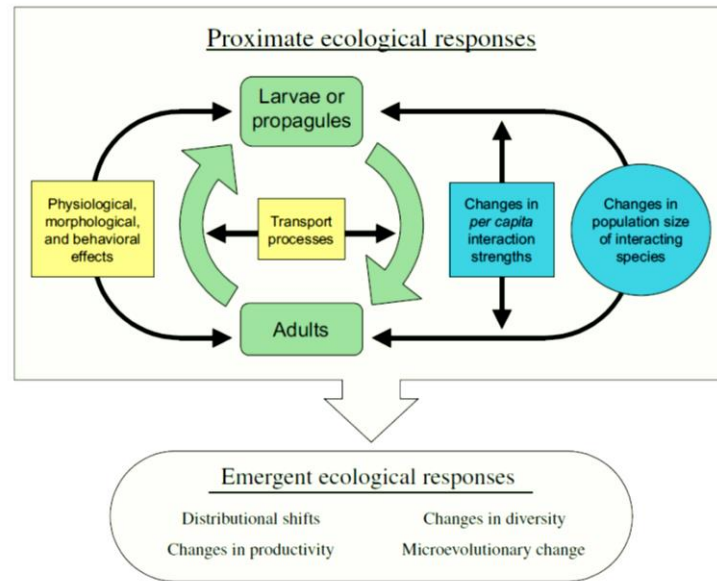


Figura 70. Respuesta ecológica (Harley et al., 2006)

Cada especie tiene una vulnerabilidad determinada frente al incremento o descenso de la temperatura. Existe información concluyente de la regresión de especies de macroalgas, generalmente son las algas pardas, en la zona litoral debido al incremento de temperatura (Kresting, 2016). De hecho, en Canarias existen estudios importantes sobre esta materia (Alvarez-Canali et al., 2019; Martín-García et al., 2014; Sangil et al., 2010; 2012; 2018; Sansón et al., 2013; 2017; Valdazo et al., 2017). De ellos, por ejemplo, se ha concluido que especies tan importantes como *Gongolaria abies-marina* ha sufrido una regresión superior al 90% en los últimos 30 años. También *Gelidium arbuscula* y *G. canariense* se han visto altamente afectadas por el calentamiento superficial del mar. Otra especie muy sensible que ha sufrido una enorme regresión por el aumento de la temperatura es *Cymodosea nodosa*, fanerógama marina de muy alta relevancia en Canarias por su papel estructurante de los ecosistemas (Fabbri et al., 2015). Sin embargo, también se han descrito procesos de aclimatación a la temperatura (Tomanek and Somero, 1999; Stillman, 2003) mayor en las especies euritermas que en las estenotermas, al mismo tiempo que existen especies que se ven muy favorecidas por este fenómeno de tropicalización en Canarias, principalmente especies de cianobacterias y algas verdes tropicales. Aquí es importante considerar el papel que puedan jugar especies alóctonas y las autóctonas. En concreto, *Blennothrix lyngbyacea*, *Schizothrix calcicola*, *Schizothrix mexicana* (Sangil et al. 2012; Martín-García et al. 2014) y *Penicillus capitatus*, *Pseudotetraspora marina* y *Halimeda incrassata* (Sangil et al. 2010, 2012, 2018). Otro caso

importante es el del erizo *Diadema antillarum*, quien se ha visto enormemente favorecido por el calentamiento, pero también por la sobrepesca de sus depredadores. Cuando está presente genera una disminución de la población de algas, formando blanquiales. Es importante destacar que el aumento de la temperatura también ha propiciado la aparición de una epidemia de origen bacteriano desembocando en una enorme mortandad de estos erizos (Clemente et al., 2014).

Todas las predicciones indican que las zonas infralitorales y circalitorales sufrirán alteraciones que implican variaciones en los hábitats de muchas especies de macro y microalgas con el aumento de la temperatura del agua de mar, por lo que serán escenarios de pérdidas de diversidad genética que desencadenará un cambio impredecible en el ecosistema de estas áreas. Estas zonas podrán cambiar su extensión, disminuyendo o expandiendo su rango, ser colonizadas o invadidas por otras especies que crezcan y se desarrollen mejor en este nuevo escenario, o bien, desaparecer por la expansión de otros hábitats.

Partiendo del hecho de que es problemático definir la vulnerabilidad y evolución de los hábitats en función, únicamente, del parámetro de temperatura, se ha tratado la vulnerabilidad de las comunidades marinas como su propensión a expandirse o contraerse espacialmente en relación a la magnitud de la subida de temperatura. Para ello se han establecido tres rangos de temperatura de acuerdo al marco temporal analizado (2045 y 2100) y a la predicción de los modelos en los escenarios RCP 4.5 y 8.5: $<0.8\text{ }^{\circ}\text{C}$, $0.8\text{-}1.5^{\circ}\text{C}$, $> 1.5^{\circ}\text{C}$, lo cual coincide con los rangos del RCP 4.5 y 8.5 para 2045 y 2100. La selección de estos rangos corresponde con umbrales que conllevan una evolución importante en otros parámetros físico-químicos del medio marino que se deben considerar.

Para cada hábitat del ecocartográfico del geoportal ECOAQUA-ULPGC, se ha establecido una escala cualitativa de vulnerabilidad:

- En color verde (categoría 1), los hábitats poco vulnerables debido al efecto de la temperatura, que incluso puedan mostrar en Canarias un incremento de su hábitat. El hecho de que un área hábitat se expanda no quiere decir que sea algo positivo ecosistémicamente.
- En amarillo (categoría 3), las hábitats y especies que están en un estado neutro de vulnerabilidad y que probablemente se verán en las mismas condiciones que en la actualidad a pesar de los cambios térmicos.
- En rojo (categoría 5), los hábitats altamente vulnerables que en la fracción de tiempo establecida sufrirán regresión o ya la sufren en la actualidad por la evolución de las temperaturas.

- Los valores verdes (categoría 2) y naranja (categoría 4) son los términos intermedios para hábitats y especies que están en transición hacia un estado de evolución expansiva o regresiva, respectivamente, pero que no sufren una expansión o contracción tan importante como sus niveles extremos (1 y 5).

Se asumen para ello las siguientes limitaciones y condicionantes de análisis:

- Los hábitats que identifican únicamente sustrato de fondo marino (fondo rocoso, arenoso, zona portuaria, territorio insular, roca supralitoral, isla, islote, etc.), sin ninguna información de los organismos que lo componen, no pueden ser evaluados.
- Donde coexisten varias especies para un mismo hábitat, se considera en este estudio que predomina la especie más sensible a la hora de asignar un valor de vulnerabilidad.
- Se considerará la evolución de los hábitats donde hay información bibliográfica para proponer, de forma tentativa y cualitativa, la evolución futura en base a la evolución que se ha mostrado en el pasado.

En base a estos criterios, se ha consultado una amplia lista de artículos científicos disponibles para la región de Canarias, así como la distribución geográfica de las diferentes especies de macroalgas en la base de datos *AlgaeBase*¹ y el Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias², para generar a partir de ello la matriz de vulnerabilidad que se presenta en la Tabla 21.

Tabla 21. Matriz de vulnerabilidad de las comunidades marinas de Canarias ante la SST.

CÓDIGO	NOMBRE	CODIGO EUNIS	INCREMENTO DE TEMPERATURA		
			<0.8°C	0.8 1.5°C	>1.5°C
0301021103	Roca infralitoral superior moderadamente expuesta con <i>Zoanthus</i> spp.	A3.2	2,00	1,00	1,00
03010212	Blanquizal de <i>Diadema antillarum</i> en roca infralitoral superior moderadamente expuesta	A3.2	2,00	1,00	1,00
0301	Piso infralitoral rocoso y otros sustratos duros	A3	2,00	3,00	3,00
0301021701	Roca infralitoral superior moderadamente expuesta con <i>Padina pavonica</i> y <i>Halopteris scoparia</i>	A3.2	3,00	2,00	1,00
0301030701	Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, sin fucales con <i>Padina pavonica</i>	A3.2	3,00	2,00	1,00

1 <https://www.algaebase.org/>

2 <https://www.biodiversidadcanarias.es/>

CÓDIGO	NOMBRE	CODIGO EUNIS	INCREMENTO DE TEMPERATURA		
			<0.8°C	0.8 1.5°C	>1.5°C
03010408	Roca infralitoral inferior con Lobophora	A3.2	3,00	2,00	1,00
0304021101	Sedimentos infralitorales y circalitorales con Avrainvillea canariensis	A5.52	3,00	2,00	1,00
0304021105	Sedimentos infralitorales y circalitorales con Caulerpa racemosa var. cylindracea	A5.52	3,00	2,00	1,00
03040213	Arenas y arenas fangosas infralitorales y circalitorales con Bispira viola	A5.23	3,00	2,00	1,00
03040504	Fondos de maërl	A5.51	3,00	2,00	1,00
030102	Roca infralitoral superior moderadamente expuesta	A3.2	3,00	2,00	2,00
03010216	Roca infralitoral moderadamente expuesta con Lobophora variegata, otras dictiotales y algas rojas filamentosas (Lophocladia y Cottoniella)	A3.2	3,00	2,00	2,00
03010407	Roca infralitoral inferior con dictyotales y algas rojas filamentosas	A3.2	3,00	2,00	2,00
0301040701	Roca infralitoral con dictiotales (Zonaria) y algas rojas filamentosas (Lophocladia y Cottoniella)	A3.3	3,00	2,00	2,00
03010411	Roca infralitoral inferior con algas esciáfilas	A3.3	3,00	2,00	2,00
03040212	Arenas y arenas fangosas infralitorales y circalitorales con anguila jardinera (Heteroconger longissimus)	A5.23	3,00	2,00	2,00
03010217	Roca infralitoral superior moderadamente expuesta con Halopteris y otras algas	A3.2	3,00	4,00	4,00
03040113	Cantos y gravas infralitorales y circalitorales con algas pardas estacionales (Nereia-Sporochnus)	A5.13	3,00	4,00	4,00
0301011701	Roca infralitoral superior expuesta con Cystoseira spp.	A3.151	4,00	5,00	5,00
03010412	Roca infralitoral inferior con corales y esponjas	A3.24	4,00	5,00	5,00
0301041203	Roca infralitoral inferior con antipatarios (Antiphatella wollastoni)	A3.35	4,00	5,00	5,00
0301041205	Roca infralitoral inferior con Leptogorgia spp.	A3.24	4,00	5,00	5,00
03020222	Roca circalitoral dominada por invertebrados con corales	A4.2	4,00	5,00	5,00
030506	Praderas de Halophila decipiens	A5.5321	5,00	5,00	5,00
030508	Praderas macaronésicas de Cymodocea nodosa	A5.5311	5,00	5,00	5,00

5 PREVISIÓN DE IMPACTOS SOBRE EL SISTEMA SOCIOECONÓMICO Y NATURAL

En este apartado se recogen los resultados obtenidos sobre los impactos futuros de las inundaciones, la erosión costera y la subida de la temperatura media del mar, sobre el sistema socioeconómico y ecológico del archipiélago canario. Para ello se han combinado tres horizontes temporales (presente, 2050 y 2100) con dos escenarios de cambio climático (medio y extremo) y, para cada uno de ellos, se han considerado cinco situaciones marítimas (pleamar máxima viva equinoccial –PMVE- y temporales marítimas con periodos de retorno de 5, 50, 100 y 500 años). Teniendo el conjunto de los horizontes temporales, escenarios de cambio climático y situaciones marítimas, un total de 25 modelos han sido sometidos a la evaluación de impactos por inundaciones, 14 modelos a la evaluación de impactos por erosión marina y 4 modelos a la evaluación de impactos por subida de la temperatura superficial del mar.

Los dos escenarios de cambio climático mencionado, corresponden, en primer lugar, con la conjunción de la trayectoria de concentración de gases GEIs RCP4.5 y el percentil 50% de los modelos de ascenso del nivel medio del mar (escenario de cambio climático medio) y, en segundo lugar, con la conjunción de la trayectoria de concentración de gases GEIs RCP8.5 y el percentil 95% de los modelos de ascenso del nivel medio del mar (escenario de cambio climático extremo). Dada la gran variedad de escenarios y modelos existentes, esta elección supone una simplificación que responde a la necesidad de síntesis y comprensión de los resultados. De esta forma, se espera que la variedad de situaciones probables que se puedan dar en un futuro, derivadas de la diversidad de escenarios de concentraciones de GEIs y de modelos de ascenso del nivel medio del mar existentes, se encuentren comprendidas entre estos dos escenarios. Con ello se busca dar una aproximación fiable y sintetizada que comprenda el rango de las situaciones más probables y que permita a los gestores tomar decisiones y adoptar medidas de lucha contra los efectos del cambio durante el presente siglo. Conviene destacar, asimismo, que la cuantificación de impactos recopilada en este apartado responde a una hipotética situación de no intervención humana, es decir, de ausencia total de aplicación de medidas de adaptación.

5.1 IMPACTOS POR INUNDACION

5.1.1 ESCENARIOS

La inundación costera es la superación del nivel del mar al que usualmente llegan las aguas, que puede generar daños sobre el sistema socioeconómico y natural. Suele responder a eventos extremos que ocurren de forma ocasional debido a la interacción de varios factores, y tras los cuales el nivel de las aguas vuelve a su situación media. Sin embargo, la subida del nivel medio del mar debido al cambio climático implica la inundación permanente de terrenos, construcciones, ecosistemas, etc. Por consiguiente, en términos de impactos, podemos distinguir la inundación permanente, marcada por el rango de mareas, de la inundación eventual o episódica, marcada por la ocurrencia de eventos extremos oleaje, definidos por periodos de retorno (probabilidades). Cada una de estas dimensiones es tratada por separado ya que las consecuencias que generan son de naturaleza distinta.

Los impactos de las inundaciones costeras se han analizado sobre 25 escenarios climáticos:

- 1) **'Actual-PMVE'**: inundación por pleamar máxima viva equinoccial en las condiciones climáticas actuales. En términos de impactos, la PMVE se trata como 'inundación permanente'. La probabilidad de ocurrencia de este escenario en un año determinado sería del 100%.
- 2) **'Actual-TR5'**: inundación por oleaje de periodo de retorno de 5 años en las condiciones climáticas actuales. La probabilidad de ocurrencia de este escenario en un año determinado es del 20%.
- 3) **'Actual-TR50'**: inundación por oleaje de periodo de retorno de 50 años en las condiciones climáticas actuales. La probabilidad de ocurrencia de este escenario en un año determinado es del 2%.
- 4) **'Actual-TR100'**: inundación por oleaje de periodo de retorno de 100 años en las condiciones climáticas actuales. La probabilidad de ocurrencia de este escenario en un año determinado es del 1%.
- 5) **'Actual-TR500'**: inundación por oleaje de periodo de retorno de 500 años en las condiciones climáticas actuales. La probabilidad de ocurrencia de este escenario en un año determinado es del 0,2%.
- 6) **'2050-Escenario medio-PMVE'**: inundación por pleamar máxima viva equinoccial en 2050 bajo un escenario intermedio de emisiones GEI (RCP4.5) y una subida del nivel del mar de magnitud media (percentil 50). En términos de impactos, la PMVE se trata como 'inundación permanente'. La probabilidad de ocurrencia de este escenario en un año determinado sería del 100%.

- 7) **'2050-Escenario medio-TR5'**: inundación por oleaje de periodo de retorno de 5 años en 2050 bajo un escenario intermedio de emisiones de GEIs (RCP4.5) y una subida del nivel del mar de magnitud media (percentil 50). La probabilidad de ocurrencia de este escenario en un año determinado es del 20%.
- 8) **'2050-Escenario medio -TR50'**: inundación por oleaje de periodo de retorno de 50 años en 2050 bajo un escenario intermedio de emisiones de GEIs (RCP4.5) y una subida del nivel del mar de magnitud media (percentil 50). La probabilidad de ocurrencia de este escenario en un año determinado es del 2%.
- 9) **'2050-Escenario medio-TR100'**: inundación por oleaje de periodo de retorno de 100 años en 2050 bajo un escenario intermedio de emisiones de GEIs (RCP4.5) y una subida del nivel del mar de magnitud media (percentil 50). La probabilidad de ocurrencia de este escenario en un año determinado es del 1%.
- 10) **'2050-Escenario medio-TR500'**: inundación por un oleaje de periodo de retorno de 500 años en 2050 bajo un escenario intermedio de emisiones de GEIs (RCP4.5) y una subida del nivel del mar de magnitud media (percentil 50). La probabilidad de ocurrencia de este escenario en un año determinado es del 0,2%.
- 11) **'2050-Escenario extremo-PMVE'**: inundación por pleamar máxima viva equinoccial en 2050 bajo un escenario extremo de emisiones de GEIs (RCP8.5) y una subida del nivel del mar de magnitud alta (percentil 95). En términos de impactos, la PMVE se trata como 'inundación permanente'. La probabilidad de ocurrencia de este escenario en un año determinado sería del 100%.
- 12) **'2050-Escenario extremo-TR5'**: inundación por un oleaje de periodo de retorno de 5 años en 2050 de emisiones de GEIs (RCP8.5) y una subida del nivel del mar de magnitud alta (percentil 95). La probabilidad de ocurrencia de este escenario en un año determinado es del 20%.
- 13) **'2050-Escenario extremo-TR50'**: inundación por oleaje de periodo de retorno de 50 años en 2045 bajo un escenario extremo de emisiones de GEIs (RCP8.5) y una subida del nivel del mar de magnitud alta (percentil 95). La probabilidad de ocurrencia de este escenario en un año determinado es del 2%.
- 14) **'2050-Escenario extremo-TR100'**: inundación por oleaje de periodo de retorno de 100 años en 2050 de emisiones de GEIs (RCP8.5) y una subida del nivel del mar de magnitud alta (percentil 95). La probabilidad de ocurrencia de este escenario en un año determinado es del 1%.

- 15) '**2050-Escenario extremo-TR500**': inundación por oleaje de periodo de retorno de 500 años en 2050 bajo un escenario extremo de emisiones de GEIs (RCP8.5) y una subida del nivel del mar de magnitud alta (percentil 95). La probabilidad de ocurrencia de este escenario en un año determinado es del 0,2%.
- 16) '**2100-Escenario medio-PMVE**': inundación por pleamar máxima viva equinoccial en 2100 bajo un escenario intermedio de emisiones de GEIs (RCP4.5) y una subida del nivel del mar de magnitud media (percentil 50). En términos de impactos, la PMVE se trata como 'inundación permanente'. La probabilidad de ocurrencia de este escenario en un año determinado sería del 100%.
- 17) '**2100-Escenario medio-TR5**': inundación por oleaje de periodo de retorno de 5 años en 2100 bajo un escenario intermedio de emisiones de GEIs (RCP4.5) y una subida del nivel del mar de magnitud media (percentil 50). La probabilidad de ocurrencia de este escenario en un año determinado es del 20%.
- 18) '**2100-Escenario medio-TR50**': inundación por oleaje de periodo de retorno de 50 años en 2100 bajo un escenario intermedio de emisiones de GEIs (RCP4.5) y una subida del nivel del mar de magnitud media (percentil 50). La probabilidad de ocurrencia de este escenario en un año determinado es del 2%.
- 19) '**2100-Escenario medio-TR100**': inundación por oleaje de periodo de retorno de 100 años en 2100 bajo un escenario intermedio de emisiones de GEIs (RCP4.5) y una subida del nivel del mar de magnitud media (percentil 50). La probabilidad de ocurrencia de este escenario en un año determinado es del 1%.
- 20) '**2100-Escenario medio-TR500**': inundación por oleaje de periodo de retorno de 500 años en 2100 bajo un escenario intermedio de emisiones de GEIs (RCP4.5) y una subida del nivel del mar de magnitud media (percentil 50). La probabilidad de ocurrencia de este escenario en un año determinado es del 0,2%.
- 21) '**2100-Escenario extremo-PMVE**': inundación por pleamar máxima viva equinoccial en 2100 bajo un escenario extremo de emisiones de GEIs (RCP8.5) y una subida del nivel del mar de magnitud alta (percentil 95). En términos de impactos, la PMVE se trata como 'inundación permanente'. La probabilidad de ocurrencia de este escenario en un año determinado sería del 100%.

- 22) '**2100-Escenario extremo-TR5**': inundación por oleaje de periodo de retorno de 5 años en 2100 bajo un escenario extremo de emisiones GEIs (RCP8.5) y una subida del nivel del mar de magnitud alta (percentil 95). La probabilidad de ocurrencia de este escenario en un año determinado es del 20%.
- 23) '**2100-Escenario extremo-TR50**': inundación por oleaje de periodo de retorno de 50 años en 2100 bajo un escenario extremo de emisiones GEIs (RCP8.5) y una subida del nivel del mar de magnitud alta (percentil 95). La probabilidad de ocurrencia de este escenario en un año determinado es del 2%.
- 24) '**2100-Escenario extremo-TR100**': inundación por oleaje de periodo de retorno de 100 años en 2100 bajo un escenario extremo de emisiones GEIs (RCP8.5) y una subida del nivel del mar de magnitud alta (percentil 95). La probabilidad de ocurrencia de este escenario en un año determinado es del 1%.
- 25) '**2100-Escenario extremo-TR500**': inundación por oleaje de periodo de retorno de 500 años en 2100 bajo un escenario extremo de emisiones GEIs (RCP8.5) y una subida del nivel del mar de magnitud alta (percentil 95). La probabilidad de ocurrencia de este escenario en un año determinado es del 0,2%.

Las inundaciones permanentes se han cruzado con todos los elementos de la base cartográfica de exposición, excepto con la población circulante, por carecer este análisis de sentido en términos de impactos reales. En términos de afecciones y consecuencias, la vulnerabilidad de los elementos expuestos a la inundación permanente (PMVE) se ha considerado siempre máxima, implicando:

- En cuanto a la población, la necesidad de reubicación de las personas.
- En cuanto a los sectores productivos e infraestructuras, respectivamente, una pérdida total de actividad productiva y de su valor económico asociado (€/año), y una pérdida total de los elementos constructivos y de su valor económico asociado (stock de capital, €).
- En cuanto al patrimonio histórico-cultural, la afectación total y la obligación de plantear medidas de protección y/o reubicación.
- En cuanto a los ecosistemas y hábitats, así como al patrimonio natural, la pérdida irreversible de las condiciones actuales en las nuevas áreas inundables.

Las inundaciones episódicas, causadas por eventos de oleaje y de duración limitada (horaria), se han cruzado con todos los elementos de la base cartográfica de exposición, excepto con los relacionados con el patrimonio natural (ENPs, ZECs y ZEPAs) y los hábitats y ecosistemas (hábitats, especies y vegetación), por escapar dicho análisis a las capacidades de interpretación del presente estudios. En términos de afecciones y consecuencias, los efectos de las inundaciones eventuales se han evaluado como más o menos graves en función de la magnitud del evento y la vulnerabilidad de los elementos expuestos:

- En cuanto a la población, una vulnerabilidad general que determina un riesgo bajo con láminas de agua de hasta 10 cm, un riesgo medio con láminas de agua de hasta 50 cm y un riesgo alto con láminas de aguas de más de 50 cm.
- En cuanto a los sectores productivos e infraestructuras, una vulnerabilidad definida por funciones de daños que relacionan la magnitud del evento con las características constructivas para determinar la proporción de daños (de 0 a 100%) y los periodos de inactividad (de 0 a 21 días hábiles).
- En patrimonio histórico-cultural, una vulnerabilidad siempre alta que aconseja la implantación de medidas de protección o reubicación de los elementos expuestos.

5.1.2 RESULTADOS

5.1.2.1 Impactos sobre la población

Los riesgos globales de las inundaciones costeras ligadas al cambio climático sobre la población de Canarias, sin poder considerarse extremos, sí deben considerarse de carácter significativo dado el alto nivel de exposición a la que se encuentra sometida una parte importante de la misma. No obstante, cada uno de los 25 escenarios arroja una magnitud de afección distinta, siendo esta progresivamente mayor cuanto más amplio es el periodo temporal (de 2050 a 2100), el escenario de cambio climático (de medio a extremo) y la situación marítima modelizada (de PMVE a Tr5, Tr50, Tr100 y Tr500). De entre estas tres variables, la que mayores diferencias introduce en la magnitud de los impactos resultantes en la situación marítima. Los resultados obtenidos varían más entre los modelos PMVE y Tr500 de un mismo escenario y horizonte temporal que entre distintos horizontes y escenarios.

Respecto a la **población residente**, los resultados totales para Canarias de los 25 modelos de inundación pueden consultarse en la Tabla 22 y Figura 71. A continuación se describen brevemente los resultados correspondientes los escenarios más favorables y menor favorables de cada horizonte, entre cuyos valores se encuentran el resto de escenarios intermedios.

En 2050, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), se espera que la población residente afectada sea de aproximadamente 503 personas (0,02% de la población censada del archipiélago), 97 más que en el mismo escenario (PMVE) de la actualidad. De este contingente, solo se ha cuantificado afección directa en 8 personas, que serán residentes en partes de edificios de viviendas alcanzadas directamente por la lámina de agua. Sin embargo, en la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500) de 2050, se espera que la población residente afectada pudiera ascender a ~22.500 personas, lo que equivale aproximadamente al 1% de la población actual censada en el archipiélago. De este contingente, el 55% estaría afectado de forma directa, es decir, sería residente en partes de edificios de viviendas alcanzadas por la lámina de agua, mientras que el 45% restante, quedaría afectado de forma indirecta, es decir, sería residente en edificios afectados por inundaciones en alguna de sus partes. En 2100, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), se espera que la población residente afectada pueda ascender a 772 personas (0,03% de la población de Canarias), de las cuales 365 son afecciones que se añaden al contingente registrado en mismo escenario (PMVE) de la actualidad. De ellas, tan solo 34 corresponderían con personas afectadas directamente por la lámina de agua. Sin embargo, en la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500) de 2100, se espera que la población residente afectada pueda ascender a ~45.000 personas, lo que equivale aproximadamente al 2% de la población actual censada en el archipiélago. De este contingente, el 65% estaría afectado de forma directa al residir en sectores de edificios alcanzadas por la lámina de agua, y el 35% restante, de forma indirecta al residir ven edificios afectados por inundaciones en alguna de sus partes.

Tabla 22. Impactos de las inundaciones costeras en 2050 y 2100 sobre la población residente de Canarias.

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	AFECCIÓN INDIRECTA	AFECCIÓN DIRECTA			TOTAL AFECCIÓN DIRECTA	TOTAL
				RIESGO BAJO	RIESGO MEDIO	RIESGO ALTO		
<i>Actual</i>		<i>PMVE</i>	405	0	2	1	3	407
		<i>Tr5</i>	1.750	36	192	126	354	2.103
		<i>Tr50</i>	3.500	320	1.696	1.831	3.847	7.347
		<i>Tr100</i>	4.472	342	1.709	1.833	3.884	8.356
		<i>Tr500</i>	6.265	471	2.960	3.570	7.001	13.266
2050	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	91	0	4	1	5	96
		<i>Tr5</i>	1.351	152	726	288	1.165	2.516
		<i>Tr50</i>	1.718	73	553	357	983	2.702
		<i>Tr100</i>	1.518	60	1.107	1.188	2.356	3.874
		<i>Tr500</i>	1.059	240	1.245	2.307	3.791	4.850
	<i>Extremo (RCP8.5-P95)</i>	<i>PMVE</i>	136	1	7	2	9	145
		<i>Tr5</i>	1.955	44	1148	648	1.839	3.794
		<i>Tr50</i>	2.444	120	1.035	868	2.023	4.467
		<i>Tr100</i>	1.924	128	1.464	2.005	3.597	55.21
		<i>Tr500</i>	2.514	838	2.421	3.560	6.820	9.334
2100	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	331	1	16	17	34	365
		<i>Tr5</i>	3.523	496	1.808	1.811	4.115	7638
		<i>Tr50</i>	4.033	225	1.678	3.929	5.832	9865
		<i>Tr100</i>	3.730	340	2.668	5.211	8.218	11.948
		<i>Tr500</i>	3.939	325	3.955	10.009	14.289	18.228
	<i>Extremo (RCP8.5-P95)</i>	<i>PMVE</i>	2.121	356	484	67	907	3.028
		<i>Tr5</i>	5.434	382	3.130	5.408	8.920	14.354
		<i>Tr50</i>	3.823	465	4.406	7.682	12.554	16.377
		<i>Tr100</i>	6.724	321	5.289	14.289	19.899	26.623
		<i>Tr500</i>	7.581	215	3.368	20.682	24.265	31.846

*Las cantidades expresadas en los escenarios futuros de 2050 y 2100 corresponden con el excedente respecto del mismo escenario en la actualidad.

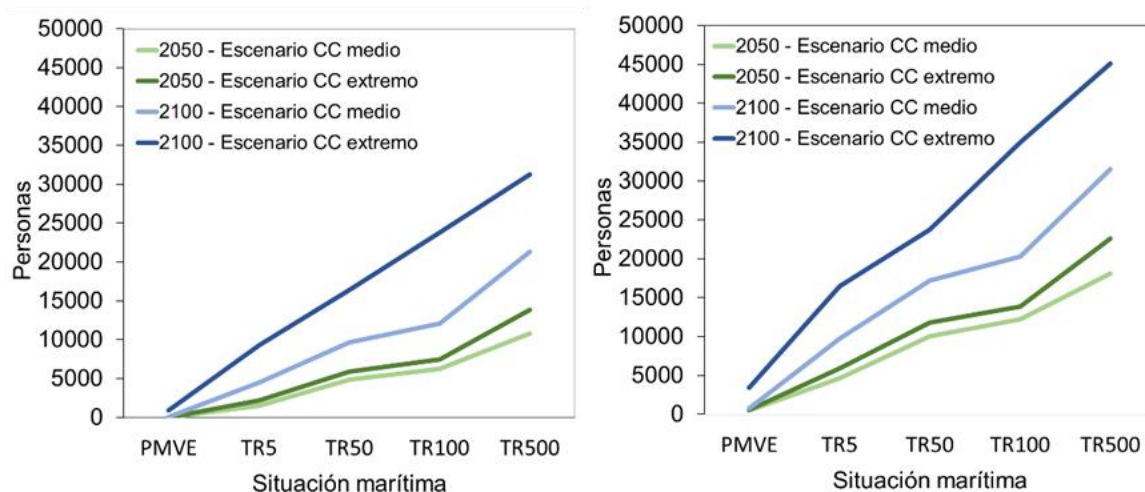


Figura 71. Población residente directamente afectada (izquierda), y total (derecha), por inundaciones costeras en 2050 y 2100 en Canarias, bajo escenarios de cambio climático medio (RCP4.5, P50) y extremo (RCP8.5, P95).

Respecto a la **población turística**, los resultados totales para Canarias de los 25 modelos de inundación pueden consultarse en la Tabla 23 y Figura 72. A continuación se describen brevemente los resultados correspondientes los escenarios más favorables y menor favorables de cada horizonte:

En 2050, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), se espera no exista más población afectada al margen de las 178 personas en riesgo que ya se registran para el mismo escenario marítimo (PMVE) del clima actual. Sin embargo, en la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500) de 2050, se espera que la población turística afectada pueda ascender a 8.723 personas, lo que equivale aproximadamente al 3,1% de la población turística equivalente (la que se encontraría alojada un día medio del año) en el archipiélago. De estos, 4.621 serían afecciones sumadas a las ya registradas para el mismo escenario (Tr500) del clima actual. Además, solo el 11% sería afectado de forma directa, es decir, estaría alojado en sectores de edificios hoteleros alcanzados por la lámina de agua, mientras que el 89% restante sería afectado de forma indirecta, encontrándose alojado en sectores de edificios hoteleros afectados únicamente en alguna de sus partes. En 2100, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), se espera que la población turística afectada pueda ascender a ~721 personas, de las cuales 543 son afecciones adicionales al contingente registrado en mismo escenario (PMVE) de la actualidad. De ellas, tan solo 85 corresponden con personas afectadas directamente por la lámina de

agua. Sin embargo, en la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500) en 2100, se espera que la población turística afectada pueda ascender a 20.706 personas, lo que equivale aproximadamente al 7,5% de la población turística equivalente (la que se encontraría alojada un día medio del año) de Canarias. De este contingente, el 33% sería afectado de forma directa, mientras que el 66% restante sería afectado de forma indirecta.

Tabla 23. Impactos de las inundaciones costeras en 2050 y 2100 sobre la población turística de Canarias.

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	AFECCIÓN INDIRECTA	AFECCIÓN DIRECTA			TOTAL AFECCIÓN DIRECTA	TOTAL
				RIESGO BAJO	RIESGO MEDIO	RIESGO ALTO		
<i>Actual</i>		<i>PMVE</i>	124	0	11	43	54	178
		<i>Tr5</i>	276	16	13	59	87	364
		<i>Tr50</i>	988	11	282	451	744	1.733
		<i>Tr100</i>	1.402	30	261	582	874	2.276
		<i>Tr500</i>	2.810	59	372	860	1.292	4.102
2050	<i>Medio</i>	<i>PMVE</i>	-2	0	-5	7	2	0
		<i>Tr5</i>	561	7	151	394	552	1.112
		<i>Tr50</i>	960	40	-66	247	222	1.182
		<i>Tr100</i>	756	-12	48	248	283	1.039
		<i>Tr500</i>	2.031	50	906	262	1.218	3.249
	<i>Extremo</i>	<i>PMVE</i>	-5	0	-7	11	5	0
		<i>Tr5</i>	540	14	188	462	663	1.203
		<i>Tr50</i>	2.052	82	-6	390	467	2.519
		<i>Tr100</i>	2.922	33	322	340	696	3.618
		<i>Tr500</i>	2.675	95	1.137	715	1.946	4.621
2100	<i>Medio</i>	<i>PMVE</i>	458	18	47	21	85	543
		<i>Tr5</i>	1.769	52	244	636	932	2.702
		<i>Tr50</i>	5.453	134	299	939	1.372	6.825
		<i>Tr100</i>	5.255	171	928	1.027	2.126	7.381
		<i>Tr500</i>	6.483	35	1.034	2.136	3.206	9.688
	<i>Extremo</i>	<i>PMVE</i>	1.936	85	127	531	743	2.679
		<i>Tr5</i>	5.702	92	511	1.447	2.050	7.752
		<i>Tr50</i>	8.648	154	1.035	2.585	3.774	12.421
		<i>Tr100</i>	9.717	270	1.224	3.461	4.955	14.672
		<i>Tr500</i>	9.391	225	1.907	5.081	7.213	16.604

*Las cantidades expresadas en los escenarios futuros de 2050 y 2100 corresponden con el excedente respecto del mismo escenario en la actualidad.

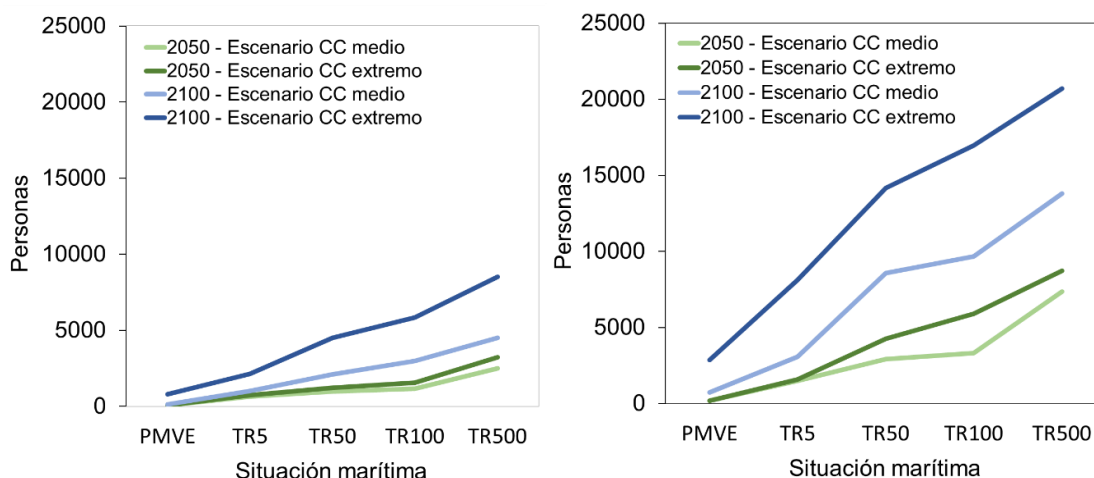


Figura 72. Población turística directamente afectada (izquierda), y total (derecha), por inundaciones costeras en 2050 y 2100 en Canarias, bajo escenarios de cambio climático medio (RCP4.5, P50) y extremo (RCP8.5, P95).

Respecto a la **población circulante**, los resultados totales para Canarias de los 25 modelos de inundación pueden consultarse en la Tabla 24 y Figura 73. A continuación se describen brevemente los resultados correspondientes los escenarios más favorables y menos favorables de cada horizonte, teniendo en cuenta que las situaciones marítimas de PMVE no suponen riesgo para la población circulante:

En 2050, bajo un temporal marítimo de frecuencia alta (periodo de retorno de 5 años) en el escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50), se espera que pueda haber unas 2.834 personas en riesgo en los espacios públicos abiertos, un 0,14% de la población circulante potencial calculada en este estudio (~2 millones), de las cuales 1.983 serían elementos adicionales al mismo escenario Tr5 del clima actual. En la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500) de 2050, se espera que la población circulante en riesgo pueda ascender a 20.327 personas, aproximadamente equivalente al 1,0 % de la población circulante potencial. De este contingente, 9.126 personas serían nuevos registros respecto al mismo escenario marítimo en el clima actual. En 2100, bajo un temporal marítimo de frecuencia alta (periodo de retorno de 5 años) en el escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50), se espera que pueda haber unas 9.060 personas en riesgo en los espacios públicos abiertos, un 0,4% de la población circulante potencial calculada en este estudio (~2 millones), de las cuales 6.226 serían elementos adicionales al mismo escenario Tr5 del clima actual. En la peor situación marítima del escenario de cambio climático más

desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500) de 2100, se espera que la población circulante en riesgo pueda ascender a 50.368 personas, equivalente aproximadamente al 2,5% de la población circulante potencial. De este contingente, 37.160 personas son nuevos registros respecto al mismo escenario marítimo (Tr500) del clima actual. Hay que destacar una vez más que la población circulante es la consideración de la población de Canarias en los espacios públicos abiertos, y que, por lo tanto, que no debe ser sumada a la población residente y turística para no incurrir en doble conteo.

Tabla 24. Impactos de las inundaciones costeras en 2050 y 2100, sobre la población circulante en los espacios públicos abiertos de Canarias.

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	TOTAL
<i>Actual</i>		<i>PMVE</i>	0
		<i>Tr5</i>	2.834
		<i>Tr50</i>	6.240
		<i>Tr100</i>	7.401
		<i>Tr500</i>	11.198
<i>2050</i>	<i>Medio</i>	<i>PMVE</i>	0
		<i>Tr5</i>	1.983
		<i>Tr50</i>	2.529
		<i>Tr100</i>	3.112
		<i>Tr500</i>	5.644
	<i>Extremo</i>	<i>PMVE</i>	0
		<i>Tr5</i>	2.966
		<i>Tr50</i>	4.290
		<i>Tr100</i>	5.057
		<i>Tr500</i>	9.129
<i>2100</i>	<i>Medio</i>	<i>PMVE</i>	0
		<i>Tr5</i>	6.226
		<i>Tr50</i>	10.387
		<i>Tr100</i>	12.200
		<i>Tr500</i>	19.526
	<i>Extremo</i>	<i>PMVE</i>	0
		<i>Tr5</i>	14.249
		<i>Tr50</i>	23.773
		<i>Tr100</i>	28.793
		<i>Tr500</i>	39.170

*Las cantidades expresadas en los escenarios futuros de 2050 y 2100 corresponden con el excedente respecto del mismo escenario en la actualidad.

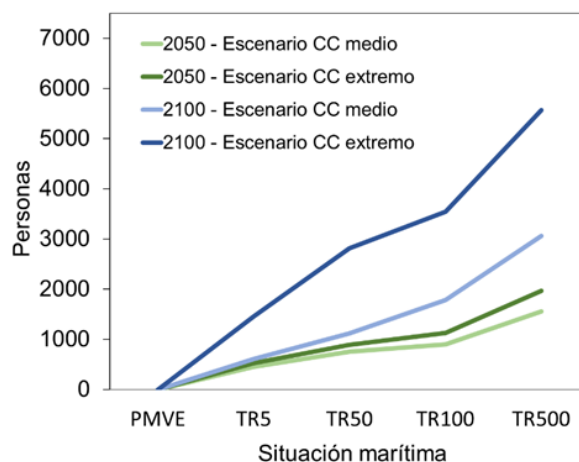


Figura 73. Población circulante en los espacios públicos abiertos potencialmente en riesgo por inundaciones costeras en 2050 y 2100 en Canarias, bajo sendos escenarios de cambio climático, medio (RCP4.5, P50) y extremo (RCP8.5, P95).

5.1.2.2 Impactos sobre los sectores productivos

Al igual que en la población, los riesgos globales de las inundaciones costeras ligadas al cambio climático, sobre las actividades productivas de Canarias, arrojan valores de magnitud distinta en cada uno de los 25 modelos, progresivamente mayores cuanto más amplio es el periodo temporal (de 2050 a 2100), el escenario de cambio climático (de medio a extremo) y la situación marítima modelizada (de PMVE a Tr5, Tr50, Tr100 y Tr500).

En relación con las actividades productivas del **sector primario**, se describen a continuación brevemente los resultados correspondientes a los escenarios más favorables y menos favorables de cada horizonte, entre cuyos valores se encuentran el resto de escenarios intermedios.

Las afecciones generales de los procesos de inundación costera ligados al cambio climático en el **sector agrícola** de Canarias pueden considerarse de carácter leve. Los resultados generales para el conjunto de Canarias de los 25 modelos de inundación pueden consultarse en la Tabla 25 y Figura 74. Debe tenerse en cuenta que las pérdidas sobre el stock de capital solo se consideran en escenarios de inundación permanente (PMVE), mientras que las pérdidas en el valor productivo anual se valoran tanto en la inundación permanente (PMVE) como en los escenarios de inundación episódica causada por temporales marítimos (en estos casos se ha considerado, con carácter general, una pérdida de 1/3 de las cosechas y de su valor productivo asociado).

En 2050, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), se espera una afección de 0,16 ha de superficie agrícola (0,03 ha más que en la actualidad), en 15 campos de cultivo (2 más que en la actualidad), por un valor productivo de aproximadamente 0,02 mil €/año (0,01 mil €/año más que en la actualidad) y un valor de capital de 67,56 mil € (22,67 mil € más que en la actualidad). En la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500) de 2050, se esperan afecciones sobre de 15,56 ha de superficie agrícola (8,42 ha más que en la actualidad), en 313 campos de cultivo (104 más que en la actualidad), por un valor productivo de aproximadamente 33,94 mil €/año (18,46 mil €/año más que en la actualidad) y un valor de capital de 70,41 mil € (25,52 mil € más que en la actualidad). En 2100, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), se espera una afección de 0,24 ha de superficie agrícola (0,12 ha más que en la actualidad), en 26 campos de cultivo (13 más que en la actualidad), por un valor productivo de aproximadamente 0,02 mil €/año (0,01 mil €/año más que en la actualidad) y un valor de capital de 67,56 miles € (22,67 miles € más que en la actualidad). En la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500) de 2100, se esperan afecciones sobre de 50,45 ha de superficie agrícola (43,32 ha más que en la actualidad), en 548 campos de cultivo (339 más que en la actualidad), por un valor productivo de aproximadamente 88,4 mil €/año (72,93 mil €/año más que en la actualidad) y un valor de capital de 224,8 mil € (179,9 mil € más que en la actualidad).

El hecho de que la superficie máxima afectada en 2100 corresponda tan solo con el 0,2% de la superficie agrícola de Canarias, da idea de la escasa magnitud del impacto de las inundaciones sobre el sector agrícola de la región. Sobre ello hay que añadir, además, el efecto del abandono agrícola en el escaso impacto productivo total, ya que buena parte de las tierras agrícolas afectadas por las inundaciones son asimismo terrenos abandonados sin actividad agrícola en la actualidad.

Tabla 25. Impactos de las inundaciones costeras en 2050 y 2100 sobre el sector primario (agrícola) de Canarias.

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	CAMPOS DE CULTIVO (N)	SUPERFICIE AGRÍCOLA (HA)	VALOR PRODUCTIVO (MILES €/AÑO)	STOCK DE CAPITAL (MILES €)
<i>Actual</i>		<i>PMVE</i>	13	0,12	0,01	44,89
		<i>Tr5</i>	51	0,40	0,09	44,89
		<i>Tr50</i>	105	1,62	3,76	44,89
		<i>Tr100</i>	118	2,61	5,37	44,89
		<i>Tr500</i>	209	7,14	15,47	44,89
2050	<i>Medio</i>	<i>PMVE</i>	5	0,03	0,01	22,67
		<i>Tr5</i>	24	0,62	2,25	22,67
		<i>Tr50</i>	58	2,96	5,72	22,67
		<i>Tr100</i>	87	4,26	9,42	22,67
		<i>Tr500</i>	62	6,11	13,33	22,67
	<i>Extremo</i>	<i>PMVE</i>	5	0,04	0,01	25,52
		<i>Tr5</i>	31	0,87	2,85	25,52
		<i>Tr50</i>	79	3,97	8,19	25,52
		<i>Tr100</i>	100	5,45	12,1	25,52
		<i>Tr500</i>	104	8,42	18,46	25,52
2100	<i>Medio</i>	<i>PMVE</i>	13	0,12	0,01	49,41
		<i>Tr5</i>	100	3,46	7,87	49,41
		<i>Tr50</i>	139	11,2	21,05	49,41
		<i>Tr100</i>	174	13,92	26,16	49,41
		<i>Tr500</i>	194	19,91	36,1	49,41
	<i>Extremo</i>	<i>PMVE</i>	23	0,55	0,02	179,94
		<i>Tr5</i>	184	13,25	26,1	179,94
		<i>Tr50</i>	198	22,74	48,78	179,94
		<i>Tr100</i>	317	31,87	55,26	179,94
		<i>Tr500</i>	339	43,32	72,93	179,94

*Las cantidades expresadas en los escenarios futuros de 2050 y 2100 corresponden con el excedente respecto del mismo escenario en la actualidad. *La pérdida de stock de capital se calcula únicamente para las superficies afectadas por inundaciones permanentes.

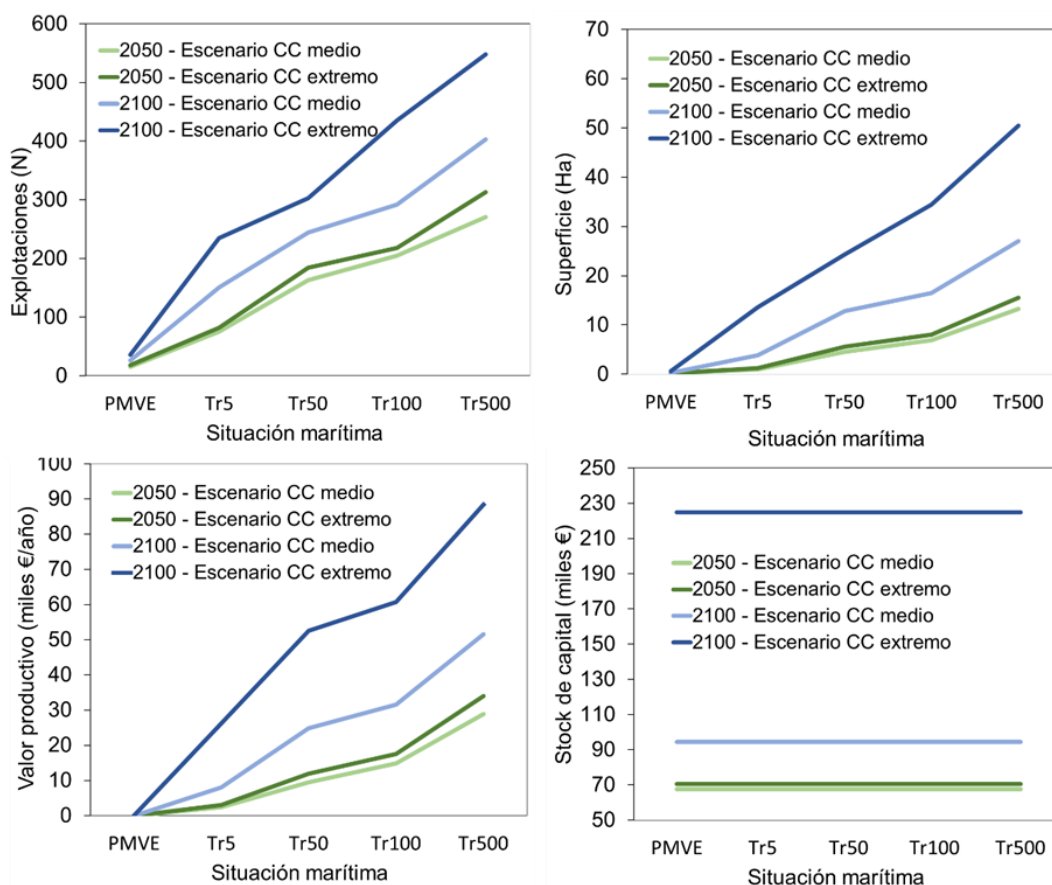


Figura 74. Campos de cultivo, superficies, valor productivo y stock de capital agrícola afectados por inundaciones costeras en 2050 y 2100 en Canarias, bajo escenarios de cambio climático medio (RCP4.5, P50) y extremo (RCP8.5, P95).

Con respecto al **sector ganadero**, solo se han detectado posibles afecciones en 2100 sobre una explotación situada en San Felipe, 1 (municipio de Santa María de Guía, isla de Gran Canaria), por lo que el riesgo de las inundaciones costeras sobre la actividad ganadera de Canarias en 2050 y 2100 puede considerarse prácticamente nulo.

Asimismo, los impactos de las futuras inundaciones sobre la **actividad extractiva** pueden considerarse también de carácter muy leve, teniendo en cuenta que solo deben considerarse como tales los derivados de los procesos de inundación permanente (PMVE), capaces de dejar inutilizables las explotaciones. Los resultados totales para Canarias de los 25 modelos de inundación pueden consultarse en la Tabla 26.

En 2050, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), se espera una afección de 2,4 ha (0,31 ha más que en la actualidad) en 10 explotaciones (las mismas que en la actualidad). En la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500) de 2050, se espera que las afecciones asciendan a 100 ha extractivas (22,2 ha más que en la actualidad), en 39 explotaciones (10 más que en la actualidad). En 2100, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), se espera una afección en áreas extractivas de 3,5 ha (1,47 ha más que en la actualidad) sobre 11 explotaciones (1 más que en la actualidad). En la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500) de 2100, se esperan afecciones sobre de 112,1 ha de superficie agrícola (34,3 ha más que en la actualidad), en 58 explotaciones (29 más que en la actualidad). La superficie máxima afectada en 2100 (Tr500) corresponde con el 6,4% de la superficie total de áreas extractivas en Canarias (534 ha). No obstante, teniendo en cuenta únicamente los impactos reales (producidos por inundación permanente), solo el 0,06% de las superficies extractivas estarían en riesgo de pérdida en 2100.

Tabla 26. Impactos de las inundaciones costeras en 2050 y 2100 sobre el sector primario (actividad extractiva) de Canarias.

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	ÁREAS EXTRACTIVAS (N)	SUPERFICIE EXTRACTIVA (HA)
<i>Actual</i>		<i>PMVE</i>	10	2,07
		<i>Tr5</i>	19	13,38
		<i>Tr50</i>	22	54,87
		<i>Tr100</i>	25	59,56
		<i>Tr500</i>	29	77,74
<i>2050</i>	<i>Medio</i>	<i>PMVE</i>	0	0,31
		<i>Tr5</i>	2	36,29
		<i>Tr50</i>	3	9,23
		<i>Tr100</i>	2	16,79
		<i>Tr500</i>	7	22,44
	<i>Extremo</i>	<i>PMVE</i>	0	0,43
		<i>Tr5</i>	4	39,63
		<i>Tr50</i>	5	11,78
		<i>Tr100</i>	9	18,42
		<i>Tr500</i>	10	22,28
<i>2100</i>	<i>Medio</i>	<i>PMVE</i>	1	1,47

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	ÁREAS EXTRACTIVAS (N)	SUPERFICIE EXTRACTIVA (HA)
		Tr5	5	52,67
		Tr50	15	32,73
		Tr100	14	39,88
		Tr500	10	29,58
	Extremo	PMVE	12	33,44
		Tr5	18	67,66
		Tr50	18	50,9
		Tr100	24	49,83
		Tr500	29	34,35

*Las cantidades expresadas en los escenarios futuros de 2050 y 2100 corresponden con el excedente respecto del mismo escenario en la actualidad. *La pérdida de stock de capital se calcula únicamente para las superficies afectadas por inundaciones permanentes.

En relación con las actividades productivas del **sector secundario**, las de **fabricación y almacenamiento industrial** de Canarias tendrán afectaciones localizadas de carácter bastante significativo en 2050 y 2100. Los resultados totales para Canarias de los 25 modelos de inundación pueden consultarse en la Tabla 27 y Figura 75. A continuación se describen brevemente los resultados correspondientes los escenarios más favorables y menos favorables de cada horizonte, entre cuyos valores se encuentran el resto de los escenarios intermedios.

En 2050, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), se esperan afecciones sobre 66 elementos constructivos (22 más que en escenario actual) que suman una superficie construida de 0,63 ha (0,5 ha más que en el escenario actual) y 683,1 m³ (389,8 m³ que en el escenario actual). A ello se asocia una pérdida de valor productivo industrial de 115 mil € anuales (97 mil más que en la actualidad) y una pérdida de stock de capital de 194 mil € (160 mil € más que en el escenario actual). En la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500) en 2050, se esperan afecciones sobre 932 elementos constructivos (387 más que en escenario actual) que suman una superficie construida de 14,8 ha (7,4 ha más que en el escenario actual) y 90.006 m³ (48.666 m³ que en el escenario actual). A ello se asocia una pérdida de valor productivo industrial de 6.854 mil € anuales (3618mil más que en la actualidad) y una pérdida de stock de capital de 13.249 mil € (9.439 mil € más que en el escenario actual). En 2100, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), se esperan afecciones sobre 112 elementos constructivos industriales (68 más que en escenario actual) que suman una superficie

construida de 0,93 ha (0,8 ha más que en el escenario actual) y 2.600 m³ (2.306 m³ que en el escenario actual). A ello se asocia una pérdida de valor productivo industrial de 198 mil € anuales (180 mil € más que en la actualidad) y una pérdida de stock de capital de 312 mil € (278 mil € más que en el escenario actual). En la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500) en 2100, se esperan afecciones sobre 1.773 elementos constructivos industriales (1.228 más que en escenario actual) que suman una superficie construida de 32,4 ha (25,0 ha más que en el escenario actual) y 251.418 m³ (210.078 m³ que en el escenario actual). A ello se asocia una pérdida de valor productivo industrial de 17.937 mil € anuales (14.701 mil más que en la actualidad) y una pérdida de stock de capital de 16.227 mil € (12.417 mil € más que en el escenario actual).

Tabla 27. Afecciones de las inundaciones costeras en 2050 y 2100 sobre el sector industrial (fabricación y almacenamiento) de Canarias.

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS (N)	SUPERFICIE CONSTRUIDA (HA)	VOLUMEN CONSTRUIDO (M ³)	VALOR PRODUCTIVO (MILES €/AÑO)	STOCK DE CAPITAL (MILES €)
<i>Actual</i>		<i>PMVE</i>	44	0,1	293,3	18,1	34,1
		<i>Tr5</i>	186	2	4.162,7	543	630,9
		<i>Tr50</i>	326	4,4	24.262,7	1.620,9	1871,4
		<i>Tr100</i>	406	5,3	29.489,6	1.904,7	2.408,6
		<i>Tr500</i>	545	7,4	41.339,9	3.236	3.810,2
<i>2050</i>	<i>Medio</i>	<i>PMVE</i>	22	0,5	389,8	97,5	160,7
		<i>Tr5</i>	88	1,4	16.937,2	511,6	1.049,2
		<i>Tr50</i>	135	1,7	9.794,2	664,5	2.219,5
		<i>Tr100</i>	109	1,8	9.666,4	859,8	2.563,6
		<i>Tr500</i>	285	5,3	30.755,7	2.044,7	6.217,1
	<i>Extremo</i>	<i>PMVE</i>	37	0,6	497,0	111,1	183,3
		<i>Tr5</i>	129	2,1	20.366	830,9	1.732,3
		<i>Tr50</i>	190	2,7	15.003	1.201,7	3.238,9
		<i>Tr100</i>	191	2,9	15.765,2	1.554,5	4.143,4
		<i>Tr500</i>	387	7,4	48.666,5	3.618,3	9.439,4
<i>2100</i>	<i>Medio</i>	<i>PMVE</i>	68	0,8	2306,9	179,8	278,8
		<i>Tr5</i>	281	4,1	29.522,4	1.574,1	855,1
		<i>Tr50</i>	523	8,5	46.534,6	2.773,5	1.359,3
		<i>Tr100</i>	550	10,4	56.880,3	4.121,3	1.748,9
		<i>Tr500</i>	701	14,5	111.681,1	7.562,5	4518
	<i>Extremo</i>	<i>PMVE</i>	186	2,7	251.124,9	708,6	1.189,4
		<i>Tr5</i>	694	11,2	67.780,9	3.963,8	3.078,9
		<i>Tr50</i>	836	15,3	119.078,6	9.409,2	6.007,4
		<i>Tr100</i>	1.029	19,6	145.214,1	10.563	7.673,8

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS (N)	SUPERFICIE CONSTRUIDA (HA)	VOLUMEN CONSTRUIDO (M ³)	VALOR PRODUCTIVO (MILES €/AÑO)	STOCK DE CAPITAL (MILES €)
		Tr500	1.228	25	210.078,3	14.701	12.417,7

*Las cantidades expresadas en los escenarios futuros de 2050 y 2100 corresponden con el excedente respecto del mismo escenario en la actualidad.

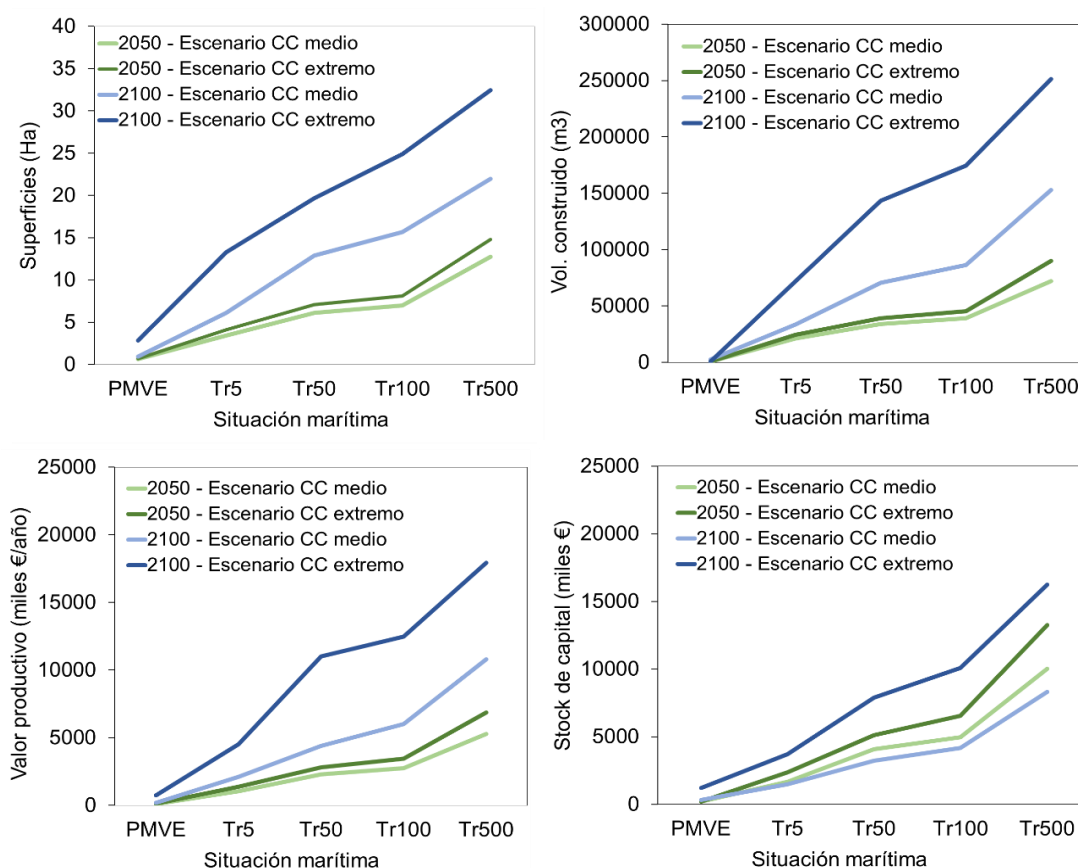


Figura 75. Superficie, volumen construido, valor productivo y stock de capital industrial (de fabricación y almacenamiento) afectados por inundaciones costeras en 2050 y 2100 en Canarias, bajo escenarios de cambio climático medio (RCP4.5, P50) y extremo (RCP8.5, P95).

En cuanto a la **producción de energía eléctrica** se espera que el cambio climático produzca afecciones episódicas parciales sobre las centrales de producción de Los Guinchos (La Palma), Llanos Blancos (El Hierro), Caletillas (Tenerife), Las Salinas (Fuerteventura) y Punta Grande (Lanzarote), así como sobre 5 parques eólicos de los municipios de Ingenio y Agüimes (Gran Canaria). Los resultados totales para Canarias de los 25 modelos

de inundación pueden consultarse en la Tabla 28 y Figura 76. A continuación se describen brevemente los resultados correspondientes los escenarios más favorables y menos favorables de cada horizonte, entre cuyos valores se encuentran el resto de escenarios intermedios.

En 2050, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), se esperan afecciones sobre 3 elementos constructivos de la producción de energía (2 más que en escenario actual) que suman una superficie construida de 0,007 ha (0,003 ha más que en el escenario actual) y 18,5 m³ (14,1 m³ que en el escenario actual), y suponen unas pérdidas económicas de unos 247 mil € anuales (229 mil más que en la actualidad). En la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500) en 2050, se esperan afecciones sobre 20 elementos constructivos (6 más que en el escenario actual) que suman una superficie construida de 1 ha (0,8 ha más que en el escenario actual) y 11.475 m³ (9.866 m³ que en el escenario actual), a lo que se asociarían unos 485 mil € anuales de pérdida monetaria (362 mil más que en la actualidad). En 2100, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), se esperan afecciones sobre 6 elementos constructivos de la producción de energía (5 más que en escenario actual) que suman una superficie construida de 0,01 ha (0,01 ha más que en el escenario actual) y 82 m³ de volumen construido (78 m³ que en el escenario actual), suponiendo unas pérdidas económicas de unos 546 mil € anuales (528 mil más que en la actualidad). En la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500) en 2100, se esperan afecciones sobre 32 elementos constructivos (18 más que en el escenario actual) que suman una superficie construida de 3,4 ha (3,1 ha más que en el escenario actual) y 44.746 m³ (43.136 m³ que en el escenario actual), a lo que se asocian unos 4.513 mil € anuales de pérdida monetaria (4.390 mil más que en la actualidad).

Tabla 28. Impactos de las inundaciones costeras en 2050 y 2100 sobre el sector industrial (producción energética) de Canarias.

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS (N)	SUPERFICIE CONSTRUIDA (HA)	VOLUMEN CONSTRUIDO (M3)	VALOR PRODUCTIVO (MILES €/AÑO)
<i>Actual</i>		<i>PMVE</i>	1	0	4,4	17,6
		<i>Tr5</i>	6	0,1	196,6	25
		<i>Tr50</i>	8	0,1	404,5	58
		<i>Tr100</i>	9	0,1	537,9	64,7
		<i>Tr500</i>	14	0,3	1.609,1	122,9
2050	<i>Medio</i>	<i>PMVE</i>	2	0	14,1	229
		<i>Tr5</i>	1	0	179,9	252,3
		<i>Tr50</i>	3	0	303,6	241,9
		<i>Tr100</i>	5	0,1	1.018,6	260
		<i>Tr500</i>	6	0,8	9.866,3	362,2
	<i>Extremo</i>	<i>PMVE</i>	2	0	14,4	264,3
		<i>Tr5</i>	2	0	223,3	291,7
		<i>Tr50</i>	6	0,2	1.299,9	301,6
		<i>Tr100</i>	9	0,7	7.777,4	371
		<i>Tr500</i>	6	1	11.910,6	536,5
2100	<i>Medio</i>	<i>PMVE</i>	5	0	78	528,5
		<i>Tr5</i>	5	0,2	1.261,8	584,5
		<i>Tr50</i>	12	1,1	12.991,5	838,2
		<i>Tr100</i>	11	1,2	13.295,7	921,9
		<i>Tr500</i>	9	1,3	15.231,3	1.093,9
	<i>Extremo</i>	<i>PMVE</i>	7	0,1	460,4	3.171,2
		<i>Tr5</i>	15	1,2	13.581,4	3.515,8
		<i>Tr50</i>	17	1,6	18.279,8	3.834,9
		<i>Tr100</i>	19	2,1	28.573,5	3.956,1
		<i>Tr500</i>	18	3,1	43.136,9	4.390,2

*Las cantidades expresadas en los escenarios futuros de 2050 y 2100 corresponden con el excedente respecto del mismo escenario en la actualidad.

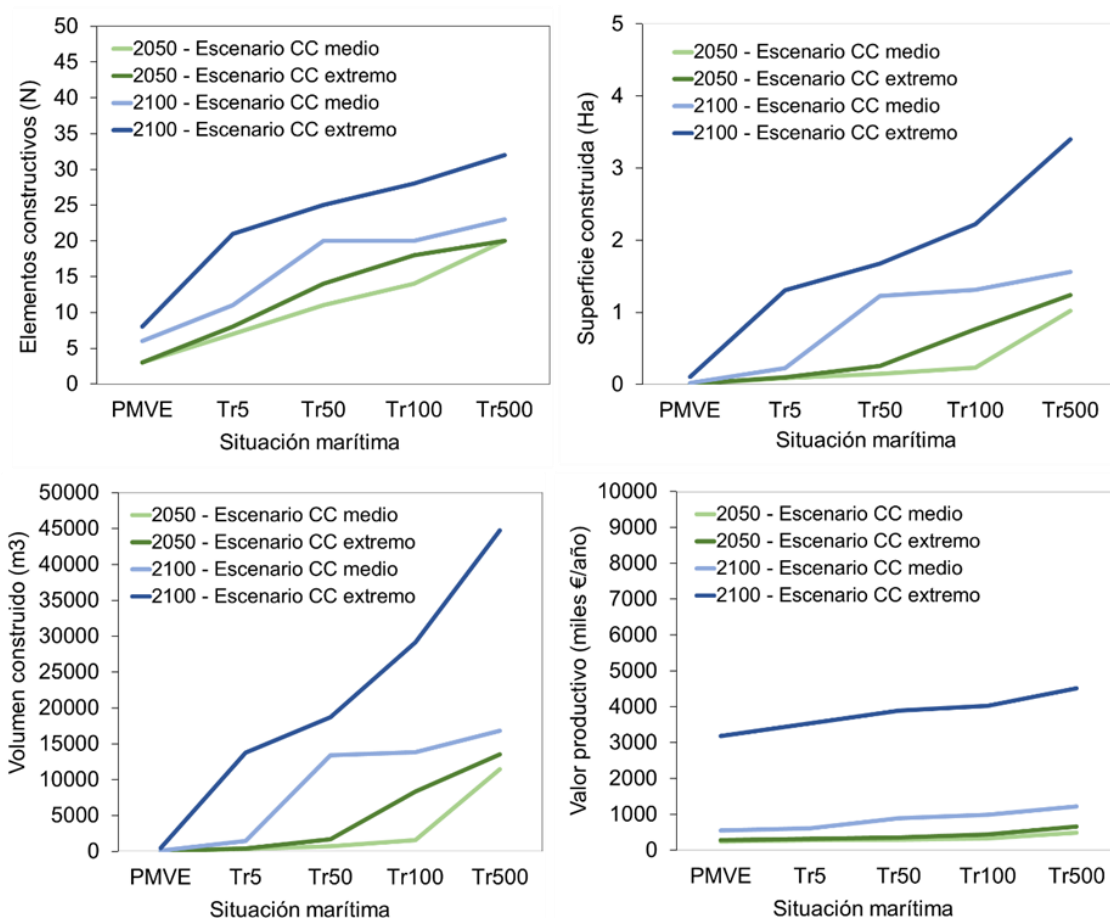


Figura 76. Elementos constructivos, superficie, volumen construido y valor productivo industrial (producción de energía) afectados por inundaciones costeras en 2050 y 2100 en Canarias, bajo escenarios de cambio climático medio (RCP4.5, P50) y extremo (RCP8.5, P95).

Los impactos de las inundaciones costeras sobre el **sector servicios** en las islas Canarias en 2050 y 2100 pueden llegar a tener un carácter severo en múltiples localizaciones del litoral, dada la alta concentración de actividades terciarias (sobre todo hosteleras) en la franja costera. Los resultados totales para Canarias de los 25 modelos de inundación pueden observarse en la Tabla 29 y Figura 77. A continuación se describen los resultados correspondientes los escenarios más y menos favorables de cada horizonte, entre cuyos valores se encuentran el resto de los escenarios intermedios.

En 2050, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), se esperan afecciones sobre 109 elementos constructivos del sector

servicios (24 más que en escenario actual) que suman una superficie construida de 0,39 ha (0,19 ha más que en el escenario actual) y 3.703 m³ (913 m³ que en el escenario actual), y suponen unas pérdidas de valor productivo de unos 3.189 mil € anuales (409 mil más que en la actualidad) y de stock de capital de 1.738 € (238 mil € más que en la actualidad). En la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500) de 2050, se ha estimado una probable afectación de 2.767 elementos constructivos (1.194 más que en la actualidad), 39 ha de superficie construida (19 más que en la actualidad), 287.815 m³ de construcciones (75.770 m³ más que en la actualidad), 9.211 mil € de producción anual (3.712 mil €/año más que en la actualidad) y 61.932 mil € de stock de capital (37.611 mil €/año más que en la actualidad). En 2100, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), se esperan afecciones sobre 203 elementos constructivos de la producción de energía (118 más que en escenario actual) que suman una superficie construida de 1,1 ha (0,9 ha más que en el escenario actual) y 9.564 m³ (6.773 m³ que en el escenario actual), y suponen unas pérdidas de valor productivo de unos 10.766 mil € anuales (7.986 mil más que en la actualidad) y de stock de capital de 6.848 € (5.348 mil € más que en la actualidad). En la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500) de 2100, se ha estimado una probable afectación de 5.708 elementos constructivos (4.135 más que en la actualidad), 97,2 ha de superficie construida (76,9 ha más que en la actualidad), 1.409.371 m³ de construcciones (1.197.327 m³ más que en la actualidad), 85.953 mil € de producción anual (80.454 mil €/año más que en la actualidad) y 283.737 mil € de stock de capital (259.416 mil €/año más que en la actualidad).

Tabla 29. Impactos de las inundaciones costeras en 2050 y 2100 sobre el sector terciario de Canarias.

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS (N)	SUPERFICIE CONSTRUIDA (HA)	VOLUMEN CONSTRUIDO (M3)	VALOR PRODUCTIVO (MILES €/AÑO)	STOCK DE CAPITAL (MILES €)
Actual		PMVE	85	0,2	2.790,6	2.780,4	1.500,4
		Tr5	398	2,7	16.167,7	2.860,9	2.155,2
		Tr50	903	4,7	26.113,1	3.833,6	11.151,7
		Tr100	1085	14,1	135.414,2	4.288	14.569,1
		Tr500	1573	20,3	212.044,8	5.499,4	24.320,5
2050	Medio	PMVE	24	0,2	913,2	409,1	238
		Tr5	303	4,3	54.075,2	1.090,2	6.923,6
		Tr50	390	11,7	138.374,2	1.337,4	7.876

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS (N)	SUPERFICIE CONSTRUIDA (HA)	VOLUMEN CONSTRUIDO (M3)	VALOR PRODUCTIVO (MILES €/AÑO)	STOCK DE CAPITAL (MILES €)
		Tr100	404	5,4	65.830,5	1441	8.893,9
		Tr500	662	10,8	159.066,7	1.999,8	17.546,3
	Extremo	PMVE	34	0,3	1.255,6	760,2	447,1
		Tr5	433	0,9	10.481,8	1.666,4	9.285,1
		Tr50	592	6,2	53.835,6	2.146,1	12.284,4
		Tr100	641	18,7	104.431,8	2.332,3	15.289,3
		Tr500	1.194	19,1	75.770,4	3.712,3	37.611,9
2100	Medio	PMVE	118	1	6.773,8	7.986,2	5.348,1
		Tr5	904	13,7	153.117,4	9.598,7	20.865,3
		Tr50	1373	26,9	312.426,4	11.113,7	40.248,6
		Tr100	1.599	24	306.992,6	11.721,3	48.858,9
		Tr500	2.256	24,2	334.229,5	15.347,4	97.087,7
	Extremo	PMVE	523	5,9	75.729,6	63.168,5	48.912,5
		Tr5	1.927	29,7	318.829,1	65.990,3	83.351,2
		Tr50	2.596	49,2	731.675,8	70.355	135.486,2
		Tr100	3.410	45,3	741.460,8	73.218,2	170.964,3
		Tr500	4.135	76,9	1.197.327	80.454,3	259.416,5

*Las cantidades expresadas en los escenarios futuros de 2050 y 2100 corresponden con el excedente respecto del mismo escenario en la actualidad.

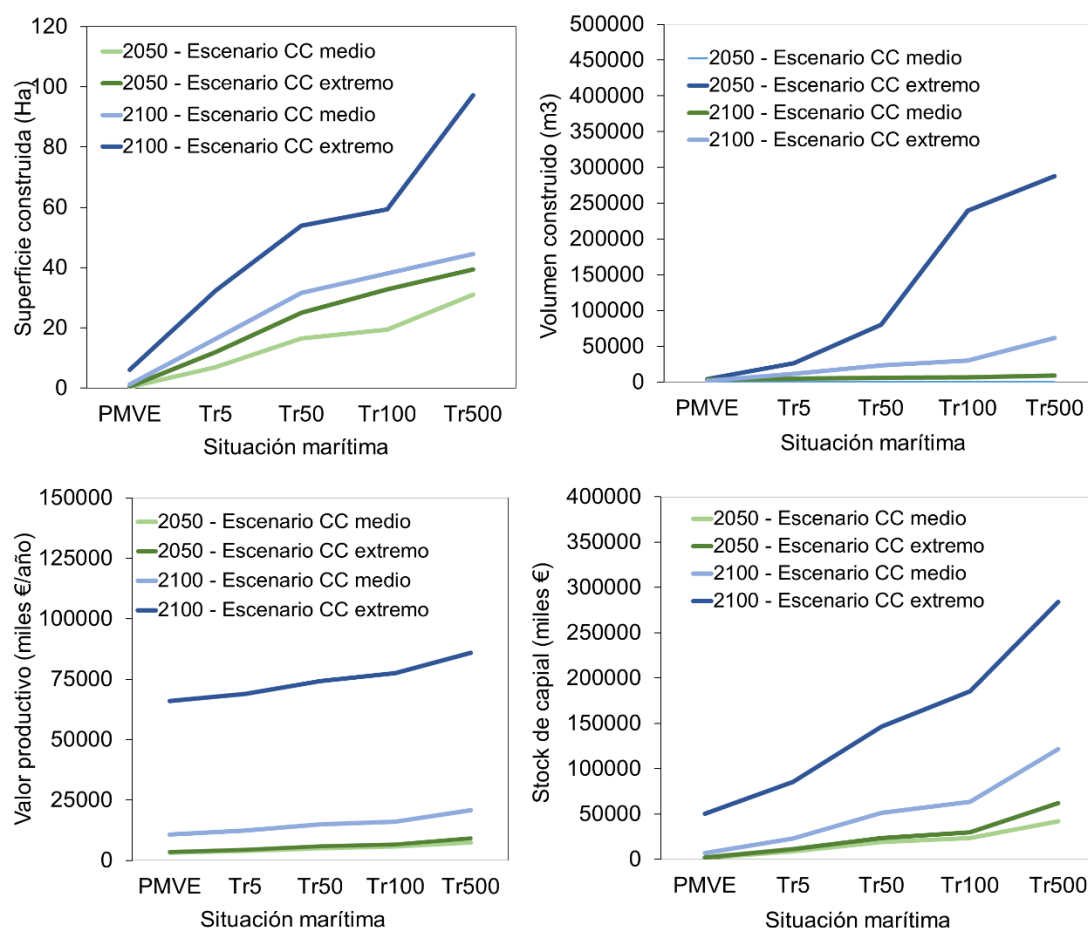


Figura 77. Superficie, volumen construido, valor productivo y stock de capital del sector servicios afectados por inundaciones costeras en 2050 y 2100 en Canarias, bajo escenarios de cambio climático medio (RCP4.5, P50) y extremo (RCP8.5, P95).

De las pérdidas de valor productivo anual del sector terciario que se verá previsiblemente afectado por inundaciones costeras en 2050 y 2100, un 21% (en 2050, en la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable), y un 17% (en 2100, en la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable) corresponden a ingresos turísticos directos asociados a los impactos directos sobre el **sector hotelero** de Canarias. Los resultados totales para el sector hotelero de Canarias de los 25 modelos de inundación pueden observarse en la Tabla 30 y Figura 78.

En 2050, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), se esperan afecciones sobre 28 elementos constructivos del **sector**

hotelero (5 más que en escenario actual) que suman una superficie construida de 0,1 ha (0,0 ha más que en el escenario actual) y 1.971 m³ (157 m³ que en el escenario actual), y suponen unas pérdidas de valor productivo de unos 713 mil € anuales (57 mil más que en la actualidad). En la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500) de 2050, se ha estimado una probable afectación de 875 elementos constructivos (459 más que en la actualidad), 12,3 ha de superficie construida (7,1 más que en la actualidad), 145.176 m³ de construcciones (85.134 m³ más que en la actualidad) y 1.604 mil € de producción anual (621 mil €/año más que en la actualidad). En 2100, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), se esperan afecciones sobre 85 elementos constructivos (62 más que en escenario actual) que suman una superficie construida de 0,5 ha (0,4 ha más que en el escenario actual) y 6.720 m³ (4.905 m³ que en el escenario actual), y suponen unas pérdidas de valor productivo de unos 2.249 mil € anuales (1.593 mil más que en la actualidad). En la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500) de 2100, se ha estimado una probable afectación de 1.958 elementos constructivos (1.542 más que en la actualidad), 37 ha de superficie construida (31,8 ha más que en la actualidad), 407.085 m³ de construcciones (347.043 m³ más que en la actualidad) y 15.047 mil € de producción anual (14.064 mil €/año más que en la actualidad).

Tabla 30. Impactos de las inundaciones costeras en 2050 y 2100 sobre el sector hotelero de Canarias.

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS (N)	SUPERFICIE CONSTRUIDA (HA)	VOLUMEN CONSTRUIDO (M ³)	VALOR PRODUCTIVO (MILES €/AÑO)
<i>Actual</i>		<i>PMVE</i>	23	801,7	1.814,6	655,8
		<i>Tr5</i>	73	2.571,3	3.414,7	659,7
		<i>Tr50</i>	232	26.057,5	3.3829,1	796,5
		<i>Tr100</i>	295	33.040,9	40.397	849,3
		<i>Tr500</i>	416	5.2044	60.042,1	983,3
<i>2050</i>	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	5	141,5	157,2	57,8
		<i>Tr5</i>	120	18.227,2	25.102	183,2
		<i>Tr50</i>	108	12.727	13.514,9	180,1
		<i>Tr100</i>	99	16.392,9	16.498,5	183,9
		<i>Tr500</i>	255	39.869	51.979,2	280,2
		<i>PMVE</i>	5	220,4	347	130,1
		<i>Tr5</i>	143	22.502,9	31.408,4	288,3

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS (N)	SUPERFICIE CONSTRUIDA (HA)	VOLUMEN CONSTRUIDO (M ³)	VALOR PRODUCTIVO (MILES €/AÑO)
	<i>Extremo (RCP8.5-P95)</i>	<i>Tr50</i>	180	25.808,5	25.904,8	312,7
		<i>Tr100</i>	201	31.928,2	34.125,1	341,1
		<i>Tr500</i>	459	71.193,1	85.134,1	621,3
2100	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	62	4.494,4	4.905,9	1.593,5
		<i>Tr5</i>	302	40.717,7	49.213,7	1.831,3
		<i>Tr50</i>	530	79.361,4	74.610,8	2.058,5
		<i>Tr100</i>	644	99.926,4	102.398	2.173,8
		<i>Tr500</i>	818	139.121,9	152.369,4	2.639,4
	<i>Extremo (RCP8.5-P95)</i>	<i>PMVE</i>	219	25.696,4	35.318,4	11.863,8
		<i>Tr5</i>	716	108.672	107.348	12.252,1
		<i>Tr50</i>	1.076	177.454,4	192.929,3	12.830,4
		<i>Tr100</i>	1.213	220.898,6	239.914,7	13.166,8
		<i>Tr500</i>	1.542	317.838,6	347.043,3	14.064,3

*Las cantidades expresadas en los escenarios futuros de 2050 y 2100 corresponden con el excedente respecto del mismo escenario en la actualidad.

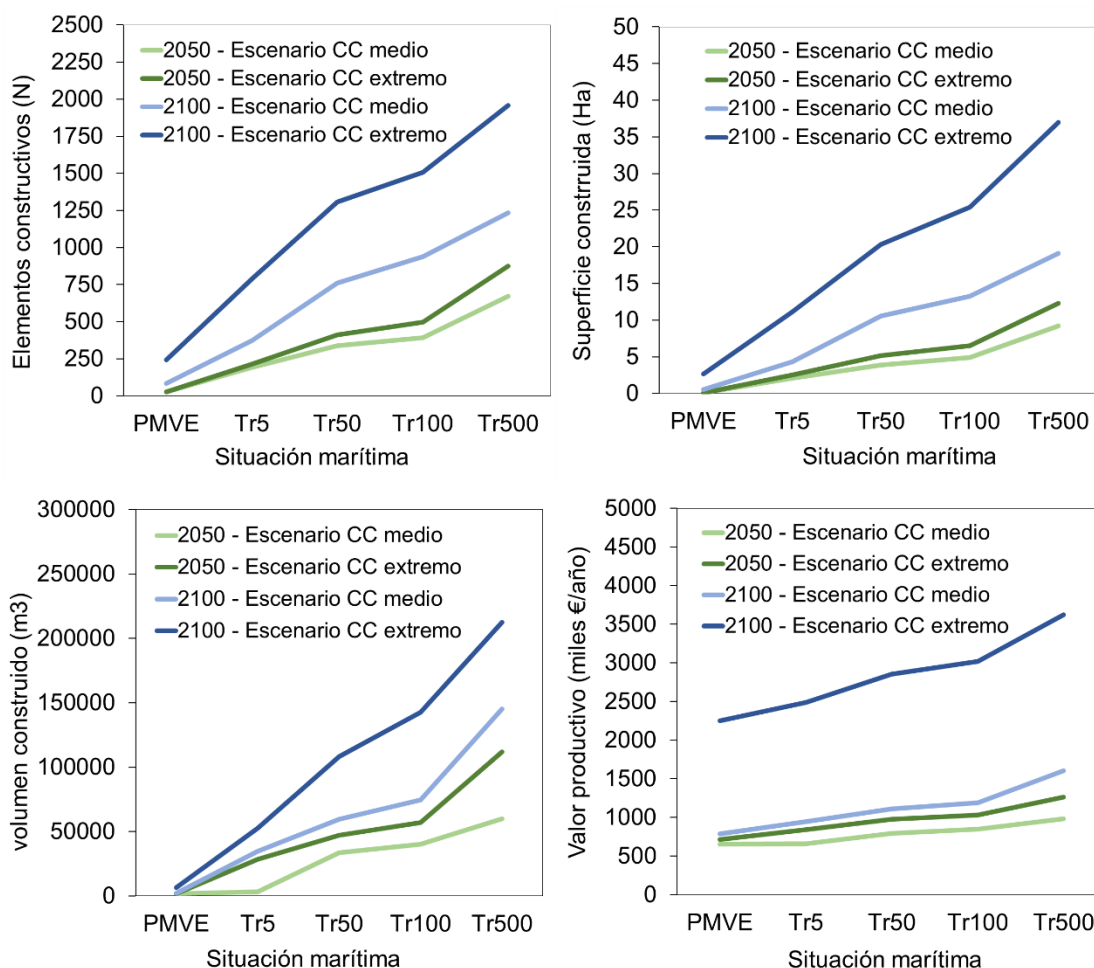


Figura 78. Superficie, volumen construido, valor productivo y stock de capital del sector hotelero afectado por inundaciones costeras en 2050 y 2100 en Canarias, bajo escenarios de cambio climático medio (RCP4.5, P50) y extremo (RCP8.5, P95).

5.1.2.3 Impactos sobre las infraestructuras y equipamientos

Los riesgos globales de las inundaciones costeras ligadas al cambio climático sobre las infraestructuras de Canarias arrojan valores de magnitud distinta en cada uno de los 25 modelos, progresivamente mayor cuanto más amplio es el periodo temporal (de 2050 a 2100), el escenario de cambio climático (de medio a extremo) y la situación marítima modelizada (de PMVE a Tr5, Tr50, Tr100 y Tr500).

Los resultados de este estudio prevén que el mayor impacto de las inundaciones costeras en las infraestructuras de Canarias se produzca sobre el **tejido residencial**. Para los peores escenarios de cambio climático de 2050 y 2100, la magnitud de los daños sobre la infraestructura residencial debe considerarse de carácter muy significativo y hasta de carácter severo en múltiples localizaciones del litoral de Canarias. Los resultados totales para el sector hotelero de Canarias de los 25 modelos de inundación pueden observarse en la Tabla 31 y Figura 79.

En 2050, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), se esperan afecciones sobre 265 elementos constructivos de tipo residencial (87 más que en la actualidad) que suman una superficie construida de 0,4 ha (0,2 ha más que en la actualidad) y un volumen de 4.096 m³ (1.170 m³ más que en la actualidad), suponiendo unas pérdidas de stock de capital por valor de unos 1.208 mil € (494 mil € más que en la actualidad). En la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500) de 2050, se ha estimado una probable afectación de 6.899 elementos constructivos (2.123 más que en la actualidad) en 55,9 ha de superficie construida (22,2 más que en la actualidad) y un volumen de 719.114 m³ (345.700 m³ más que en la actualidad), suponiendo unas pérdidas de stock de capital por valor de unos 116.774 mil € (53.210 mil € más que en la actualidad). **En 2100**, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), se esperan afecciones sobre 499 elementos constructivos (321 más que la actualidad) en una superficie construida de 1,1 ha (1,0 ha más que en la actualidad) y un volumen construido de 9.506 m³ (6.580 m³ que en el escenario actual), suponiendo unas pérdidas de stock de capital por valor de 3.034 mil € (2.320 mil € más que en la actualidad). En la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500) de 2100, la afectación es de 12.527 elementos constructivos residenciales (1.542 más que en la actualidad), en 121,9 ha de superficie construida (88,1 ha más que en la actualidad) y en un volumen construido de 1.699.268 m³ (1.325.854 m³ más que en la actualidad), suponiendo unas pérdidas de stock de capital por valor de 321.917 mil € (258.354 mil € más que en la actualidad).

Tabla 31. Impactos de las inundaciones sobre la infraestructura residencial de Canarias.

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS (N)	SUPERFICIE CONSTRUIDA (HA)	VOLUMEN CONSTRUIDO (M3)	STOCK DE CAPITAL (MILES €)		
<i>Actual</i>		<i>PMVE</i>	178	0,2	2.926	714		
		<i>Tr5</i>	1.307	4,6	33.273,7	5.514,7		
		<i>Tr50</i>	2905	17,8	178069,3	26914		
		<i>Tr100</i>	3403	22,2	230157,7	36131,2		
		<i>Tr500</i>	4776	33,8	373414	63564		
<i>2050</i>	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	87	0,2	1170,3	494,6		
		<i>Tr5</i>	822	6,8	80136,7	8690,4		
		<i>Tr50</i>	980	7,8	96550,9	16254,2		
		<i>Tr100</i>	1074	8,8	110703,4	19688,1		
		<i>Tr500</i>	1279	13,3	178470,6	32482,7		
	<i>Extremo (RCP8.5-P95)</i>	<i>PMVE</i>	121	0,4	1890,3	835,3		
		<i>Tr5</i>	1147	9,7	112649,1	13975,8		
		<i>Tr50</i>	1460	12,2	149241,2	25039,4		
		<i>Tr100</i>	1562	13,3	167026,5	29932,3		
		<i>Tr500</i>	2123	22,2	345700,6	53210,6		
		<i>2100</i>	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	321	1	6580,8	2320,4
				<i>Tr5</i>	2357	19,4	225964	32820,6
				<i>Tr50</i>	3076	28,4	338978,3	62380,8
				<i>Tr100</i>	3346	32	399062,6	74017,7
<i>Tr500</i>	4246			47	730076,2	137841,8		
<i>Extremo (RCP8.5-P95)</i>	<i>PMVE</i>		1137	5,9	69381,1	23293,1		
	<i>Tr5</i>		4734	42	475574,7	88246		
	<i>Tr50</i>		4804	51,9	736662,3	150822		
	<i>Tr100</i>		6773	70,4	1030458,5	183341,2		
		<i>Tr500</i>	7751	88,1	1325854	258354		

*Las cantidades expresadas en los escenarios futuros de 2050 y 2100 corresponden con el excedente respecto del mismo escenario en la actualidad.

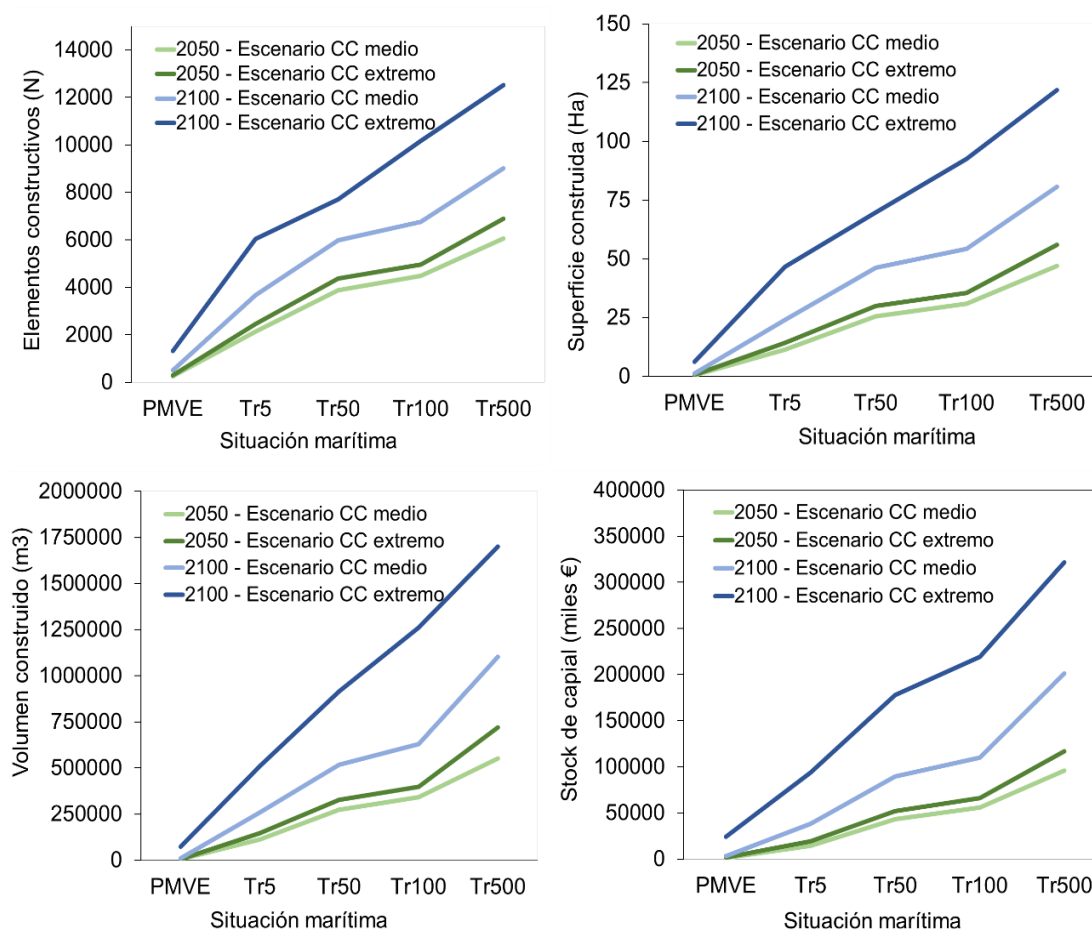


Figura 79. Elementos constructivos, superficie, volumen y stock de capital de la infraestructura residencial afectados por inundaciones costeras en 2050 y 2100 en Canarias, bajo escenarios de cambio climático medio (RCP4.5, P50) y extremo (RCP8.5, P95).

Las afecciones de las inundaciones costeras en 2050 y 2100 sobre la **infraestructura sanitaria y asistencial** de Canarias pueden ser significativas en algunas localizaciones, pero no comportan riesgos para infraestructura hospitalaria. Los resultados totales para la infraestructura sanitaria y asistencial de Canarias de los 25 modelos de inundación pueden observarse en la Tabla 32 y Figura 80.

En 2050, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), no se esperan daños físicos ni económicos sobre la infraestructura sanitaria y asistencial. En la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500) de 2050, se ha estimado una probable afectación de 266 elementos constructivos (204

más que en la actualidad) en 5,5 ha de superficie construida (4,3 más que en la actualidad) y un volumen de 52.333 m³ (45.018 m³ más que en la actualidad), suponiendo unas pérdidas de stock de capital por valor de unos 928 mil € (570 mil € más que en la actualidad). **En 2100**, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), tampoco se esperan daños físicos ni económicos. En la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500) de 2100, se registra la afectación probable es de 476 elementos constructivos residenciales (414 más que en la actualidad), en 9,6 ha de superficie construida (8,5 ha más que en la actualidad) y en un volumen construido de 101.461 m³ (94.145 m³ más que en la actualidad), suponiendo unas pérdidas de stock de capital por valor de 4.437 mil € (4.079 mil € más que en la actualidad).

Tabla 32. Impactos totales sobre la infraestructura sanitaria y asistencial de Canarias.

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS (N)	SUPERFICIE CONSTRUIDA (HA)	VOLUMEN CONSTRUIDO (M3)	STOCK DE CAPITAL (MILES €)
<i>Actual</i>		<i>PMVE</i>	0	0	0	0
		<i>Tr5</i>	9	0,05	128,48	5,95
		<i>Tr50</i>	26	0,35	2568,59	57,11
		<i>Tr100</i>	37	0,62	4375,56	142,24
		<i>Tr500</i>	62	1,19	7315,26	357,96
2050	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	0	0	0	0
		<i>Tr5</i>	13	0,27	2443,6	58,16
		<i>Tr50</i>	20	0,56	3408,61	287,07
		<i>Tr100</i>	27	0,64	3343,18	307,27
		<i>Tr500</i>	164	3,34	35559,05	377,64
	<i>Extremo (RCP8.5-P95)</i>	<i>PMVE</i>	0	0	0	0
		<i>Tr5</i>	13	0,43	3881,27	148,7
		<i>Tr50</i>	37	0,95	5667,2	424,93
		<i>Tr100</i>	48	1,09	6756,35	450,99
		<i>Tr500</i>	204	4,33	45018,18	570,49
2100	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	1	0	0	0
		<i>Tr5</i>	45	1,19	8518,77	546,5
		<i>Tr50</i>	229	5	36337,01	1002,95
		<i>Tr100</i>	241	5,56	53908,36	1092,6
		<i>Tr500</i>	268	6,02	58547,9	1431,99
	<i>Extremo (RCP8.5-P95)</i>	<i>PMVE</i>	18	0,33	5289,21	2405,04
		<i>Tr5</i>	244	5,38	39877,4	2853,82
		<i>Tr50</i>	314	7,25	66794,66	3182,82
		<i>Tr100</i>	348	7,73	72279,86	3696,27
		<i>Tr500</i>	414	8,49	94145,75	4079,13

*Las cantidades expresadas en los escenarios futuros de 2050 y 2100 corresponden con el excedente respecto del mismo escenario en la actualidad.

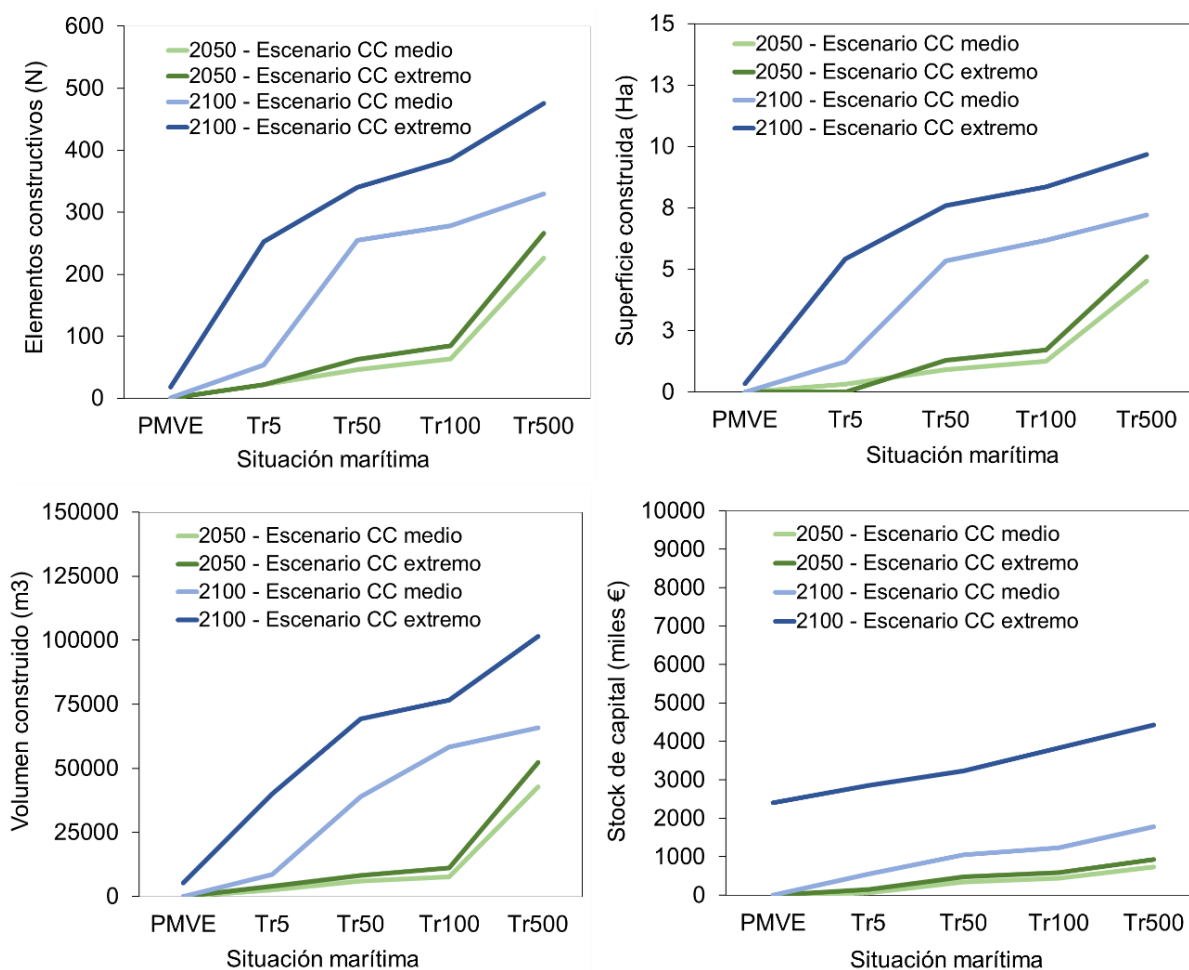


Figura 80. Elementos constructivos, superficie, volumen construido y stock de capital de la infraestructura sanitaria y asistencial afectada por inundaciones costeras en 2050 y 2100 en Canarias, bajo escenarios de cambio climático medio (RCP4.5, P50) y extremo (RCP8.5, P95).

Las afecciones esperadas de las inundaciones costeras en 2050 y 2100 sobre la **infraestructura educativa y sociocultural** de Canarias pueden considerarse de carácter leve. Los resultados totales para la infraestructura educativa y sociocultural de Canarias en los 25 modelos de inundación pueden observarse en la Tabla 33 y Figura 81.

En 2050, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), no se esperan afecciones significativas sobre la infraestructura educativa o sociocultural. En la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500) de 2050, se ha estimado una probable afectación de 110 elementos constructivos (29 más que en la actualidad) en 2,4 ha de superficie construida (0,9 más que en la actualidad) y un volumen de 24.477 m³ (11.982 m³ más que en la actualidad), suponiendo unas pérdidas de stock de capital por valor de unos 1.419 mil € (789 mil € más que en la actualidad). En 2100, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), se esperan afecciones emergentes sobre 5 elementos constructivos en una superficie construida inferior a 0,1 ha y en un volumen construido de 86 m³, suponiendo unas pérdidas de stock de capital por valor de 28 mil €. En la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500) de 2100, la afectación es de 242 elementos constructivos residenciales (161 más que en la actualidad), en 6,3 ha de superficie construida (4,8 ha más que en la actualidad) y en un volumen construido de 77.939 m³ (65.444 m³ más que en la actualidad), suponiendo unas pérdidas de stock de capital por valor de 6.285 mil € (5.655 mil € más que en la actualidad).

Tabla 33. Impactos de las inundaciones costeras en 2050 y 2100 sobre la infraestructura educativa y sociocultural de Canarias.

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS (N)	SUPERFICIE CONSTRUIDA (HA)	VOLUMEN CONSTRUIDO (M3)	STOCK DE CAPITAL (MILES €)
<i>Actual</i>		<i>PMVE</i>	0	0	0	0
		<i>Tr5</i>	11	0	153,3	4,2
		<i>Tr50</i>	36	0,5	6856,7	112,3
		<i>Tr100</i>	50	0,8	8761,3	252,2
		<i>Tr500</i>	81	1,5	12495,1	629,4
2050	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	1	0	6,5	0
		<i>Tr5</i>	10	0,2	3113,2	19,8
		<i>Tr50</i>	20	0,4	2798,3	265,6
		<i>Tr100</i>	24	0,5	2775,7	290,8
		<i>Tr500</i>	22	0,5	4122,4	352,7
	<i>Extremo (RCP8.5-P95)</i>	<i>PMVE</i>	1	0	8,7	3,5
		<i>Tr5</i>	11	0,4	6040,7	105,4
		<i>Tr50</i>	36	0,8	4873,7	446

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS (N)	SUPERFICIE CONSTRUIDA (HA)	VOLUMEN CONSTRUIDO (M3)	STOCK DE CAPITAL (MILES €)
		Tr100	33	0,7	4658,4	476,3
		Tr500	29	0,9	11982,3	789,6
2100	Medio (RCP4.5-P50)	PMVE	5	0	86,8	28,1
		Tr5	39	0,9	9410,6	420,8
		Tr50	68	1,5	10727	983,1
		Tr100	58	1,4	10663,5	1071
		Tr500	55	1,9	29404,8	1882,7
	Extremo (RCP8.5-P95)	PMVE	12	0,4	5714,1	1808,3
		Tr5	93	2,1	17392,1	2413,2
		Tr50	80	2,2	26930,6	3339,5
		Tr100	113	3,1	38654,3	3908,8
		Tr500	242	6,3	77939,1	6285

*Las cantidades expresadas en los escenarios futuros de 2050 y 2100 corresponden con el excedente respecto del mismo escenario en la actualidad.

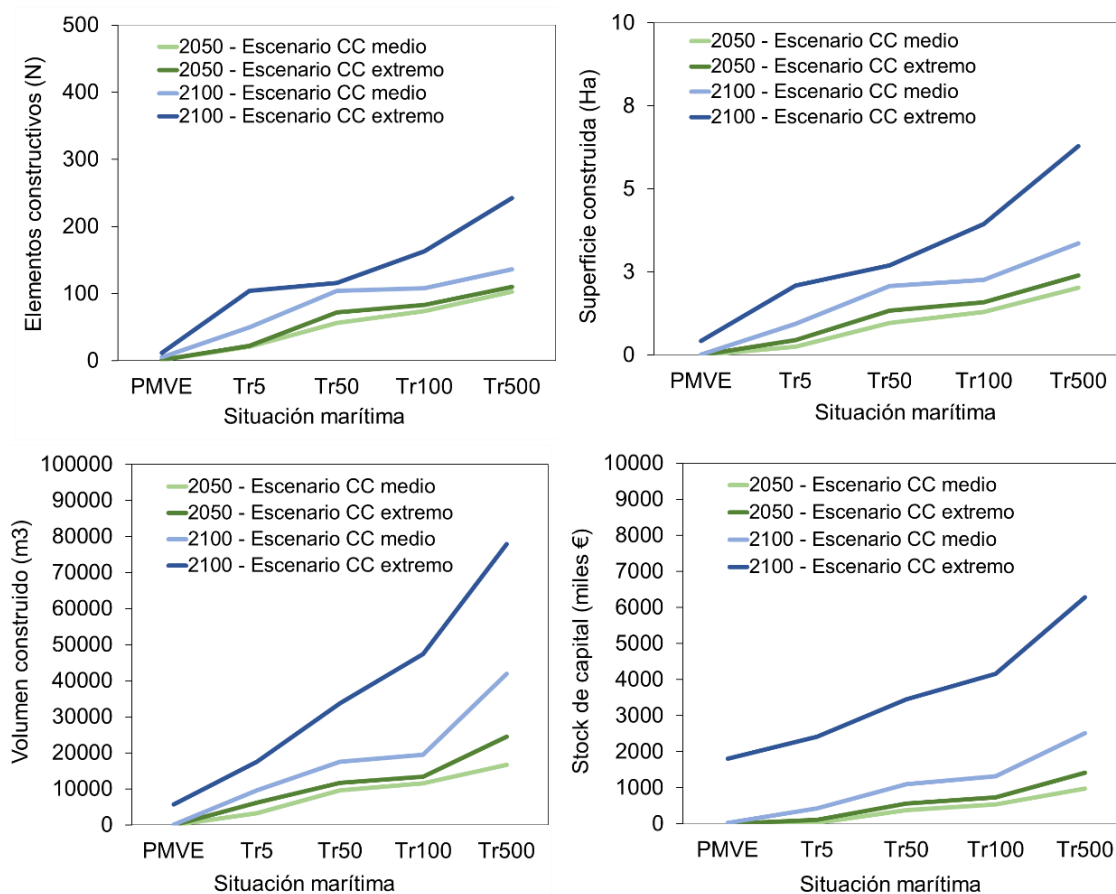


Figura 81. Elementos constructivos, superficie, volumen construido y stock de capital de la infraestructura educativa y sociocultural afectada por inundaciones costeras en 2050 y 2100 en Canarias, bajo escenarios de cambio climático medio (RCP4.5, P50) y extremo (RCP8.5, P95).

Las inundaciones costeras en 2050 y 2100 tendrán un efecto sobre la **infraestructura deportiva** del archipiélago de carácter relativamente limitado, aunque significativo en ciertas localizaciones. Los resultados totales para la infraestructura deportiva de Canarias en los 25 modelos de inundación pueden observarse en la Tabla 34 y Figura 82.

En 2050, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), se podrán ver afectados 34 elementos constructivos de tipo residencial (3 más que en la actualidad) en una superficie construida de 0,1 ha (0,1 ha más que en la actualidad) y un volumen construido de 255 m³ (135 m³ más que en la actualidad), suponiendo unas pérdidas de stock de capital por valor de unos 40 mil € (15 mil € más que en la actualidad). En la peor situación marítima del escenario de

cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500) de 2050, se ha estimado una probable afectación de 656 elementos constructivos (241 más que en la actualidad) en 13,8 ha de superficie construida (5,4 más que en la actualidad) y en volumen construido de 66.520 m³ (34.054 m³ más que en la actualidad), suponiendo unas pérdidas de stock de capital por valor de unos 3.644 mil € (572 mil € más que en la actualidad). **En 2100**, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), se esperan afecciones sobre 66 elementos constructivos (35 más que la actualidad) en una superficie construida de 0,5 ha (0,5 ha más que en la actualidad) y en un volumen construido de 2.042 m³ (1.922 m³ que en el escenario actual), suponiendo unas pérdidas de stock de capital por valor de 265 mil € (240 mil € más que en la actualidad). En la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500) de 2100, la afectación asciende a 1.031 elementos constructivos residenciales (616 más que en la actualidad), en 26,4 ha de superficie construida (18,0 ha más que en la actualidad) y en un volumen construido de 143.291 m³ (110.826 m³ más que en la actualidad), suponiendo unas pérdidas de stock de capital por valor de 5.651 mil € (2.579 mil € más que en la actualidad).

Tabla 34. Impactos de las inundaciones costeras en 2050 y 2100 sobre la infraestructura deportiva de Canarias.

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS (N)	SUPERFICIE CONSTRUIDA (HA)	VOLUMEN CONSTRUIDO (M3)	STOCK DE CAPITAL (MILES €)
<i>Actual</i>		<i>PMVE</i>	31	0	119,7	24,2
		<i>Tr5</i>	77	1	1.898,8	549,3
		<i>Tr50</i>	318	6,2	2.4666,4	1943,8
		<i>Tr100</i>	343	6,8	27.142,1	2361
		<i>Tr500</i>	415	8,4	32.465,4	3071,9
2050	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	3	0,1	135,5	15,6
		<i>Tr5</i>	210	4,6	21.580,1	540,6
		<i>Tr50</i>	56	1,4	5291	686
		<i>Tr100</i>	71	1,6	5514	670,3
		<i>Tr500</i>	192	4	23.663,4	464,1
	<i>Extremo (RCP8.5-P95)</i>	<i>PMVE</i>	3	0,1	162,2	21,6
		<i>Tr5</i>	230	5,1	23.733,7	849
		<i>Tr50</i>	86	2,1	8.320,6	1068,2
		<i>Tr100</i>	115	2,5	9.464,1	1004,4
		<i>Tr500</i>	241	5,4	34.054,9	572,4
2100	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	35	0,5	1.922,3	240,9
		<i>Tr5</i>	309	6,9	29.754	1.852,4
		<i>Tr50</i>	325	7,5	41.261,1	2.063,5
		<i>Tr100</i>	352	8,5	48.025,6	1.918,1

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS (N)	SUPERFICIE CONSTRUIDA (HA)	VOLUMEN CONSTRUIDO (M3)	STOCK DE CAPITAL (MILES €)
		Tr500	380	10,8	60.342,2	1.314
	Extremo (RCP8.5-P95)	PMVE	88	1,8	18.852,6	707,2
		Tr5	573	13,1	66.262,3	3.722,9
		Tr50	244	8,3	58.726,7	3.323,2
		Tr100	559	15	80.986,4	3.005,2
		Tr500	616	18	110.826,4	25.79,1

*Las cantidades expresadas en los escenarios futuros de 2050 y 2100 corresponden con el excedente respecto del mismo escenario en la actualidad.

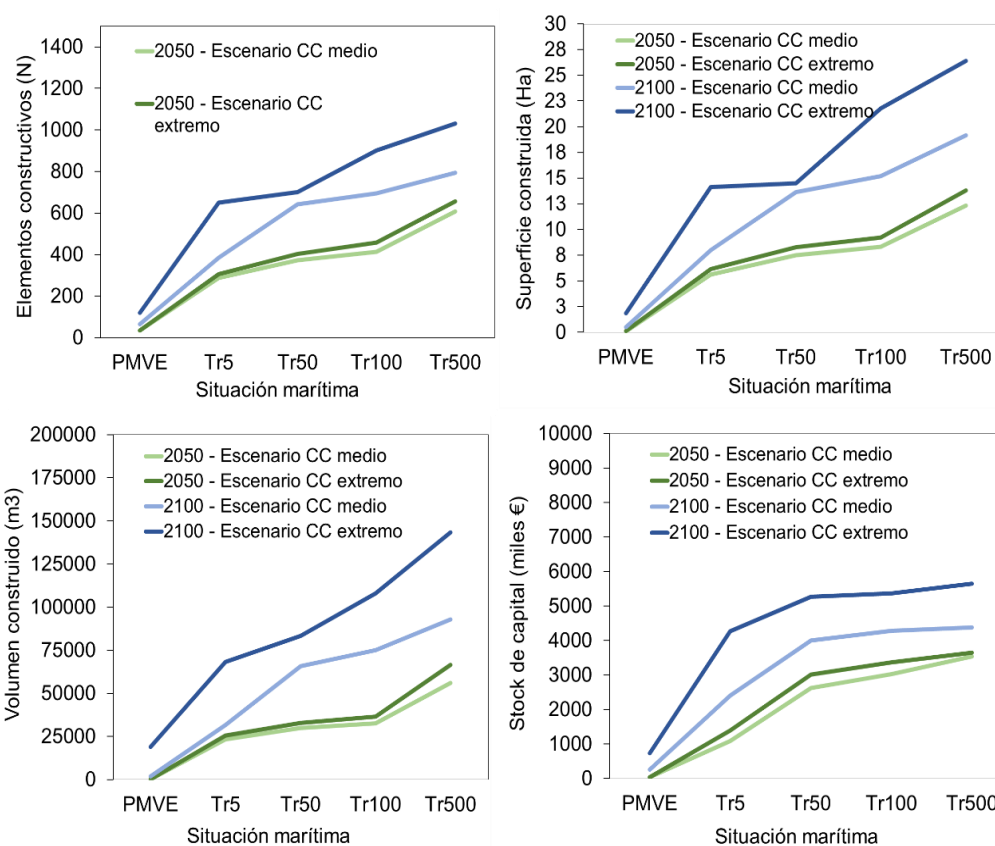


Figura 82. Elementos constructivos, superficie, volumen construido y stock de capital de la infraestructura deportiva afectada por inundaciones costeras en 2050 y 2100 en Canarias, bajo escenarios de cambio climático medio (RCP4.5, P50) y extremo (RCP8.5, P95).

Las inundaciones costeras en 2050 y 2100 tendrán un efecto prácticamente nulo sobre la **infraestructura científica y tecnológica** de Canarias. El único elemento de este tipo que se prevé que pueda ser afectado en el

archipiélago, son las instalaciones del Instituto Tecnológico de Canarias en Pozo Izquierdo (Gran Canaria), que podrán ser inundadas en eventos marítimos extremos (periodos de retorno de 50, 100 y 500 años) en 2100.

Tabla 35. Impactos de las inundaciones costeras en 2050 y 2100 sobre la infraestructura científica y tecnológica de Canarias.

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS (N)	SUPERFICIE CONSTRUIDA (HA)	VOLUMEN CONSTRUIDO (M3)
<i>Actual</i>		<i>PMVE</i>	0	0	0
		<i>Tr5</i>	0	0	0
		<i>Tr50</i>	0	0	0
		<i>Tr100</i>	0	0	0
		<i>Tr500</i>	1	0	295,6
<i>2050</i>	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	0	0	0
		<i>Tr5</i>	0	0	0
		<i>Tr50</i>	1	0	34
		<i>Tr100</i>	1	0	197,2
		<i>Tr500</i>	0	0	413,9
	<i>Extremo (RCP8.5-P95)</i>	<i>PMVE</i>	0	0	0
		<i>Tr5</i>	0	0	0
		<i>Tr50</i>	1	0	115,3
		<i>Tr100</i>	1	0	295,6
		<i>Tr500</i>	0	0	465,5
<i>2100</i>	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	0	0	0
		<i>Tr5</i>	1	0	1.131,6
		<i>Tr50</i>	1	0	643,7
		<i>Tr100</i>	1	0	747
		<i>Tr500</i>	2	0,1	716,9
	<i>Extremo (RCP8.5-P95)</i>	<i>PMVE</i>	0	0	0
		<i>Tr5</i>	1	0	747
		<i>Tr50</i>	3	0,1	1.039,2

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS (N)	SUPERFICIE CONSTRUIDA (HA)	VOLUMEN CONSTRUIDO (M3)
		Tr100	3	0,1	1.073,3
		Tr500	2	0,1	836

*Las cantidades expresadas en los escenarios futuros de 2050 y 2100 corresponden con el excedente respecto del mismo escenario en la actualidad.

Las inundaciones costeras en 2050 y 2100 podrán afectar a una cantidad significativa, aunque limitada, de **edificios religiosos** emplazados en las costas de Canarias, no habiéndose registrado afecciones sobre infraestructuras críticas de este carácter. Los resultados totales para la infraestructura religiosa de Canarias en los 25 modelos de inundación pueden observarse en la Tabla 36 y Figura 83.

En 2050, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), se podrán ver afectados 13 elementos constructivos de tipo religioso (3 más que en la actualidad) en una superficie construida de 0,1 ha (0,1 ha más que en la actualidad) y un volumen construido de 241m³ (87 m³ más que en la actualidad), suponiendo unas pérdidas de stock de capital por valor de unos 8,4 mil € (6,5 mil € más que en la actualidad). En la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500) de 2050, se ha estimado una probable afectación de 79 elementos constructivos (17 más que en la actualidad) en 1,2 ha de superficie construida (0,5 ha más que en la actualidad) y en volumen construido de 6.932 m³ (1.984 m³ más que en la actualidad), suponiendo unas pérdidas de stock de capital por valor de unos 198 mil € (82 mil € más que en la actualidad). **En 2100**, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), se esperan afecciones sobre 19 elementos constructivos (9 más que la actualidad) en una superficie construida de 0,1 ha (0,1 ha más que en la actualidad) y en un volumen construido de 446 m³ (292 m³ que en el escenario actual), suponiendo unas pérdidas de stock de capital por valor de 34 mil € (32 mil € más que en la actualidad). En la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500) de 2100, la afectación asciende a 159 elementos constructivos residenciales (97 más que en la actualidad), en 2,7 ha de superficie construida (2,0 ha más que en la actualidad) y en un volumen construido de 28.422 m³ (23.474 m³ más que en la actualidad), suponiendo unas pérdidas de stock de capital por valor de 1.006 mil € (891 mil € más que en la actualidad).

Tabla 36. Impactos de las inundaciones costeras en 2050 y 2100 sobre la infraestructura religiosa de Canarias.

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS (N)	SUPERFICIE CONSTRUIDA (HA)	VOLUMEN CONSTRUIDO (M3)	STOCK DE CAPITAL (MILES €)
<i>Actual</i>		<i>PMVE</i>	10	0	154	1,9
		<i>Tr5</i>	23	0,2	504,5	2,2
		<i>Tr50</i>	36	0,3	1.682,5	13,6
		<i>Tr100</i>	49	0,4	2.585	35,2
		<i>Tr500</i>	62	0,7	4.948,1	115,2
<i>2050</i>	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	3	0	87,3	6,5
		<i>Tr5</i>	5	0,1	410,7	7,9
		<i>Tr50</i>	8	0,1	913,2	26,8
		<i>Tr100</i>	4	0,1	1.098,1	35,8
		<i>Tr500</i>	9	0,1	515,7	40,5
	<i>Extremo (RCP8.5-P95)</i>	<i>PMVE</i>	7	0	113,2	8,7
		<i>Tr5</i>	9	0,1	607	11,8
		<i>Tr50</i>	17	0,2	1.990,2	50,4
		<i>Tr100</i>	8	0,3	2.080,1	65,7
		<i>Tr500</i>	17	0,5	1.984,7	82,8
<i>2100</i>	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	9	0,1	292,2	32,2
		<i>Tr5</i>	18	0,2	1.038,3	40,7
		<i>Tr50</i>	30	0,4	3.150,5	110
		<i>Tr100</i>	21	0,4	2.942,5	127
		<i>Tr500</i>	45	1	10.999,1	305
	<i>Extremo (RCP8.5-P95)</i>	<i>PMVE</i>	14	0,1	442,4	37,8
		<i>Tr5</i>	41	0,5	3.510,8	88
		<i>Tr50</i>	52	0,7	7.252,8	267,1
		<i>Tr100</i>	77	1,8	19.143,9	502,2
		<i>Tr500</i>	97	2	23.474,8	891,1

*Las cantidades expresadas en los escenarios futuros de 2050 y 2100 corresponden con el excedente respecto del mismo escenario en la actualidad.

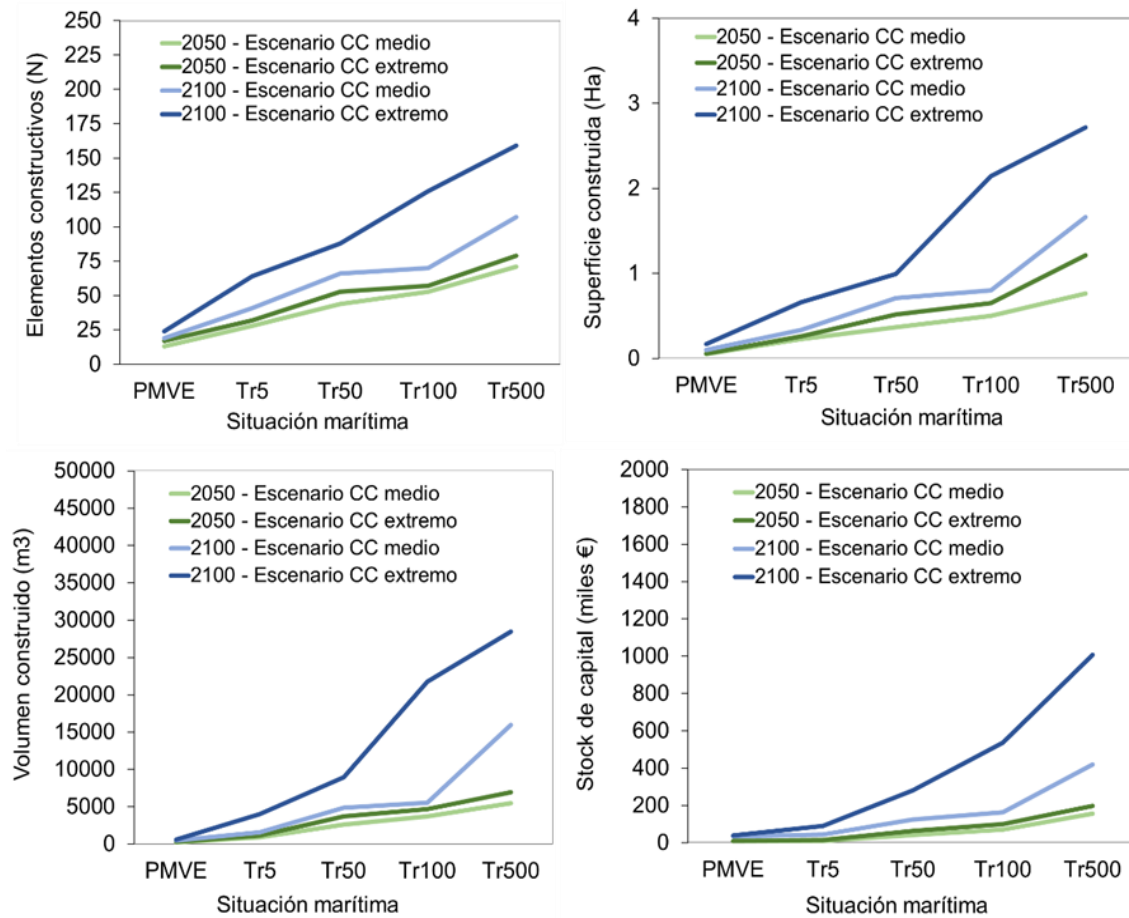


Figura 83. Elementos constructivos, superficie, volumen construido y stock de capital de la infraestructura religiosa afectada por inundaciones costeras en 2050 y 2100 en Canarias, bajo escenarios de cambio climático medio (RCP4.5, P50) y extremo (RCP8.5, P95).

La **instalaciones y edificios singulares** de Canarias podrán sufrir afectaciones puntualmente significativas en 2050 y 2100 debido al impacto de las inundaciones costeras. Cabe destacar, por su condición de infraestructura crítica, la afectación del complejo militar de la base aérea de Gando (Gran Canaria), que se podrá producir en temporales de periodo de retorno de 50 años a partir de 2050 y afectar de forma cada vez más significativa hacia 2100, periodo en el cual las inundaciones podrán ocurrir en temporales marítimos de recurrencia frecuente (media de 5 años). Los resultados totales en los 25 modelos de inundación pueden observarse en la Tabla 37 y Figura 84.

En 2050, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), se podrán ver afectados 14 elementos constructivos de infraestructuras singulares (2 más que en la actualidad) en una superficie construida de 0,1 ha (0,1 ha más que en la actualidad) y un volumen construido de 240 m³ (83 m³ más que en la actualidad), suponiendo unas pérdidas de stock de capital por valor de unos 1,9 mil € (0,6 mil € más que en la actualidad). En la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500) de 2050, se ha estimado una probable afectación de 233 elementos constructivos (68 más que en la actualidad) en 5,6 ha de superficie construida (3,0 ha más que en la actualidad) y en volumen construido de 37.761 m³ (13.486 m³ más que en la actualidad), suponiendo unas pérdidas de stock de capital por valor de unos 683 mil € (440 mil € más que en la actualidad).

En 2100, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), se esperan afecciones sobre 65 elementos constructivos (53 más que la actualidad) en una superficie construida de 0,1 ha (0,1 ha más que en la actualidad) y en un volumen construido de 378 m³ (222 m³ que en el escenario actual), suponiendo unas pérdidas de stock de capital por valor de 3 mil € (1,6 mil € más que en la actualidad). En la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500) de 2100, la afectación asciende a 506 elementos constructivos residenciales (341 más que en la actualidad), en 18,6 ha de superficie construida (16,0 ha más que en la actualidad) y en un volumen construido de 123.627 m³ (99.351 m³ más que en la actualidad), suponiendo unas pérdidas de stock de capital por valor de 4.183 mil € (3.940 mil € más que en la actualidad).

Tabla 37. Impactos de las inundaciones costeras en 2050 y 2100 sobre instalaciones y complejos singulares de Canarias.

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS (N)	SUPERFICIE CONSTRUIDA (HA)	VOLUMEN CONSTRUIDO (M3)	STOCK DE CAPITAL (MILES €)
<i>Actual</i>		<i>PMVE</i>	12	0	156,2	1,3
		<i>Tr5</i>	30	0,2	509,1	3,5
		<i>Tr50</i>	113	0,9	9.296,3	106,6
		<i>Tr100</i>	125	1,4	16.763,6	135,7
		<i>Tr500</i>	165	2,6	24.275,2	243
<i>2050</i>	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	2	0	83,9	0,6
		<i>Tr5</i>	18	0,1	1.100,4	15,7
		<i>Tr50</i>	27	0,8	11937,9	37,3
		<i>Tr100</i>	27	0,8	6375,3	50,8
		<i>Tr500</i>	49	1,6	5480,3	155,9

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS (N)	SUPERFICIE CONSTRUIDA (HA)	VOLUMEN CONSTRUIDO (M3)	STOCK DE CAPITAL (MILES €)
2100	Extremo (RCP8.5-P95)	PMVE	4	0	109,7	0,8
		Tr5	71	0,6	7083,2	29,7
		Tr50	71	1,4	14094	76,8
		Tr100	72	1,5	8706,4	115,5
		Tr500	68	3	13486,3	440,6
	Medio (RCP4.5-P50)	PMVE	53	0,1	222,3	1,6
		Tr5	111	1,5	20678,8	119,5
		Tr50	105	3,4	21347,2	241,2
		Tr100	104	4,3	21031	356,6
		Tr500	123	6,8	35875,8	1122,7
Extremo (RCP8.5-P95)	PMVE	74	0,3	2720	72,9	
	Tr5	187	4,1	31006	380,4	
	Tr50	173	8,3	49737,7	1041,1	
	Tr100	269	11,2	66260,4	1913,4	
	Tr500	341	16	99351,9	3940,1	

*Las cantidades expresadas en los escenarios futuros de 2050 y 2100 corresponden con el excedente respecto del mismo escenario en la actualidad.

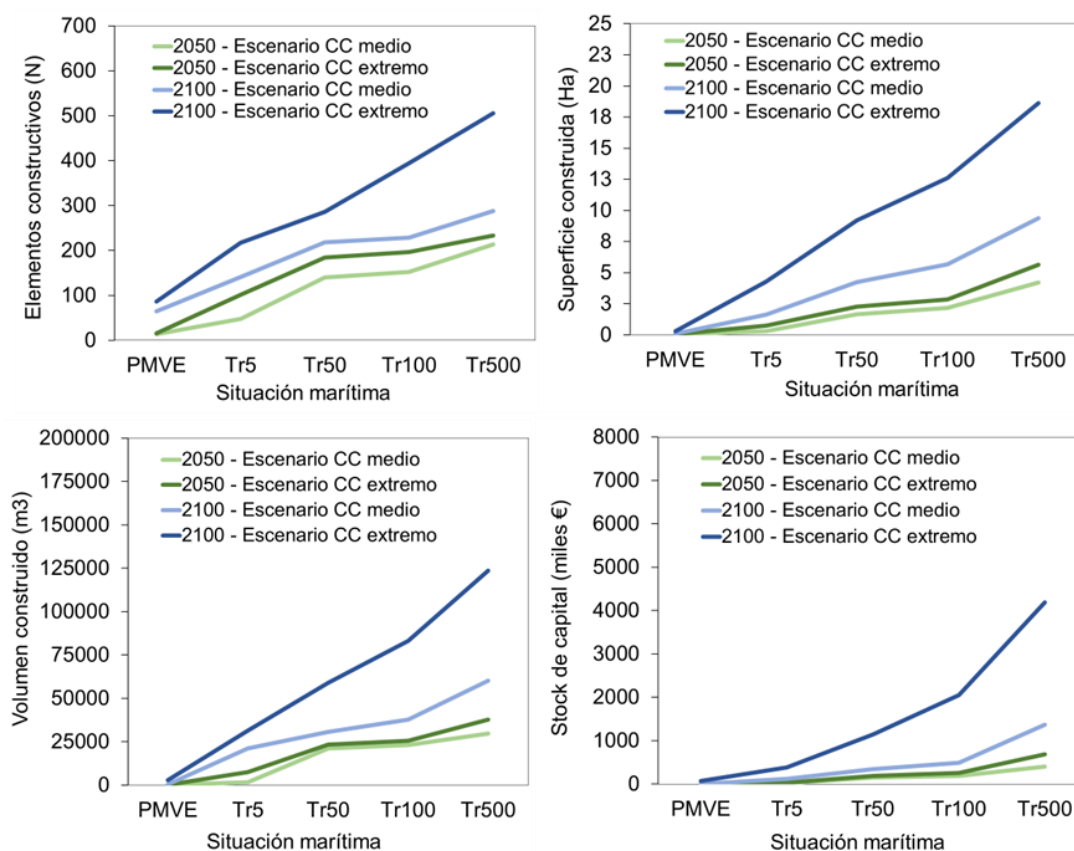


Figura 84. Elementos constructivos, superficie, volumen construido y stock de capital de las instalaciones y complejos singulares de Canarias afectados por inundaciones costeras en 2050 y 2100 en Canarias, bajo escenarios de cambio climático medio (RCP4.5, P50) y extremo (RCP8.5, P95).

La afectación de las inundaciones costeras sobre los **espacios públicos abiertos** (plazas, paseos, aceras, parques y jardines) podrán tener un carácter relativamente amplio en 2050 y 2100, sobre todo en los paseos marítimos y espacios públicos contiguos a las playas. De los 190 paseos marítimos de Canarias cartografiados en este proyecto, 122 (64%) podrán presentar problemas de rebase e inundación durante temporales marítimos de baja frecuencia en 2050, cifra que podrá ascender a 144 (75%) en 2100. No obstante, 111 (58%) ya pueden presentar problemas de inundación episódica en oleajes extremos según los modelos hidrodinámicos del clima presente. Los resultados totales en los 25 modelos de inundación pueden observarse en la Tabla 38 y Figura 85.

En 2050, bajo la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), se podrán ver afectados 432 elementos constructivos de los espacios

públicos abiertos de Canarias (110 más que en la actualidad) en una superficie construida de 1,2 ha (0,5 ha más que en la actualidad). En la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500), la afección probable asciende a 3.064 elementos constructivos (801 más que en la actualidad) en 45,6 ha de superficie construida (16,1 ha más que en la actualidad). En **2100**, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), se esperan afecciones sobre 675 elementos constructivos (353 más que la actualidad) en una superficie construida de 2,8 ha (2,1 ha más que en la actualidad). En la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500), la afectación asciende a 5.421 elementos constructivos residenciales (5.099 más que en la actualidad) en 99,1 ha de suelo construido (69,5 ha más que en la actualidad).

Tabla 38. Impactos de las inundaciones costeras en 2050 y 2100 sobre los sobre los espacios públicos abiertos de Canarias.

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS (N)	SUPERFICIE CONSTRUIDA (HA)
<i>Actual</i>		<i>PMVE</i>	322	0,7
		<i>Tr5</i>	990	6,8
		<i>Tr50</i>	1.558	16,4
		<i>Tr100</i>	1.783	19,8
		<i>Tr500</i>	2.263	29,6
<i>2050</i>	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	110	0,5
		<i>Tr5</i>	337	5,1
		<i>Tr50</i>	434	7
		<i>Tr100</i>	402	8,1
		<i>Tr500</i>	498	10
	<i>Extremo (RCP8.5-P95)</i>	<i>PMVE</i>	154	0,8
		<i>Tr5</i>	471	7,9
		<i>Tr50</i>	615	11,2
		<i>Tr100</i>	597	12,1
		<i>Tr500</i>	801	16,1
<i>2100</i>	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	353	2,1
		<i>Tr5</i>	981	16,3
		<i>Tr50</i>	1.228	23,1
		<i>Tr100</i>	1.299	25,5

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS (N)	SUPERFICIE CONSTRUIDA (HA)
	Extremo (RCP8.5-P95)	Tr500	1.629	33,7
		PMVE	783	8,8
		Tr5	1.886	34,1
		Tr50	1.910	39,9
		Tr100	2.735	56,6
		Tr500	5.099	69,5

*Las cantidades expresadas en los escenarios futuros de 2050 y 2100 corresponden con el excedente respecto del mismo escenario en la actualidad.

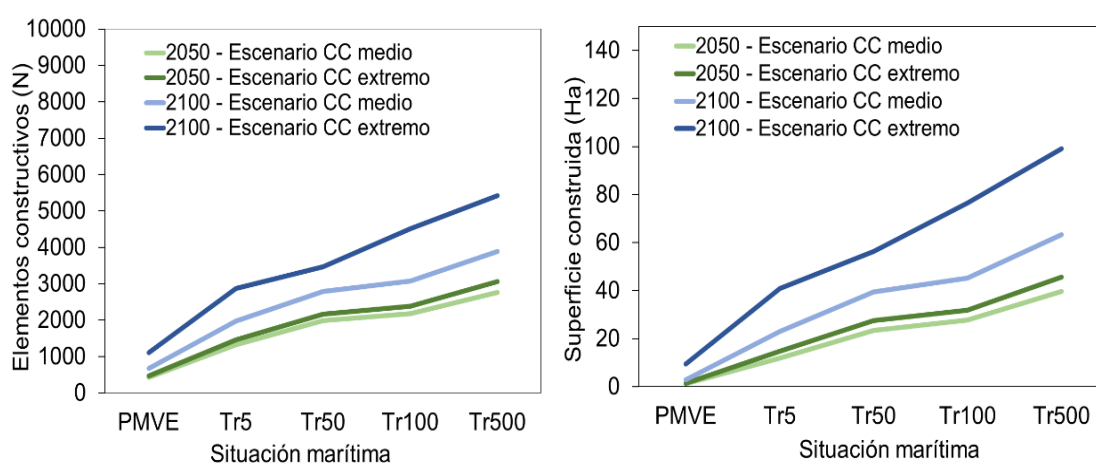


Figura 85. Elementos constructivos y superficie construida de espacios públicos abiertos afectados por inundaciones costeras en 2050 y 2100 en Canarias, bajo escenarios de cambio climático medio (RCP4.5, P50) y extremo (RCP8.5, P95).

Las **infraestructuras de abastecimiento y tratamiento de aguas** podrán ser afectadas puntualmente por inundaciones costeras en 2050 y 2100 y generar deficiencias temporales en el suministro de agua. Por cuanto se encuentran entre las infraestructuras consideradas críticas, caben destacar afecciones sobre 9 estaciones depuradoras y desaladoras en las islas de Tenerife, Gran Canaria, Fuerteventura y Lanzarote, aunque en 5 de ellas ya se puedan producir daños bajo condiciones extremas en la actualidad. Los resultados totales en los 25 modelos de inundación pueden observarse en la Tabla 39 y Figura 86.

En 2050, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), se podrán ver afectados 12 elementos constructivos de infraestructuras de abastecimiento y tratamiento de aguas (1 más que en la actualidad) en una superficie construida de 0,9 ha

(0,3 ha más que en la actualidad) y un volumen construido de 79 m³ (31 m³ más que en la actualidad). En la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500), se ha estimado una probable afectación de 97 elementos constructivos (50 más que en la actualidad) en 6,1 ha de superficie construida (4,2 ha más que en la actualidad) y en volumen construido de 3.421 m³ (2.351 m³ más que en la actualidad). En **2100**, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), se esperan afecciones sobre 15 elementos constructivos (4 más que la actualidad) en una superficie construida de 1,0 ha (0,4 ha más que en la actualidad) y en un volumen construido de 139 m³ (91 m³ que en el escenario actual). En la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500), la afectación podrá ascender a 164 elementos constructivos residenciales (117 más que en la actualidad), en 7,5 ha de superficie construida (5,6 ha más que en la actualidad) y en un volumen construido de 6.389 m³ (5.319 m³ más que en la actualidad).

Tabla 39. Impactos de las inundaciones costeras en 2050 y 2110 sobre la infraestructura de abastecimiento y tratamiento de aguas de Canarias.

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS (N)	SUPERFICIE CONSTRUIDA (HA)	VOLUMEN CONSTRUIDO (M3)
<i>Actual</i>		<i>PMVE</i>	11	0,6	47,4
		<i>Tr5</i>	16	1	202,6
		<i>Tr50</i>	17	1,1	244,3
		<i>Tr100</i>	22	1,1	502
		<i>Tr500</i>	47	1,9	1.069,8
<i>2050</i>	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	1	0,3	31,6
		<i>Tr5</i>	1	0	14,1
		<i>Tr50</i>	15	0,1	408,7
		<i>Tr100</i>	20	1,8	311,1
		<i>Tr500</i>	32	3,9	2.059,5
	<i>Extremo (RCP8.5- P95)</i>	<i>PMVE</i>	2	0,3	58
		<i>Tr5</i>	2	0,1	336,1
		<i>Tr50</i>	27	1,4	534,5
		<i>Tr100</i>	35	2,3	405,1
		<i>Tr500</i>	50	4,2	2.351,2
<i>2100</i>	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	4	0,4	91,9
		<i>Tr5</i>	20	1,9	522
		<i>Tr50</i>	57	4,5	1.154,8
		<i>Tr100</i>	73	5,1	2.020,9
		<i>Tr500</i>	79	4,9	3.278,2
	<i>Extremo (RCP8.5- P95)</i>	<i>PMVE</i>	20	1,7	546,3
		<i>Tr5</i>	64	4,2	1030

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS (N)	SUPERFICIE CONSTRUIDA (HA)	VOLUMEN CONSTRUIDO (M3)
		Tr50	100	5,8	4.123,8
		Tr100	112	6	4.504,3
		Tr500	117	5,6	5.319,4

*Las cantidades expresadas en los escenarios futuros de 2050 y 2100 corresponden con el excedente respecto al escenario análogo en la actualidad.

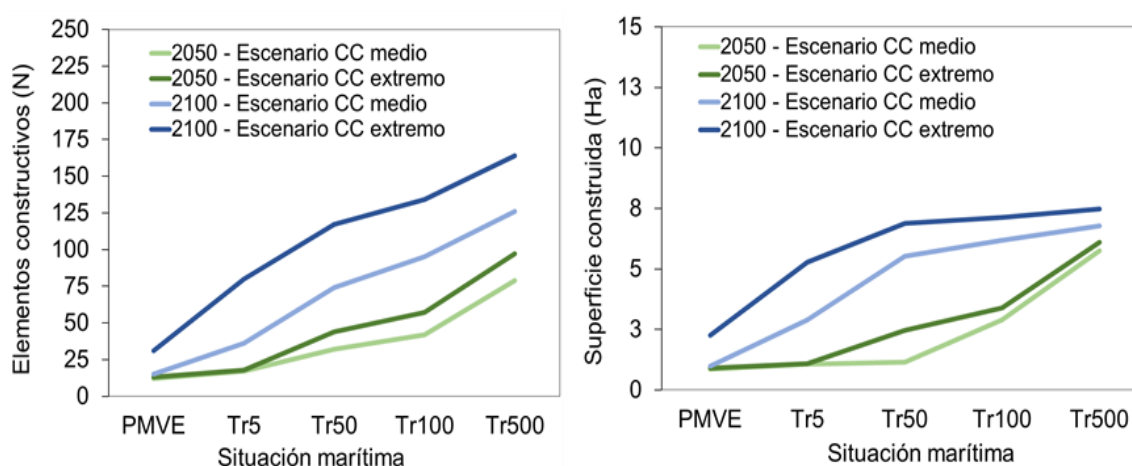


Figura 86. Elementos constructivos y superficie construida de infraestructuras de abastecimiento y tratamiento de aguas afectadas por inundaciones costeras en 2050 y 2100 en Canarias, bajo escenarios de cambio climático medio (RCP4.5, P50) y extremo (RCP8.5, P95).

Las **infraestructuras de producción y suministro eléctrico** podrán sufrir impactos localizados por inundaciones costeras, que podrían afectar de forma importante al abastecimiento eléctrico en eventos extremos de baja frecuencia. Caben destacar al respecto, por cuanto se trata de infraestructuras críticas, afecciones episódicas parciales sobre las centrales de producción de Los Guinchos (La Palma), Llanos Blancos (El Hierro), Caletillas (Tenerife), Las Salinas (Fuerteventura) y Punta Grande (Lanzarote), así como sobre 5 parques eólicos de los municipios de Ingenio y Agüimes (Gran Canaria). Los resultados totales para Canarias de los 25 modelos de inundación pueden consultarse en la Tabla 40 y Figura 87. A continuación se resumen los escenarios extremos.

En 2050, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), podrán surgir afecciones emergentes sobre 8 elementos constructivos

de la infraestructura de producción y suministro eléctrico, en una superficie construida de 0,05 ha y un volumen construido de 185 m³. En la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500), se ha estimado una probable afectación de 135 elementos constructivos (63 más que en la actualidad) en 1,8 ha de superficie construida (1,2 ha más que en la actualidad) y en volumen construido de 19.901 m³ (17.389 m³ más que en la actualidad). **En 2100**, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), se esperan afecciones emergentes sobre 19 elementos constructivos en una superficie construida de 0,05 ha y en un volumen construido de 290 m³. En la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500), la afectación podrá ascender a 315 elementos constructivos residenciales (243 más que en la actualidad), en 4,3 ha de superficie construida (3,7 ha más que en la actualidad) y en un volumen construido de 52.865 m³ (50.353 m³ más que en la actualidad).

Tabla 40. Impactos de las inundaciones costeras en 2050 y 2100 sobre la infraestructura de suministro eléctrico de Canarias.

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS (N)	SUPERFICIE CONSTRUIDA (HA)	VOLUMEN CONSTRUIDO (M3)
<i>Actual</i>		<i>PMVE</i>	0	0	99,8
		<i>Tr5</i>	23	0,1	509,6
		<i>Tr50</i>	49	0,4	955,2
		<i>Tr100</i>	54	0,4	1.187,9
		<i>Tr500</i>	72	0,6	2.512,2
2050	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	8	0	85,5
		<i>Tr5</i>	14	0,2	351,6
		<i>Tr50</i>	12	0,1	499,6
		<i>Tr100</i>	18	0,2	1220
		<i>Tr500</i>	50	0,9	14.464,6
	<i>Extremo (RCP8.5- P95)</i>	<i>PMVE</i>	8	0	85,8
		<i>Tr5</i>	21	0,2	446,2
		<i>Tr50</i>	30	0,2	1.615,6
		<i>Tr100</i>	55	0,7	8.104,6
		<i>Tr500</i>	63	1,2	17.389,0
2100	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	19	0	190,5
		<i>Tr5</i>	44	0,4	1.705,6
		<i>Tr50</i>	84	1,2	14.026,2

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS (N)	SUPERFICIE CONSTRUIDA (HA)	VOLUMEN CONSTRUIDO (M3)
		Tr100	85	1,4	18.582,5
		Tr500	103	1,6	21.095,2
	Extremo (RCP8.5- P95)	PMVE	37	0,2	1.644,7
		Tr5	116	1,5	14.358,7
		Tr50	127	1,9	24.358,1
		Tr100	180	2,6	35.361,4
		Tr500	243	3,7	50.353,4

*Las cantidades expresadas en los escenarios futuros de 2050 y 2100 corresponden con el excedente respecto al escenario análogo en la actualidad.

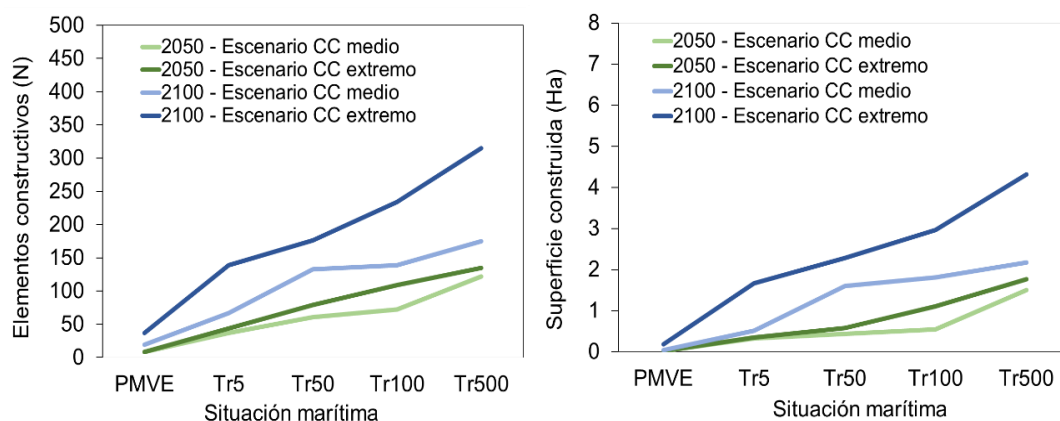


Figura 87. Elementos constructivos y superficie construida de infraestructuras de suministro eléctrico afectadas por inundaciones costeras en 2050 y 2100 en Canarias, bajo escenarios de cambio climático medio (RCP4.5, P50) y extremo (RCP8.5, P95).

Se estima que las inundaciones costeras en 2050 y 2100 puedan afectar significativamente en diversos sectores de la **infraestructura de transporte terrestre** de Canarias, destacando, por tratarse de infraestructuras críticas, la afección de hasta 54 tramos de carreteras insulares y autovías en temporales extremos de baja frecuencia en 2050 y hasta 97 por temporales extremos de baja frecuencia en 2100. Los resultados totales para Canarias de los 25 modelos de inundación pueden consultarse en la Tabla 40 y Figura 86. A continuación se resumen los escenarios extremos.

En 2050, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), se podrán ver afectados 136 elementos constructivos de

infraestructuras de transporte terrestre (33 que en el escenario análogo actual) en una superficie construida de 1,0 ha (0,4 ha más que en la actualidad), mientras que en la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500) se ha estimado una probable afectación de 1.521 elementos constructivos (408 más que en la actualidad) en 61,6 ha de superficie construida. **En 2100**, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), se esperan afecciones sobre 247 elementos constructivos (144 más que en la actualidad) en una superficie construida de 3,2 ha (2,6 ha más que en la actualidad), mientras que en la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500), la afectación podrá ascender a 2.682 elementos constructivos (1.569 más que en la actualidad), en 126,2 ha de superficie construida (86,4 ha más que en la actualidad).

Tabla 41. Impactos de las inundaciones costeras en 2050 y 2100 sobre la infraestructura de transporte terrestre de Canarias.

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS (N)	SUPERFICIE CONSTRUIDA (HA)
<i>Actual</i>		<i>PMVE</i>	103	0,6
		<i>Tr5</i>	404	6,8
		<i>Tr50</i>	744	21,7
		<i>Tr100</i>	864	26,3
		<i>Tr500</i>	1113	39,9
<i>2050</i>	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	33	0,4
		<i>Tr5</i>	201	7,2
		<i>Tr50</i>	48	9,2
		<i>Tr100</i>	224	10,9
		<i>Tr500</i>	287	13,7
	<i>Extremo (RCP8.5- P95)</i>	<i>PMVE</i>	54	0,7
		<i>Tr5</i>	281	10,6
		<i>Tr50</i>	327	14,1
		<i>Tr100</i>	327	16,2
		<i>Tr500</i>	408	21,8
<i>2100</i>	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	144	2,6
		<i>Tr5</i>	523	22,6
		<i>Tr50</i>	639	31
		<i>Tr100</i>	660	33,9
		<i>Tr500</i>	862	44,7

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS (N)	SUPERFICIE CONSTRUIDA (HA)
	Extremo (RCP8.5- P95)	PMVE	361	10,2
		Tr5	1007	45,5
		Tr50	862	50,1
		Tr100	1321	70,9
		Tr500	1569	86,4

*Las cantidades expresadas en los escenarios futuros de 2050 y 2100 corresponden con el excedente respecto al escenario análogo en la actualidad.

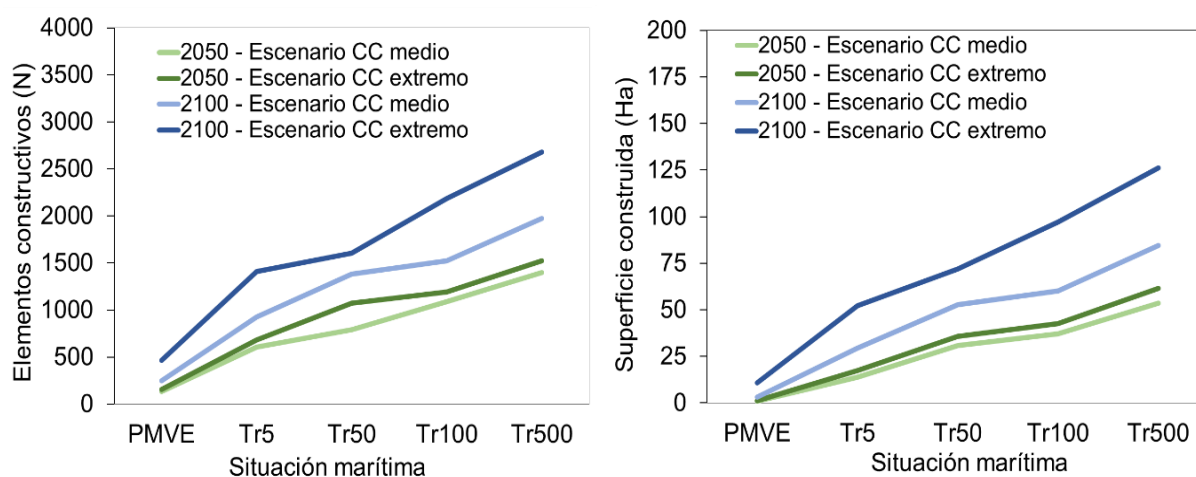


Figura 88. Elementos constructivos y superficie construida de infraestructuras de transporte terrestre afectadas por inundaciones costeras en 2050 y 2100 en Canarias, bajo escenarios de cambio climático medio (RCP4.5, P50) y extremo (RCP8.5, P95).

Lo impactos de las inundaciones costeras en 2050 y 2100 sobre la **infraestructura de transporte aéreo** de Canarias puede considerarse de carácter muy leve. El único elemento que sufrirá inundaciones de consideración durante temporales marítimos en 2050 y 2100 será el aeródromo de El Berriel (San Bartolomé de Tirajana, Gran Canaria), mientras que los aeropuertos del Fuerteventura y Lanzarote podrían experimentar cierta penetración de las láminas de agua en los extremos sur de las pistas durante los temporales más extremos de 2050 y 2100 (sin llegar a ser de importancia). Los resultados totales para Canarias de los 25 modelos de inundación pueden consultarse en la Tabla 42 y Figura 89. A continuación se resumen los escenarios extremos.

En 2050, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE) no se prevén impactos sobre el conjunto de la infraestructura de transporte aéreo, mientras que en la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500) se ha estimado una probable afectación de 1.521 elementos constructivos (408 más que en la actualidad) en 61,6 ha de superficie construida y 256 m³ de construcciones (151 m³ más que en la actualidad), comportando pérdidas de stock de capital por valor de 0,3 mil € (0,3 mil € más que en la actualidad). En 2100, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), tampoco se prevén impactos sobre el conjunto de la infraestructura de transporte aéreo, mientras que en la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500), la afectación podrá ascender a 29 elementos constructivos (20 más que en la actualidad), en 2,5 ha de superficie construida (2,0 ha más que en la actualidad) y 1.052 m³ de construcciones (948 m³ más que en la actualidad), comportando pérdidas de stock de capital por valor de 27,2 mil € (27,1 mil € más que en la actualidad).

Tabla 42. Impactos de las inundaciones costeras en 2050 y 2100 sobre la infraestructura de transporte aéreo de Canarias.

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS (N)	SUPERFICIE CONSTRUIDA (HA)	VOLUMEN CONSTRUIDO (M3)	STOCK DE CAPITAL (MILES €)
Actual		PMVE	0	0	0	0
		Tr5	1	0	0	0
		Tr50	4	0,1	16,7	0
		Tr100	5	0,2	37,4	0
		Tr500	9	0,5	104,4	0
2050	Medio (RCP4.5-P50)	PMVE	0	0	0	0
		Tr5	3	0,1	10,7	0
		Tr50	5	0,3	80	0
		Tr100	4	0,4	97	0
		Tr500	3	0,4	119,8	0,1
	Extremo (RCP8.5- P95)	PMVE	0	0	0	0
		Tr5	3	0,2	28,2	0
		Tr50	5	0,5	113,9	0
		Tr100	4	0,5	129,8	0,1
		Tr500	3	0,5	151,6	0,3
2100		PMVE	0	0	0	0

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS (N)	SUPERFICIE CONSTRUIDA (HA)	VOLUMEN CONSTRUIDO (M3)	STOCK DE CAPITAL (MILES €)
	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>Tr5</i>	8	0,6	135,8	0
		<i>Tr50</i>	8	1	258,8	0,3
		<i>Tr100</i>	8	1	275,1	0,5
		<i>Tr500</i>	12	1,4	171,2	2,7
	<i>Extremo (RCP8.5- P95)</i>	<i>PMVE</i>	2	0	0,1	0
		<i>Tr5</i>	11	1,1	291,3	1,5
		<i>Tr50</i>	17	1,8	766,8	10,6
		<i>Tr100</i>	19	1,9	845,4	11,1
		<i>Tr500</i>	20	2	948,5	27,1

*Las cantidades expresadas en los escenarios futuros de 2050 y 2100 corresponden con el excedente respecto al escenario análogo en la actualidad.

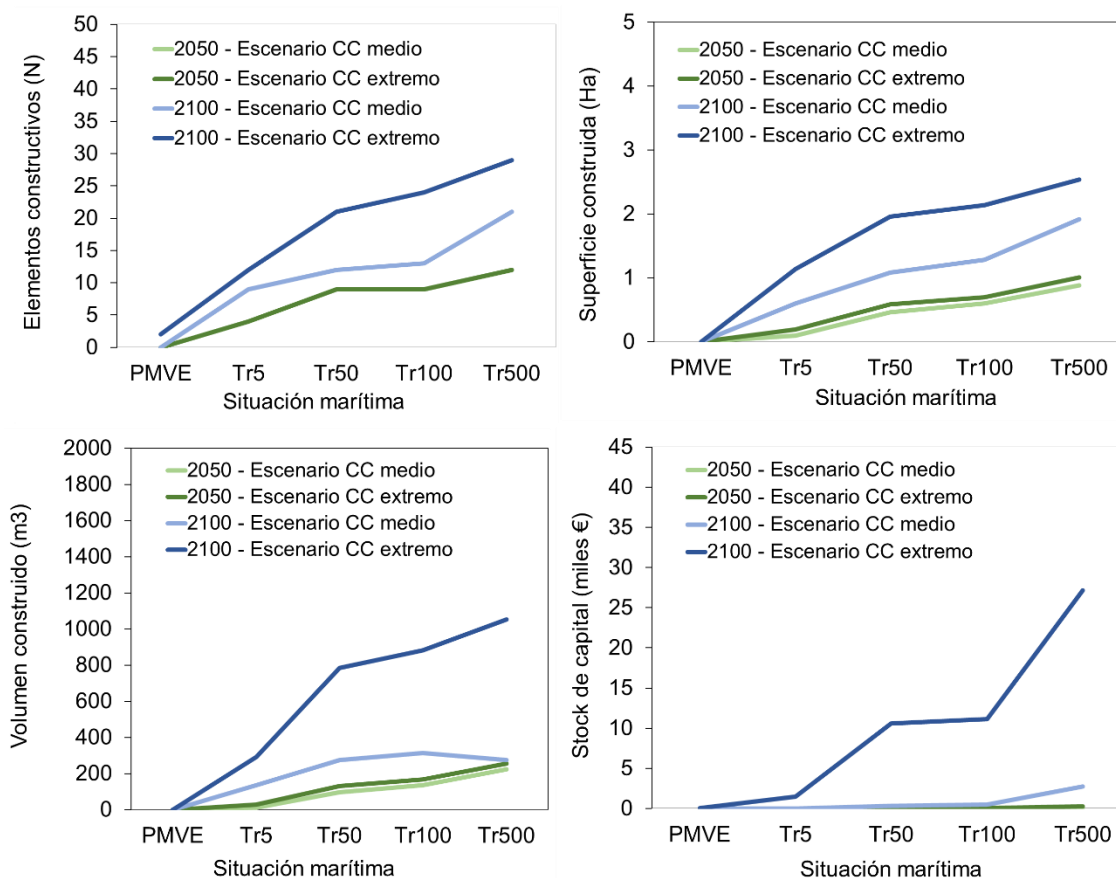


Figura 89. Elementos constructivos, superficie, volumen construido y stock de capital de la infraestructura de transporte aéreo afectada por inundaciones costeras en 2050 y 2100 en Canarias, bajo escenarios de cambio climático medio (RCP4.5, P50) y extremo (RCP8.5, P95).

Las **instalaciones peligrosas** forman parte de las infraestructuras críticas de Canarias, habiéndose distinguido tres tipos: de residuos sólidos, químicas y radiológicas. De las 80 instalaciones de este tipo cartografiadas en la franja costera, se espera que las inundaciones en 2050 y 2100 puedan tener una incidencia sobre 8 de ellas. No obstante, se estima que 4 ya puedan ser afectadas por temporales marítimos de carácter extremal en el clima presente. Entre las instalaciones sobre las que se han detectado riesgos, se cuentan 5 instalaciones de peligro químico (las centrales térmicas mencionadas en apartados anteriores y la refinería de petróleo de Santa Cruz) y 3 instalaciones de residuos sólidos al norte de Gran Canaria y Lanzarote. Los resultados totales para Canarias de los 25 modelos de inundación pueden consultarse en la Tabla 43 y Figura 90.

Tabla 43. Impactos de las inundaciones costeras en 2050 y 2100 sobre las instalaciones peligrosas de Canarias.

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS (N)	SUPERFICIE CONSTRUIDA (HA)
<i>Actual</i>		<i>PMVE</i>	1	0
		<i>Tr5</i>	13	0,1
		<i>Tr50</i>	29	0,1
		<i>Tr100</i>	36	0,2
		<i>Tr500</i>	50	0,4
2050	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	4	0
		<i>Tr5</i>	9	0
		<i>Tr50</i>	14	0,1
		<i>Tr100</i>	14	0,2
		<i>Tr500</i>	41	0,8
	<i>Extremo (RCP8.5-P95)</i>	<i>PMVE</i>	4	0
		<i>Tr5</i>	15	0
		<i>Tr50</i>	28	0,2
		<i>Tr100</i>	49	0,7
		<i>Tr500</i>	51	1
2100	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	10	0
		<i>Tr5</i>	34	0,2
		<i>Tr50</i>	71	1,2
		<i>Tr100</i>	67	1,2
		<i>Tr500</i>	65	1,4
	<i>Extremo (RCP8.5-P95)</i>	<i>PMVE</i>	27	0,1
		<i>Tr5</i>	90	1,3
		<i>Tr50</i>	82	1,7
		<i>Tr100</i>	113	2,2
		<i>Tr500</i>	126	3

*Las cantidades expresadas en los escenarios futuros de 2050 y 2100 corresponden con el excedente respecto al escenario análogo en la actualidad.

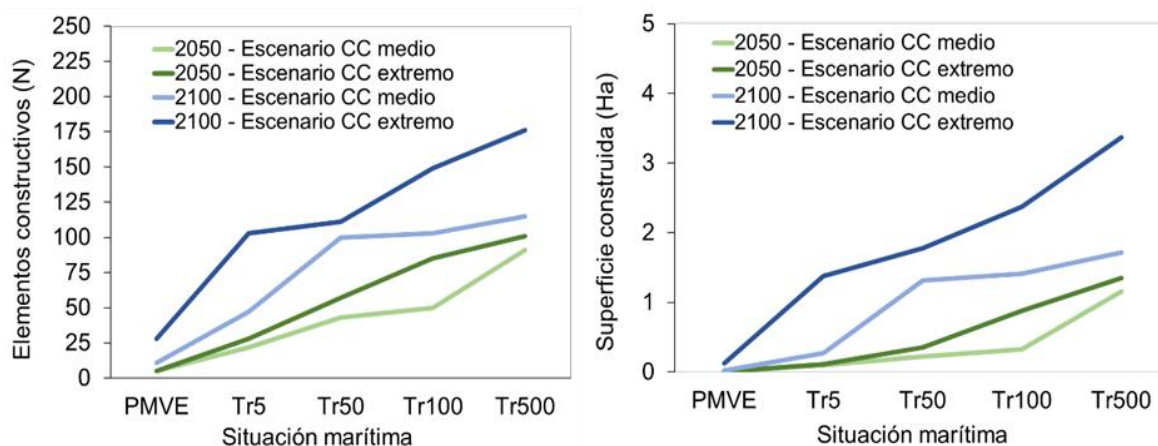


Figura 90. Elementos constructivos y superficie construida de instalaciones peligrosas afectadas por inundaciones costeras en 2050 y 2100 en Canarias, bajo escenarios de cambio climático medio (RCP4.5, P50) y extremo (RCP8.5, P95).

Sobre el **suelo urbano libre** no construido (SU) y el **suelo urbanizable** (SUz) de Canarias el impacto de las inundaciones costeras en el siglo XXI podrá tener un carácter relativamente extenso. Los resultados totales para Canarias de los 25 modelos de inundación pueden consultarse en la Tabla 44 y Figura 91.

En 2050, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), se prevén afecciones sobre 0,2 ha en SU (0,1 ha más que en el escenario análogo actual) y 47,5 ha en SUz (242,3 ha más que en el escenario análogo actual), comportando pérdidas en stock de capital de hasta 684,9 mil € (242,3 mil € más que en el escenario análogo actual); mientras que en la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500) la cifra podría ascender a 15,3 ha en SU (5,5 ha más que en el escenario análogo actual) y 218,6 ha en SUz (44,3 ha más que en el escenario análogo actual). **En 2100**, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), se prevén afecciones sobre 0,7 ha en SU (0,6 ha más que en el escenario análogo actual) y 66,8 ha en SUz (29,2 ha más que en el escenario análogo actual), comportando pérdidas en stock de capital de hasta 1.551 mil € (242,3 mil € más que en el escenario análogo actual); mientras que en la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500) la cifra podría ascender a 32,5 ha en SU (22,7 ha más que en el escenario análogo actual) y 316,2 ha en SUz (141,9 ha más que en el escenario análogo actual).

Tabla 44. Impactos de las inundaciones costeras en 2050 y 2100 sobre el suelo urbano sin construir (SU) y suelo urbanizable (SUz) de Canarias

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	SUPERFICIE SU (HA)	SUPERFICIE SUZ (HA)	STOCK DE CAPITAL (MILES €)
<i>Actual</i>		<i>PMVE</i>	0,1	37,7	442,6
		<i>Tr5</i>	1,1	81,3	442,6
		<i>Tr50</i>	3,9	120,3	442,6
		<i>Tr100</i>	5,9	132,1	442,6
		<i>Tr500</i>	9,8	174,3	442,6
<i>2050</i>	<i>Medio (RCP4.5- P50)</i>	<i>PMVE</i>	0,1	9,9	242,3
		<i>Tr5</i>	1,1	21,8	242,3
		<i>Tr50</i>	3,4	29,1	242,3
		<i>Tr100</i>	3,3	35,1	242,3
		<i>Tr500</i>	3,7	32	242,3
	<i>Extremo (RCP8.5- P95)</i>	<i>PMVE</i>	0,2	13,7	389,5
		<i>Tr5</i>	1,9	30,8	389,5
		<i>Tr50</i>	4,8	46,6	389,5
		<i>Tr100</i>	4,3	53,7	389,5
		<i>Tr500</i>	5,5	44,3	389,5
<i>2100</i>	<i>Medio (RCP4.5- P50)</i>	<i>PMVE</i>	0,6	29,2	1108,5
		<i>Tr5</i>	5,9	72,3	1108,5
		<i>Tr50</i>	10	89,9	1108,5
		<i>Tr100</i>	10,1	91,8	1108,5
		<i>Tr500</i>	12,5	85,4	1108,5
	<i>Extremo (RCP8.5- P95)</i>	<i>PMVE</i>	1,7	74,9	3073,2
		<i>Tr5</i>	13,4	128,8	3073,2
		<i>Tr50</i>	17	132,5	3073,2
		<i>Tr100</i>	18,8	143,2	3073,2
		<i>Tr500</i>	22,7	141,9	3073,2

*Las cantidades expresadas en los escenarios futuros de 2050 y 2100 corresponden con el excedente respecto al escenario análogo en la actualidad.

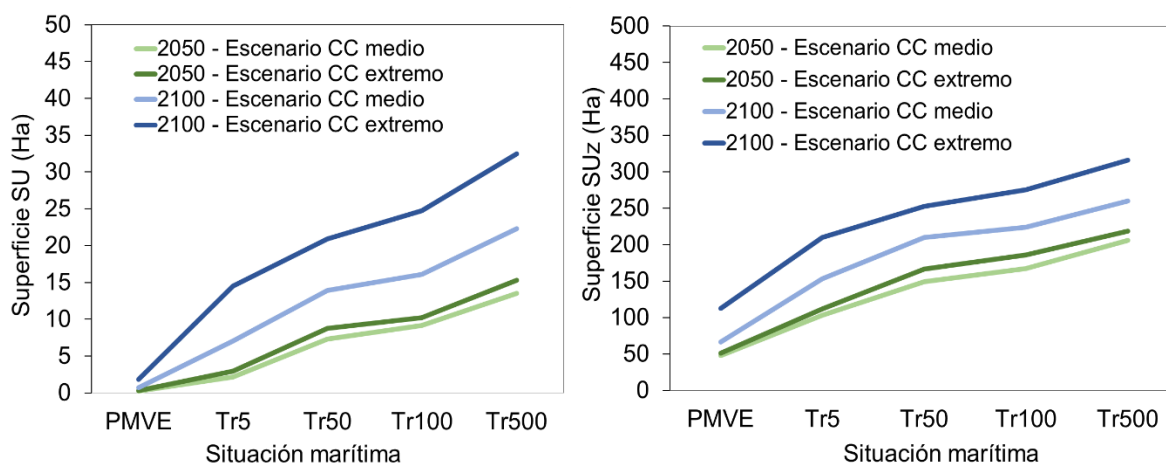


Figura 91. Superficie de suelo urbano libre y de suelo urbanizable afectada por inundaciones costeras en 2050 y 2100 en Canarias, bajo escenarios de cambio climático medio (RCP4.5, P50) y extremo (RCP8.5, P95).

5.1.2.4 Impactos sobre el patrimonio cultural y natural

Los riesgos globales de las inundaciones costeras ligadas al cambio climático sobre el patrimonio cultural (BICs) y natural (ENPs, ZECs y ZEPAs) son progresivamente mayores cuanto más amplio es el periodo temporal considerado (de 2050 a 2100), el escenario de cambio climático (de medio a extremo) y la situación marítima modelizada (de PMVE a Tr5, Tr50, Tr100 y Tr500). Sobre los BICs se ha evaluado el impacto en los 25 modelos (incluyendo, por lo tanto, el efecto del oleaje). Sobre los espacios naturales de carácter patrimonial (ENPs, ZEPAs y ZECs), sin embargo, únicamente se ha evaluado el impacto de las inundaciones permanentes (escenarios PMVE).

Los **Bienes de Interés Cultural** de Canarias están sometidos a un riesgo relativamente elevado antes las inundaciones costeras en diversas localizaciones del litoral. No obstante, ya parten de una situación de alto riesgo en bajo los modelos costeros del clima actual, por lo que las afecciones emergentes pueden considerarse de carácter leve. Los resultados totales para Canarias de los 25 modelos de inundación pueden consultarse en la Tabla 45 y Figura 92.

En 2050, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), se prevén afecciones sobre 44 BICs (2 más que en el escenario análogo actual) en 48,9 ha (6,4 ha más que en el escenario análogo actual); mientras que en la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500) la cifra ascendería a 49 BICs (1

más que en el escenario análogo actual) y 135,9 ha (17,1 ha más que en el escenario análogo actual). En 2100, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), se prevén afecciones sobre 46 BICs (4 más que en el escenario análogo actual) en 60,4 ha (17,9 ha más que en el escenario análogo actual); mientras que en la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500) la cifra ascendería a 49 BICs (1 más que en el escenario análogo actual) y 181,6 ha (62,8 ha más que en el escenario análogo actual).

Tabla 45. Impactos de las inundaciones costeras en 2050 y 2100 sobre los Bienes de Interés Cultural de Canarias.

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	BIENES DE INTERÉS CULTURAL (N)	SUPERFICIE (HA)
<i>Actual</i>		<i>PMVE</i>	42	42,5
		<i>Tr5</i>	48	71,7
		<i>Tr50</i>	48	99,1
		<i>Tr100</i>	48	105
		<i>Tr500</i>	48	118,8
<i>2050</i>	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	2	6,4
		<i>Tr5</i>	1	17,4
		<i>Tr50</i>	1	11,7
		<i>Tr100</i>	1	11,8
		<i>Tr500</i>	1	11,6
	<i>Extremo (RCP8.5- P95)</i>	<i>PMVE</i>	4	8,9
		<i>Tr5</i>	1	23,5
		<i>Tr50</i>	1	16,7
		<i>Tr100</i>	1	16,2
		<i>Tr500</i>	1	17,1
<i>2100</i>	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	4	17,9
		<i>Tr5</i>	1	38
		<i>Tr50</i>	1	31
		<i>Tr100</i>	1	30,7
		<i>Tr500</i>	1	32,2
	<i>Extremo (RCP8.5- P95)</i>	<i>PMVE</i>	4	38,5
		<i>Tr5</i>	1	58,2
		<i>Tr50</i>	1	26,6
		<i>Tr100</i>	1	51,2

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	BIENES DE INTERÉS CULTURAL (N)	SUPERFICIE (HA)
		Tr500	1	62,8

*Las cantidades expresadas en los escenarios futuros de 2050 y 2100 corresponden con el excedente respecto al escenario análogo en la actualidad.

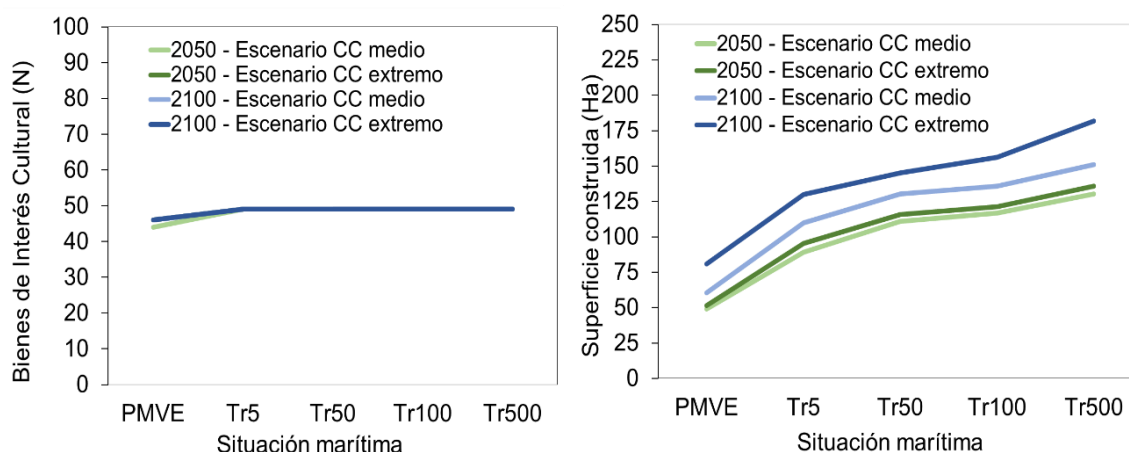


Figura 92. Numero de Bienes de Interés Cultural y superficies afectadas por inundaciones costeras en 2050 y 2100 en Canarias, bajo escenarios de cambio climático medio (RCP4.5, P50) y extremo (RCP8.5, P95).

Los **espacios naturales protegidos de la Red Canaria y Red Natura 2000** situados en la franja costera estarán sometidos a una reducción más o menos acusada de sus superficies terrestres debido a la SNMM y al incremento del espacio inundado permanentemente. Dicha reducción será más severa en las costas bajas de las islas orientales, donde la lámina de agua tendrá una mayor penetración hacia tierra. Los resultados totales para Canarias de los 25 modelos de inundación pueden consultarse en la Tabla 46 y Figura 93.

En 2050, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), se prevé una pérdida de superficie de 236,0 ha (45,3 ha más que en el escenario actual) en ENPs, de 452,2 ha (72,5 ha más que en el escenario actual) en ZECs y de 345,0 ha (69,3 ha más que en el escenario actual) en ZEPAs; mientras que en la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500) la cifra ascendería a 258,79 ha (68 ha más que en el escenario actual) en ENPs, 481,9 ha (102,2 ha más que en el escenario actual) en ZECs y 369,4 ha (93,7 ha más que en el escenario actual) en ZEPAs. **En 2100**, en la mejor situación marítima (mar en calma, sin agitación) del

escenario de cambio climático más favorable (RCP4.5 – P50 – PMVE), se prevé una pérdida de superficie de 337,9 ha (147,2 ha más que en el escenario actual) en ENPs, de 580,4 ha (200,7 ha más que en el escenario actual) en ZECs y de 450,2 ha (174,5 ha más que en el escenario actual) en ZEPAs; mientras que en la peor situación marítima del escenario de cambio climático más desfavorable (RCP8.5 – P95 – TR500) la cifra ascendería a 472,2 ha (281,4 ha más que en el escenario actual) en ENPs, 758,4 ha (378,7 ha más que en el escenario actual) en ZECs y 621,6 ha (345,9 ha más que en el escenario actual) en ZEPAs.

Tabla 46. Afecciones sobre los espacios naturales de la Red Canaria de Espacios Naturales Protegidos y de la Red Natura 2000 de Canarias.

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	ENP (N)	SUPERFICIE (HA)	ZEC (N)	SUPERFICIE (HA)	ZEPA (N)	SUPERFICIE (HA)
<i>Actual</i>		<i>PMVE</i>	55	190,79	58	379,7	38	275,72
2050	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	0	45,3	0	72,5	0	69,3
	<i>Extremo (RCP8.5- P95)</i>	<i>PMVE</i>	0	68	0	102,2	0	93,7
2100	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	0	147,2	0	200,7	0	174,5
	<i>Extremo (RCP8.5- P95)</i>	<i>PMVE</i>	0	281,4	0	378,7	0	345,9

*Las cantidades expresadas en los escenarios futuros de 2050 y 2100 corresponden con el excedente respecto al escenario análogo en la actualidad.

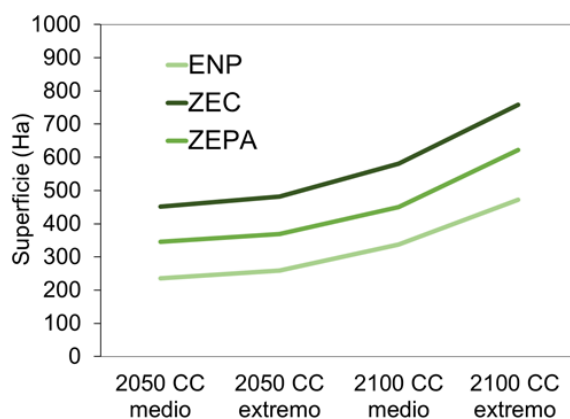


Figura 93. Superficie de Espacios Naturales Protegidos (ENP), Zonas de Especial Conservación (ZEC) y Zonas de Especial Protección para Aves (ZEPAS), inundada permanentemente por SNMM en 2050 y 2100 en Canarias, bajo escenarios de cambio climático medio (RCP4.5, P50) y extremo (RCP8.5, P95).

5.2 IMPACTOS POR EROSION

5.2.1 ESCENARIOS

La aceleración de la erosión y el retroceso de la línea de costa es uno de los efectos potenciales del cambio climático con más consecuencias sobre el sistema socioeconómico y natural. Se trata de un proceso morfodinámico producido por la pérdida de sedimento que depende, fundamentalmente, de los cambios en el nivel medio del mar, en la dirección del oleaje y en el transporte sedimentario.

Las consecuencias económicas de la pérdida de playas turísticas Canarias es una de las cuestiones más importante que se evalúan en este apartado. No obstante, además de la pérdida de playas y sus consecuencias económicas, este apartado incluye la evaluación, mediante análisis espacial, de las consecuencias del retroceso de la línea de costa sobre el conjunto del sistema socioeconómico y natural de Canarias, a partir de 1.907 puntos de modelización de erosión en playas arenosas, 902 puntos de modelización de erosión en playas de callaos y 3.763 puntos de modelización en costas rocosas, que cubren la totalidad del archipiélago. En el análisis de impactos a través de estos datos se asume que los elementos físicos ligados a la población, infraestructuras, sectores productivos y patrimonio quedan directamente afectados por la incidencia directa del oleaje cuando quedan comprendidos en la magnitud del retroceso lineal proyectado para ese punto de modelización de la costa.



Figura 94. Vivienda afectada por la erosión de la playa en Ojos de Garza (Telde, Gran Canaria).

En la erosión costera, al igual que en el caso de las inundaciones, existen dos dimensiones de análisis: el retroceso estructural, de carácter permanente (análogo del PMVE en inundación), y el retroceso episódico o eventual, provocado por eventos extremos de oleaje y tras el cual cabe esperar una recuperación de la posición de la línea de costa pasado un periodo de tiempo (frecuentemente de unos meses).

Las dinámicas que gobiernan el retroceso estructural son el aumento del nivel medio del mar y, en playas en las que haya gradiente de transporte longitudinal, el oleaje. El cambio estructural puede traducirse en un retroceso o en un avance de la línea de costa, lo cual se ha obtenido restando la posición media de la línea de costa actual (2020) a la posición media de la línea de costa futura (2050 y 2100). Los retrocesos extremos de la línea de costa (reversibles) son debidos a la combinación de oleaje y nivel del mar (a corto plazo). Aplicando un ajuste de extremos no estacionario se han obtenido los retrocesos extremos de periodo de retorno (T_r) de 5, 25 y 50 años en 2020, 2045 y 2100.

El retroceso estructural (permanente o de largo plazo) se ha modelizado para todos los tipos de costa (playas de arena, de cantos y costas rocosas) y el retroceso episódico (de extremos de oleaje) solo en playas arenosas.

Los impactos de la erosión costera en el sistema socioeconómico y ecológico de Canarias se han analizado sobre 14 escenarios climáticos:

- 1) **'Actual-TR05'**: inundación por pleamar máxima viva equinoccial en las condiciones actuales. En términos de impactos, la PMVE se trata como 'inundación permanente'. La probabilidad de ocurrencia de este escenario en un año determinado es del 20%.
- 2) **'Actual-TR50'**: inundación por oleaje de periodo de retorno de 5 años en las condiciones actuales. La probabilidad de ocurrencia de este escenario en un año determinado es del 2%.
- 3) **'2050-Escenario medio-Estructural'**: inundación por pleamar máxima viva equinoccial en 2045 bajo un escenario intermedio de emisiones GEI (RCP4.5) y una subida del nivel del mar de magnitud media (percentil 50). En términos de impactos, la PMVE se trata como 'inundación permanente'. La probabilidad de ocurrencia de este escenario en un año determinado es del 100%.
- 4) **'2050-Escenario medio-TR5'**: inundación por oleaje de periodo de retorno de 5 años en 2045 bajo un escenario intermedio de emisiones de GEIs (RCP4.5) y una subida del nivel del mar de magnitud media (percentil 50). La probabilidad de ocurrencia de este escenario en un año determinado es del 20%.

- 5) **'2050-Escenario medio -TR50'**: inundación por oleaje de periodo de retorno de 50 años en 2045 bajo un escenario intermedio de emisiones de GEIs (RCP4.5) y una subida del nivel del mar de magnitud media (percentil 50). La probabilidad de ocurrencia de este escenario en un año determinado es del 2%.
- 6) **'2050-Escenario extremo-Estructural'**: inundación por pleamar máxima viva equinoccial en 2045 bajo un escenario extremo de emisiones de GEIs (RCP8.5) y una subida del nivel del mar de magnitud alta (percentil 95). En términos de impactos, la PMVE se trata como 'inundación permanente'. La probabilidad de ocurrencia de este escenario en un año determinado es del 100%.
- 7) **'2050-Escenario extremo-TR5'**: inundación por oleaje de periodo de retorno de 5 años en 2045 de emisiones de GEIs (RCP8.5) y una subida del nivel del mar de magnitud alta (percentil 95). La probabilidad de ocurrencia de este escenario en un año determinado es del 20%.
- 8) **'2050-Escenario extremo-TR50'**: inundación por oleaje de periodo de retorno de 50 años en 2045 bajo un escenario extremo de emisiones de GEIs (RCP8.5) y una subida del nivel del mar de magnitud alta (percentil 95). La probabilidad de ocurrencia de este escenario en un año determinado es del 2%.
- 9) **'2100-Escenario medio-Estructural'**: inundación por pleamar máxima viva equinoccial en 2045 bajo un escenario intermedio de emisiones GEI (RCP4.5) y una subida del nivel del mar de magnitud media (percentil 50). En términos de impactos, la PMVE se trata como 'inundación permanente'. La probabilidad de ocurrencia de este escenario en un año determinado es del 100%.
- 10) **'2100-Escenario medio-TR5'**: inundación por oleaje de periodo de retorno de 5 años en 2045 bajo un escenario intermedio de emisiones de GEIs (RCP4.5) y una subida del nivel del mar de magnitud media (percentil 50). La probabilidad de ocurrencia de este escenario en un año determinado es del 20%.
- 11) **'2100-Escenario medio -TR50'**: inundación por oleaje de periodo de retorno de 50 años en 2045 bajo un escenario intermedio de emisiones de GEIs (RCP4.5) y una subida del nivel del mar de magnitud media (percentil 50). La probabilidad de ocurrencia de este escenario en un año determinado es del 2%.
- 12) **'2100-Escenario extremo-Estructural'**: inundación por pleamar máxima viva equinoccial en 2045 bajo un escenario extremo de emisiones de GEIs (RCP8.5) y una subida del nivel del mar de magnitud

alta (percentil 95). En términos de impactos, la PMVE se trata como 'inundación permanente'. La probabilidad de ocurrencia de este escenario en un año determinado es del 100%.

13) '2100-Escenario extremo-TR5': inundación por oleaje de periodo de retorno de 5 años en 2045 de emisiones de GEIs (RCP8.5) y una subida del nivel del mar de magnitud alta (percentil 95). La probabilidad de ocurrencia de este escenario en un año determinado es del 20%.

14) '2100-Escenario extremo-TR50': inundación por oleaje de periodo de retorno de 50 años en 2045 bajo un escenario extremo de emisiones de GEIs (RCP8.5) y una subida del nivel del mar de magnitud alta (percentil 95). La probabilidad de ocurrencia de este escenario en un año determinado es del 2%.

La erosión estructural se ha cruzado con todos los temas de la base cartográfica de exposición, excepto con la población circulante por carecer este análisis de sentido en el marco de los riesgos. En términos de afecciones y consecuencias, se considera que la vulnerabilidad es siempre máxima en los elementos expuestos a la erosión permanente o estructural, pues implica una situación de embate directo, permanente e irreversible del oleaje contra las estructuras. Esto implica:

- En cuanto a la población, la necesidad de reubicación de las personas.
- En cuanto a los sectores productivos e infraestructuras afectadas, respectivamente, una pérdida total de actividad productiva, y de su valor económico asociado, y una pérdida total de los elementos constructivos, y de su valor económico asociado (stock de capital).
- En cuanto al patrimonio histórico-cultural, una afectación total que obliga a plantear medidas de protección y/o reubicación.
- En cuanto a los ecosistemas y hábitats, así como al patrimonio natural, la pérdida irreversible de las condiciones presentes en las áreas erosionadas.
- En las playas, una pérdida superficial de las mismas que depende, en cada caso, de la relación entre el valor de erosión y la anchura del margen de retroceso de la playa.

La erosión episódica, causada por eventos extremos de oleaje (temporales), de duración limitada y de consecuencias reversibles, se ha analizado exclusivamente en las playas arenosas del archipiélago, obteniéndose valores relativos, porcentuales, de pérdida de playa, para temporales de periodos de retorno de 5 y 50 años. Al contrario que en el retroceso estructural de la línea de costa, para calcular estos porcentajes no se ha tenido en cuenta la capacidad o margen de retroceso de la playa, pues este valor solo tiene sentido respecto al retranqueo gradual de la misma, forzado por la subida del nivel medio del mar.

En general, la erosión tiene un alcance más limitado y consecuencias más leves para el sistema socioeconómico y natural, que lo procesos de inundación. No obstante, como se demuestra a continuación, la erosión de playas arenosas puede tener una gran relevancia tanto económica como ecológica en el archipiélago canario.

5.2.2 RESULTADOS

5.2.2.1 Impactos sobre la población

La población, turística y residente, potencialmente afectada por la erosión estructural (progresiva e irreversible) en 2050 y 2100 es aquella cuya residencia (temporal o permanente) puede verse alcanzada por el retroceso continuado de la línea de costa en estos horizontes temporales. Según los resultados tiene un carácter bastante limitado en el conjunto del archipiélago, aunque puede llegar a ser bastante relevante en ciertas localidades costeras. La afección por erosión estructural aumenta desde un mínimo prácticamente despreciable en el mejor escenario de cambio climático de 2050 (RCP.4.5-P50), hasta un total de 1.942 residentes y 306 turistas en el peor escenario de 2100 (RCP8.5-P95). Conviene señalar que la erosión estructural no supone, a priori, un riesgo para la vida, ya que es un proceso lento y continuado, pero sí la necesidad de reubicación del contingente poblacional afectado.

Los resultados totales para Canarias de los 4 modelos de erosión estructural pueden consultarse en la Tabla 47.

Tabla 47. Afecciones de la erosión costera estructural (permanente) sobre la población residente y turística Canarias.

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	POBLACIÓN RESIDENTE (N)	POBLACIÓN TURÍSTICA (N)
2050	Medio (RCP4.5-P50)	PMVE	7	0
	Extremo (RCP8.5- P95)	PMVE	11	0
2100	Medio (RCP4.5-P50)	PMVE	127	0
	Extremo (RCP8.5- P95)	PMVE	1.942	306

5.2.2.2 Impactos sobre los sectores productivos

Las afecciones del retroceso de la línea de costa sobre el tejido productivo serán de carácter muy limitado en casi todos los sectores, aunque podrán alcanzar dimensiones muy notables en relación a las playas turísticas, entendidas éstas como infraestructuras fundamentales del sector turístico de Canarias.

En cuanto al **sector primario**, el cruce de los 4 modelos con las planimetrías de exposición y vulnerabilidad, arroja las siguientes conclusiones:

- Ninguna explotación ganadera quedará afectada por el retroceso estructural de la línea de costa durante el siglo XXI, por lo que no se observan daños sobre el sector ganadero.
- Tampoco se observan afecciones sobre el sector extractivo en ningún escenario.
- La erosión costera estructural causada por la SNMM tendrá efectos leves en el sector agrícola en el peor escenario de cambio climático hacia finales de siglo (RCP8.5), produciendo una pérdida muy localizada de tierras de cultivos y de su valor económico asociado (11 campos de cultivo en una superficie de 93,7 ha por un valor productivo de 508 mil € y un stock de capital de 93 mil €).

Tabla 48. Impactos de la erosión costera estructural (permanente) sobre el sector primario (agrícola) de Canarias.

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	CAMPOS DE CULTIVO (N)	SUPERFICIE AGRÍCOLA (HA)	STOCK DE CAPITAL (MILES €)	VALOR PRODUCTIVO (MILES €/AÑO)
2050	Medio (RCP4.5-P50)	PMVE	0	0	0	0
	Extremo (RCP8.5- P95)	PMVE	0	0	0	0
2100	Medio (RCP4.5-P50)	PMVE	0	0	0	0
	Extremo (RCP8.5- P95)	PMVE	11	0,04	93,6	508,6

Respecto al **sector secundario**, las afecciones identificadas en los cuatro escenarios de retroceso estructural de la línea de costa pueden resumirse en los siguientes puntos:

- La erosión costera estructural causada por la SNMM no tendrá efectos sobre las instalaciones de producción de energía en Canarias.
- Los efectos sobre las actividades de fabricación y almacenamiento serán prácticamente nulos en los escenarios medio (RCP4.5) y extremo (RCP8.5) a mediados de siglo, pero podrá ser de carácter leve en los escenarios medio y extremo a finales de siglo, contabilizándose un total de 64 elementos

constructivos afectados en una superficie de 0,4 ha y un volumen de 4.496 m³, por valor de 1.027 mil € de stock de capital y de 1.371 mil euros de productividad anual.

Tabla 49. Impactos de la erosión costera estructural (permanente) sobre el sector industrial (fabricación y almacenamiento) de Canarias.

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS (N)	SUPERFICIE CONSTRUIDA (HA)	VOLUMEN CONSTRUIDO (M ³)	STOCK DE CAPITAL (MILES €)	VALOR PRODUCTIVO (MILES €/AÑO)
2050	Medio (RCP4.5-P50)	PMVE	5	<0,1	0	0	356,3
	Extremo (RCP8.5- P95)	PMVE	5	<0,1	0	0	356,3
2100	Medio (RCP4.5-P50)	PMVE	13	0,011	97,6	21,5	579,2
	Extremo (RCP8.5- P95)	PMVE	64	0,424	4.496,6	1.027,7	1.371,7

La erosión de carácter estructural sobre el tejido productivo del **sector terciario** puede considerarse de nuevo en niveles de afección casi despreciables en los escenarios medio y extremo de 2050, pudiendo elevarse hasta niveles significativos en 2100, sobre todo en el escenario extremo RCP8.5. En este se esperan afecciones emergentes sobre 182 elementos constructivos en 1,2 ha y 16.842 m³ de construcciones, por un valor productivo de 33.247 mil € anuales y un stock de capital de 9.935 mil €. De ellos, 61 elementos constructivos, en 0,4 ha, 5.094 m³ de construcciones y 5.226,4 mil € anuales, proceden de la afección directa de la erosión estructural del **sector hotelero** para el escenario RCP8.5 en 2100.

Tabla 50. Impactos de la erosión costera estructural (permanente) sobre el sector servicios de Canarias.

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS (N)	SUPERFICIE CONSTRUIDA (HA)	VOLUMEN CONSTRUIDO (M ³)	STOCK DE CAPITAL (MILES €)	VALOR PRODUCTIVO (MILES €/AÑO)
2050	Medio (RCP4.5-P50)	PMVE	8	<0,1	0	0	0
	Extremo (RCP8.5- P95)	PMVE	8	<0,1	0	0	0
2100	Medio (RCP4.5-P50)	PMVE	32	0,1	1.112,5	1.162,5	6.636,1

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS (N)	SUPERFICIE CONSTRUIDA (HA)	VOLUMEN CONSTRUIDO (M ³)	STOCK DE CAPITAL (MILES €)	VALOR PRODUCTIVO (MILES €/AÑO)
	<i>Extremo (RCP8.5- P95)</i>	<i>PMVE</i>	182	1,2	16.842,4	9.935	33.247,5

Tabla 51. Impactos de la erosión costera estructural (permanente) sobre el sector hotelero Canarias.

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS (N)	SUPERFICIE CONSTRUIDA (HA)	VOLUMEN CONSTRUIDO (M ³)	VALOR PRODUCTIVO (MILES €/AÑO)
2050	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	0	0	0	0
	<i>Extremo (RCP8.5- P95)</i>	<i>PMVE</i>	0	0	0	0
2100	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	2	0,002	5,8	7,9
	<i>Extremo (RCP8.5- P95)</i>	<i>PMVE</i>	61	0,411	5.094,3	5.226,4

Las pérdidas socioeconómicas más importantes en relación con la erosión costera estructural a mediados y finales del siglo XXI, pero también en relación con el conjunto de pérdidas socioeconómicas derivadas del cambio climático en Canarias, son las relacionadas con la erosión de las **playas turísticas**. Por su capacidad para influir en el potencial turístico, en la llegada de turistas y entrada de rentas al archipiélago (ver método de cálculo del valor económico de las playas turísticas en la sección 4.4.3.1.4. Playas turísticas), la pérdida de playas puede acarrear consecuencias muy graves en el sistema socioeconómico de Canarias. En 2050, se estima que 147 playas turísticas puedan quedar afectadas en grados diversos por la erosión estructural. La superficie total perdida en sería del 8,3% en el escenario medio RCP4.5, con un valor productivo asociado de 826.173 mil € anuales, y del 10,6% en el escenario extremo RCP8.5, con un valor productivo asociado de 1.069.095 mil € anuales. En 2100 el número de playas afectadas ascendería a 150 en RCP4.5 y a 153 en RCP8.5, con una superficie global afectada de 29,5% y 45,2%, respectivamente. La pérdida directa de riqueza productiva a causa de la erosión permanente e irreversible de playas turísticas en 2100, se ha estimado en 2.940.324 mil € anuales en RCP4.5 y en 4.520.910 mil € anuales en RCP8.5 (casi un 10% del PIB de Canarias).

Tabla 52. Impactos de la erosión costera estructural (permanente) sobre las playas turísticas de Canarias.

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	PLAYAS TURÍSTICAS (N)	SUPERFICIE PERDIDA (%)	VALOR PRODUCTIVO (MILES €/AÑO)
2050	Medio (RCP4.5-P50)	PMVE	147	8,3	826.173
	Extremo (RCP8.5- P95)	PMVE	147	10,6	1.069.095
2100	Medio (RCP4.5-P50)	PMVE	150	29,5	2.940.324
	Extremo (RCP8.5- P95)	PMVE	153	45,2	4.520.910

5.2.2.3 Impactos sobre las infraestructuras y equipamientos

La erosión estructural tendrá, con carácter general, efectos muy puntuales sobre las infraestructuras y equipamientos de Canarias en 2050 y 2100. No obstante, debido a su carácter irreversible, deberá tenerse en cuenta su severidad en aquellas localizaciones donde se hayan identificado. Los resultados totales se recogen íntegramente en la **Tabla 53** y se resumen en los siguientes puntos:

- Las afecciones de erosión costera permanente sobre el **tejido residencial** pueden considerarse casi despreciables en los escenarios medio y extremo de 2050, pudiendo elevarse hasta niveles significativos en 2100, sobre todo en el escenario extremo RCP8.5. En RCP4.5 de 2100 se esperan afecciones emergentes sobre 102 elementos constructivos en 0,4 ha y 4.076 m³ de construcciones residenciales, por un stock de capital de 2.149 mil €. En el escenario extremo RCP8.5 de 2100, las pérdidas alcanzarán a 569 elementos constructivos, en 3,5 ha y 39.292 m³ de construcciones, por un stock de capital de 18.930 mil €.
- Las afecciones detectadas de la erosión costera permanente sobre la **infraestructura sanitaria y asistencial** serán inexistentes en 2050 y de carácter muy leve (sin afectar infraestructuras críticas como hospitales) en 2100. La previsión máxima de pérdidas en RCP8.5 en 2100, afecta a 17 elementos constructivos sanitarios, en 0,1 ha, 850 m³ y 20,6 mil € de stock de capital.
- Al igual que en el caso anterior, las afecciones detectadas de la erosión costera permanente sobre la **infraestructura educativa y sociocultural** de Canarias, son inexistentes en 2050 y de carácter muy leve en 2100. La previsión máxima de pérdidas en RCP8.5 en 2100, afecta a 1 elementos constructivo de tipo educativo, en 0,03 ha, 203 m³ y 54,9 mil € de stock de capital.
- Las afecciones sobre la **infraestructura deportiva** de Canarias son levemente mayores que en los casos anteriores, pero sin alcanzar tampoco carácter de gravedad ni amplitud general. La previsión máxima

de pérdidas en RCP8.5 en 2100, involucra 36 elementos constructivos de la infraestructura deportiva, en 0,2 ha, 1.003 m³ construidos, y 62,6 mil € de stock de capital. Desde dicho escenario, las estimaciones de pérdidas por erosión estructural en Canarias bajan hasta ser casi despreciables en el escenario RCP4.5 de 2050.

- Los impactos de la erosión estructural en la **infraestructura religiosa** de Canarias serán inexistentes o de un grado casi inapreciables durante el siglo XXI, involucrando 4 elementos constructivos religiosos en 0,01 ha, 83,1 m³ de construcciones y 17,6 mil € de stock de capital.
- Los impactos sobre los **complejos singulares** son asimismo inexistentes o casi inapreciables hasta el escenario RCP8.5 de 2100, donde se limitará a pérdidas en 15 elementos constructivos, en 0,08 ha, 259 m³ de construcciones y 7,3 mil € de valor de stock.
- Podrán surgir daños emergentes de carácter puntual en 2100 sobre la infraestructura de **abastecimiento y tratamiento de aguas**, en un total 3 elementos constructivos, en 0,01 ha y 21,3 m³ en RCP8.5 y de **suministro eléctrico**, en un total 9 elementos constructivos, en 0,09 ha y 303 m³ en RCP8.5).
- Las afecciones sobre las **infraestructuras de transporte terrestre** podrán alcanzar una amplitud moderada en el peor escenario de 2050, con 4,4 ha de superficie construida afectadas, y relativamente elevada en el peor escenario de 2100, con 195 elementos constructivos y 88,8 ha de superficie afectadas.
- Los **espacios públicos abiertos** (plazas, paseos, aceras, jardines) podrán sufrir impactos leves en 2050 e impactos que podrán tener un mayor alcance en 2100 bajo el escenario RCP8.5 (326 elementos constructivos en 4,8 ha de suelo construido).
- Respecto al suelo urbanizable, se ha estimado que la erosión costera pueda afectar a una superficie de 7,8 ha en el peor escenario de 2100.

Tabla 53. Impactos de la erosión costera estructural (permanente) sobre las infraestructuras de Canarias.

INFRAESTRUCTURA	HT	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS (N)	SUPERFICIE CONSTRUIDA (HA)	VOLUMEN CONSTRUIDO (M ³)	STOCK DE CAPITAL (MILES €)
Residencial	2050	Medio (RCP4.5-P50)	PMVE	8	0,004	34,5	16,1
		Extremo (RCP8.5- P95)	PMVE	10	0,006	46,5	20,8
	2100	Medio (RCP4.5-P50)	PMVE	102	0,4	4.076	2.149
		Extremo (RCP8.5- P95)	PMVE	569	3,4	39.292	18.930
Sanitaria	2050	Medio (RCP4.5-P50)	PMVE	0	0	0	0
		Extremo (RCP8.5- P95)	PMVE	0	0	0	0
	2100	Medio (RCP4.5-P50)	PMVE	2	0,002	5,8	0,1
		Extremo (RCP8.5- P95)	PMVE	17	0,1	850,8	20,6
Educativa	2050	Medio (RCP4.5-P50)	PMVE	0	0	0	0
		Extremo (RCP8.5- P95)	PMVE	0	0	0	0
	2100	Medio (RCP4.5-P50)	PMVE	1	0,008	53,1	14,3
		Extremo (RCP8.5- P95)	PMVE	1	0,03	203,6	54,9
Deportiva	2050	Medio (RCP4.5-P50)	PMVE	5	0,005	0	1,3
		Extremo (RCP8.5- P95)	PMVE	6	0,01	1,14	2,2
	2100	Medio (RCP4.5-P50)	PMVE	13	0,1	121	40,4
		Extremo (RCP8.5- P95)	PMVE	36	0,3	1.003	62,6
Religiosa	2050	Medio (RCP4.5-P50)	PMVE	0	0	0	0
		Extremo (RCP8.5- P95)	PMVE	0	0	0	0
	2100	Medio (RCP4.5-P50)	PMVE	0	0	0	0
		Extremo (RCP8.5- P95)	PMVE	4	0,01	83,1	17,6

INFRAESTRUCTURA	HT	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS (N)	SUPERFICIE CONSTRUIDA (HA)	VOLUMEN CONSTRUIDO (M ³)	STOCK DE CAPITAL (MILES €)
<i>Singulares</i>	2050	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	0	0	0	0
		<i>Extremo (RCP8.5-P95)</i>	<i>PMVE</i>	0	0	0	0
	2100	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	1	0,02	12,2	1,4
		<i>Extremo (RCP8.5-P95)</i>	<i>PMVE</i>	15	0,08	295,9	7,3
<i>Abastecimiento aguas</i>	2050	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	0	0	0	-
		<i>Extremo (RCP8.5-P95)</i>	<i>PMVE</i>	0	0	0	-
	2100	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	1	0,002	5,3	-
		<i>Extremo (RCP8.5-P95)</i>	<i>PMVE</i>	3	0,01	21,3	-
<i>Suministro eléctrico</i>	2050	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	0	0	0	-
		<i>Extremo (RCP8.5-P95)</i>	<i>PMVE</i>	0	0	0	-
	2100	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	3	0,01	1,9	-
		<i>Extremo (RCP8.5-P95)</i>	<i>PMVE</i>	9	0,09	303,1	-
<i>Espacios públicos abiertos</i>	2050	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	10	0,006	-	-
		<i>Extremo (RCP8.5-P95)</i>	<i>PMVE</i>	13	0,01	-	-
	2100	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	76	0,7	-	-
		<i>Extremo (RCP8.5-P95)</i>	<i>PMVE</i>	326	4,8	-	-
<i>Transporte terrestre</i>	2050	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	9	4,3	-	-
		<i>Extremo (RCP8.5-P95)</i>	<i>PMVE</i>	10	4,4	-	-
	2100	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>	50	32,4	-	-
		<i>Extremo (RCP8.5-P95)</i>	<i>PMVE</i>	195	88,8	-	-
<i>Suelo urbano libre</i>	2050	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>PMVE</i>		0	-	0

INFRAESTRUCTURA	HT	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS (N)	SUPERFICIE CONSTRUIDA (HA)	VOLUMEN CONSTRUIDO (M ³)	STOCK DE CAPITAL (MILES €)
Suelo urbanizable	2100	Extremo (RCP8.5- P95)	PMVE	-	0	-	0
		Medio (RCP4.5- P50)	PMVE	-	0,1	-	126
		Extremo (RCP8.5- P95)	PMVE	-	0,7	-	1131,2
	2050	Medio (RCP4.5- P50)	PMVE	-	0,2	-	-
		Extremo (RCP8.5- P95)	PMVE	-	0,3	-	-
	2100	Medio (RCP4.5- P50)	PMVE	-	2,5	-	-
Extremo (RCP8.5- P95)		PMVE	-	7,8	-	-	

5.2.2.4 Impactos sobre el patrimonio

El aspecto evaluado en este apartado son los Bienes de Interés Cultural, ya que los efectos permanentes sobre los elementos del patrimonio natural se consideran ya evaluados con las inundaciones por PMVE.

Como se ha hecho con otros elementos de interés, este estudio ha evaluado del alcance de los procesos de erosión costera estructural, que es progresiva e irreversible, sobre los Bienes de Interés Cultural de Canarias. Los Bienes de Interés Cultural (BICs) son plenamente vulnerables al avance de los procesos erosivos en las costas, hasta el punto de que pueden verse en grave peligro de degradación y pérdida en caso de ser alcanzados por estos. Los resultados obtenidos indican la presencia una cantidad no despreciable de Bienes de Interés Cultural ubicados en el radio de afección del retroceso de la línea de costa, según los modelos desarrollados para el siglo XXI. En 2050, en el escenario RCP4.5 podrá haber 11 BICs parcialmente afectados por erosión en Canarias, a lo largo de 0,03 ha de superficie, mientras que, en el escenario más pesimista, RCP8.5, la cifra podrá ascender a 14 BICs a lo largo 0,03 ha de superficie. En 2100, en el escenario RCP4.5 podrá haber hasta 16 BICs parcialmente afectados por erosión en Canarias, a lo largo de 0,4ha de superficie, mientras que, en el escenario más pesimista, RCP8.5, la cifra podrá ascender a 14 BICs a lo largo 1,5 ha de superficie.

Tabla 54. Impactos de la erosión costera estructural sobre los Bienes de Interés Cultural de Canarias.

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMATICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	BICS (N)	SUPERFICIE (HA)
2050	Medio (RCP4.5-P50)	PMVE	11	0,03
	Extremo (RCP8.5- P95)	PMVE	14	0,05
2100	Medio (RCP4.5-P50)	PMVE	16	0,4
	Extremo (RCP8.5- P95)	PMVE	21	1,5

5.2.2.5 Impactos sobre los hábitats y ecosistemas

Los impactos de la erosión costera de tipo estructural han sido evaluados sobre 1.087 tramos de playas de todo el archipiélago canario, incluyendo aquí playas de arena y callaos, tanto turísticos como no turísticos. Sin embargo, los efectos de los episodios eventuales de erosión (los producidos por temporales) solo han sido modelizados y evaluados sobre las playas de arena (en un total de 639 tramos).

La superficie total de playas que se estima pueda perderse en Canarias con el avance progresivo y permanente (estructural) de la erosión por SNMM durante el siglo XXI, asciende al 9,6% en el escenario RCP4.5 de 2050, al 11,9% en el RCP8.5 de 2050, al 30,4% en el RCP4.5 de 2100 y al 44,5% (casi la mitad de la superficie total de playas en Canarias) en el escenario RCP8.5 de 2100. La gravedad de estas pérdidas de superficie radica en su carácter permanente e irreversible.

Teniendo en cuenta los episodios erosivos de carácter eventual, las cifras pueden incrementarse notablemente. Para temporales de periodo de retorno de 5 años (Tr5), la superficie total de playas que se estima pueda perderse temporalmente (hasta su probable recuperación estacional) asciende al 49,6% en el escenario RCP4.5 de 2050, al 50,4% en el RCP8.5 de 2050, al 66,1% en el RCP4.5 de 2100 y al 76,7% (casi la mitad de la superficie total de playas en Canarias) en el escenario RCP8.5 de 2100. Para temporales de periodo de retorno de 50 años (Tr50), esta superficie asciende al 62,7% en el escenario RCP4.5 de 2050, al 63,6% en el RCP8.5 de 2050, al 75,1% en el RCP4.5 de 2100 y al 82,2% en el escenario RCP8.5 de 2100.

Tabla 55. Impactos de la erosión costera estructural (por SNMM) y episódica (por temporales) sobre las playas de Canarias.

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	PLAYAS AFECTADAS (N)	SUPERFICIE PERDIDA (%)
2050	Medio (RCP4.5-P50)	SNMM	799	9,6
		Tr5	617	49,6
		Tr50	617	62,7
	Extremo (RCP8.5- P95)	SNMM	799	11,9
		Tr5	618	50,4
		Tr50	625	63,6
2100	Medio (RCP4.5-P50)	SNMM	898	30,4
		Tr5	625	66,1
		Tr50	629	75,1
	Extremo (RCP8.5- P95)	SNMM	920	44,5
		Tr5	629	76,7
		Tr50	629	82,2

Tabla 56. Relación completa de las pérdidas superficiales (%) en las playas de Canarias a causa de la erosión costera estructural (por SNMM) en 2050 y 2100.

ISLA	MUNICIPIO	NOMBRE	2050		2100	
			CC MEDIO (RCP4.5-P50)	CC EXTREMO (RCP8.5-P95)	CC MEDIO (RCP4.5-P50)	CC EXTREMO (RCP8.5-P95)
EL HIERRO	EL PINAR	LAJA DE ORCHILLA	0,0	0,0	0,0	0,5
	EL PINAR	PLAYA BRAVA	4,1	9,0	18,0	26,1
	EL PINAR	PLAYA DE ICOTA	4,1	5,0	15,0	26,3
	EL PINAR	PLAYA DE LAS COLORADAS	0,0	0,0	7,0	12,0
	EL PINAR	PLAYA DE LOS JORADITOS	6,5	10,0	20,0	41,8
	EL PINAR	PLAYA DE LOS MOLES	0,0	0,0	3,0	5,5
	EL PINAR	PLAYA DE MIGUEL	0,0	0,0	8,0	18,0
	EL PINAR	PLAYA DE PUERTO NAOS	5,7	9,0	17,7	36,3
	EL PINAR	PLAYA DEL POZO	0,0	0,0	5,0	8,3
	EL PINAR	PLAYA LA RESTINGA	13,3	16,0	47,0	85,4
	FRONTERA	CHARCO DE LA LAJA	3,2	4,0	13,0	20,3
	FRONTERA	PLAYA DE ARENAS BLANCAS	2,1	3,0	7,0	13,7
	FRONTERA	PLAYA DE JUAN ESPINOSA	0,0	0,0	8,0	16,3
	FRONTERA	PLAYA DE LA TABLA	0,0	0,0	11,0	14,7
	FRONTERA	PLAYA DE LOS BUCIOS	1,8	3,0	6,0	11,5
	FRONTERA	PLAYA DE LOS CORRALES	0,0	0,0	4,0	5,9
	FRONTERA	PLAYA DE LOS GORANDES	0,0	0,0	8,0	11,0
	FRONTERA	PLAYA DE LOS NEGROS	2,2	4,5	8,5	14,3
	FRONTERA	PLAYA DE LOS PALOS	0,0	0,0	0,0	0,7
	FRONTERA	PLAYA DEL CANTADAL	5,9	9,0	23,0	37,7
	FRONTERA	PLAYA DEL MULATO	0,0	0,0	15,0	20,3
	FRONTERA	PLAYA DEL PILOTO	8,4	11,0	29,5	54,2
	FRONTERA	PLAYA DEL RIO	0,0	0,0	4,0	6,1
	FRONTERA	PLAYA EL VERODAL	4,1	5,0	15,0	26,4
	FRONTERA	PLAYA LA MADERA	0,0	0,0	8,0	11,5
	FRONTERA	PUNTA GRANDE	12,4	22,0	44,0	79,4
	VALVERDE	CHARCO MANSO	10,2	12,0	36,0	65,7
	VALVERDE	EL TAMADUSTE	23,1	40,0	80,0	100,0
	VALVERDE	LAS PLAYAS	6,0	9,0	37,0	65,5
	VALVERDE	LAS PLAYECITAS	3,6	6,0	12,0	22,8
	VALVERDE	PLAYA DE ADENTRO	1,9	2,0	7,0	12,0
	VALVERDE	PLAYA DE AGACHE	0,0	0,0	10,0	13,8
	VALVERDE	PLAYA DE LAS CALCOSAS	3,8	5,0	14,0	24,6
VALVERDE	PLAYA DE LOS CARDONES	1,6	2,0	7,0	10,4	
VALVERDE	PLAYA DE TIJERETAS	2,4	4,0	8,0	15,3	
VALVERDE	PLAYA DE TIMIJIRAQUE	14,1	17,0	51,0	92,7	
VALVERDE	PLAYA DEL SALTO	0,0	0,0	9,5	16,8	
FUERTEVENTURA	ANTIGUA	PLAYA DE LA ENSENADA DE VALLE CORTO	12,2	14,0	46,0	78,8
	ANTIGUA	PLAYA DE LAS CHOPAS	8,4	12,0	35,0	53,2
	ANTIGUA	PLAYA DE LEANDRO	2,4	4,0	8,0	17,7
	ANTIGUA	PLAYA DE SALINAS DEL CARMEN	2,6	5,0	20,0	40,2
	ANTIGUA	PLAYA EL CASTILLO / CALETA DE FUSTE	15,1	20,0	55,0	97,5
	ANTIGUA	PLAYA EL MUELLITO / SALINAS	13,4	14,0	47,0	88,6
	ANTIGUA	PLAYA LA GUIRRA	18,3	24,0	65,0	100,0
	ANTIGUA	PLAYA MAJADA CABRAS	0,0	0,0	88,0	100,0

ISLA	MUNICIPIO	NOMBRE	2050		2100	
			CC MEDIO (RCP4.5-P50)	CC EXTREMO (RCP8.5-P95)	CC MEDIO (RCP4.5-P50)	CC EXTREMO (RCP8.5-P95)
	BETANCURIA	PLAYA DEL VALLE / AGUAS VERDES	11,8	14,0	43,0	68,9
	LA OLIVA	PASO DE LA LAJA	3,4	4,0	14,0	17,1
	LA OLIVA	CALERA DEL BARCO	0,0	0,0	3,0	3,3
	LA OLIVA	PLAYA BAJO DE LA BURRA	0,0	0,0	1,0	2,5
	LA OLIVA	PLAYA CORRALEJO VIEJO	11,6	16,0	43,0	72,7
	LA OLIVA	PLAYA CORTIJO EL PEÑÓN	69,1	90,0	100,0	100,0
	LA OLIVA	PLAYA DE ESQUINZO	2,3	2,0	9,0	11,6
	LA OLIVA	PLAYA DE LA CALDERA DE LA MONTAÑA	5,1	6,0	18,0	32,0
	LA OLIVA	PLAYA DE LA CAZUELA	11,7	12,0	43,0	73,7
	LA OLIVA	PLAYA DE LOS MALLORQUINES	2,1	2,0	9,0	10,9
	LA OLIVA	PLAYA DE TEBETO	9,3	11,0	32,0	52,7
	LA OLIVA	PLAYA DEL SOBRADO	7,1	9,0	26,0	44,5
	LA OLIVA	PLAYA EL ALJIBE DE LA CUEVA	9,4	10,4	27,8	39,9
	LA OLIVA	PLAYA EL CASERON	0,0	0,0	14,0	37,6
	LA OLIVA	PLAYA EL CASTILLO	6,1	7,8	23,6	37,4
	LA OLIVA	PLAYA EL JABLITO	29,6	37,0	100,0	100,0
	LA OLIVA	PLAYA EL ROSADERO	6,3	9,0	23,0	41,4
	LA OLIVA	PLAYA EL VERIL DE SANTIAGO	2,0	3,0	7,0	12,4
	LA OLIVA	PLAYA LA ARENA	10,2	13,0	37,0	65,0
	LA OLIVA	PLAYA LA BAJA DEL DINERO	4,4	6,0	17,0	27,9
	LA OLIVA	PLAYA LA ROFERA	3,4	6,0	12,0	21,4
	LA OLIVA	PLAYA LA ROFERA DE BARLOVENTO	2,9	3,0	10,0	18,4
	LA OLIVA	PLAYA LAS AGUJAS	5,1	5,0	16,0	28,4
	LA OLIVA	PLAYA LAS CLAVELLINAS	24,9	33,0	89,0	100,0
	LA OLIVA	PLAYA LOS LAGOS O MARFOLÍN	100,0	100,0	100,0	100,0
	LA OLIVA	PLAYA LOS VERILITOS	9,4	12,0	34,0	59,2
	LA OLIVA	PLAYA MUELLE CHICO	21,1	25,0	76,0	100,0
	LA OLIVA	PLAYA PUNTA DE LA BAJA DEL DINERO	8,9	11,0	32,0	55,9
	LA OLIVA	PLAYA PUNTA PRIETA	22,1	27,3	76,7	98,9
	LA OLIVA	PLAYITA DEL PORIS	0,5	1,0	2,0	3,0
	PÁJARA	PLAYA AJUÍ	4,2	6,0	15,0	24,8
	PÁJARA	PLAYA DE AMANAY	7,8	5,0	25,0	35,7
	PÁJARA	PLAYA DE BARLOVENTO	10,2	11,5	33,7	54,6
	PÁJARA	PLAYA DE BUTIHONDO	10,8	14,8	40,3	54,8
	PÁJARA	PLAYA DE COFETE	0,3	0,3	1,0	1,6
	PÁJARA	PLAYA DE COSTA CALMA	18,9	24,3	68,0	99,1
	PÁJARA	PLAYA DE ESQUINZO	24,1	33,0	81,0	100,0
	PÁJARA	PLAYA DE JUAN GÓMEZ	3,3	4,0	20,0	31,0
	PÁJARA	PLAYA DE LA JAQUETA	0,0	0,0	5,0	9,9
	PÁJARA	PLAYA DE LA LAJITA	5,4	6,0	18,0	34,1
	PÁJARA	PLAYA DE LA PARED	4,8	6,0	14,0	22,2

ISLA	MUNICIPIO	NOMBRE	2050		2100	
			CC MEDIO (RCP4.5-P50)	CC EXTREMO (RCP8.5-P95)	CC MEDIO (RCP4.5-P50)	CC EXTREMO (RCP8.5-P95)
	PÁJARA	PLAYA DE LA SEÑORA	7,3	9,0	30,0	53,1
	PÁJARA	PLAYA DE LA TURBIA	45,1	57,0	100,0	100,0
	PÁJARA	PLAYA DE LAS COLORADAS	12,9	17,0	55,0	90,4
	PÁJARA	PLAYA DE LAS SALINAS	10,2	12,0	38,7	60,9
	PÁJARA	PLAYA DE MORROJABLE	11,6	15,3	46,9	72,4
	PÁJARA	PLAYA DE OJOS	0,0	0,0	3,0	3,6
	PÁJARA	PLAYA DE PUERTO RICO	5,2	6,0	23,0	39,3
	PÁJARA	PLAYA DE TERIFE	6,4	8,0	21,0	32,9
	PÁJARA	PLAYA DE UGÁN	16,7	17,0	59,0	92,7
	PÁJARA	PLAYA DE VIGOCHO	4,4	5,0	15,0	24,9
	PÁJARA	PLAYA DEL MATORRAL	6,8	8,9	26,3	39,9
	PÁJARA	PLAYA DEL VIEJO REY	6,6	8,0	22,0	37,9
	PÁJARA	PLAYA EL PUERTITO	3,2	3,6	12,5	20,6
	PÁJARA	PLAYA ESMERALDA	11,7	15,0	43,0	76,8
	PÁJARA	PLAYA JUNQUILLO	54,4	66,0	100,0	100,0
	PÁJARA	PLAYA LA BARCA	0,2	0,2	6,2	7,5
	PÁJARA	PLAYA LA RAJITA	7,5	11,0	34,0	55,6
	PÁJARA	PLAYA LAJA DEL CORRAL	6,3	12,0	35,0	58,7
	PÁJARA	PLAYA LOS CANARIOS	8,3	11,4	31,2	40,0
	PÁJARA	PLAYA LOS CHIGÜIGOS	25,3	31,0	90,0	100,0
	PÁJARA	PLAYA MATAS BLANCAS	0,5	0,8	2,5	4,7
	PÁJARA	PLAYA PIEDRAS CAIDAS	37,2	51,7	100,0	100,0
	PÁJARA	PLAYA PUNTA DEL VIENTO	10,3	11,0	44,0	75,9
	PÁJARA	PLAYA RISCO DEL PASO	44,7	55,0	100,0	100,0
	PÁJARA	PLAYA ROQUE DEL MORO	16,2	19,5	47,5	69,5
	PÁJARA	PLAYAS NEGRAS	0,9	1,0	3,0	5,4
	PUERTO DEL ROSARIO	PLAYA BLANCA	100,0	100,0	100,0	100,0
	PUERTO DEL ROSARIO	PLAYA CHICA	6,9	9,0	25,3	45,1
	PUERTO DEL ROSARIO	PLAYA DE LOS MOLINOS	30,6	38,0	100,0	100,0
	PUERTO DEL ROSARIO	PLAYA DE LOS MOZOS	0,0	0,0	20,0	44,1
	PUERTO DEL ROSARIO	PLAYA PUERTO LAJAS	5,9	7,8	20,5	38,3
	TUINEJE	CALA DE LAS PLAYAS	9,0	9,5	36,0	73,0
	TUINEJE	PLAYA DE LOS JAMES	0,0	0,0	10,0	21,5
	TUINEJE	PLAYA DE LOS POBRES	0,0	0,0	7,0	8,7
	TUINEJE	PLAYA DEL ACEITUNO	16,1	21,0	64,0	100,0
	TUINEJE	PLAYA GRAN TARAJAL	1,9	3,0	9,5	17,3
	TUINEJE	PLAYA TARAJALEJO	12,4	16,3	46,3	75,1
GRAN CANARIA	AGAETE	PLAYA DE FANEROQUE	15,7	20,0	57,0	99,2
	AGAETE	PLAYA DE GUAYEDRA	16,5	21,0	61,0	100,0
	AGAETE	PLAYA DE LA CALETA	14,2	16,0	47,0	89,8

ISLA	MUNICIPIO	NOMBRE	2050		2100	
			CC MEDIO (RCP4.5-P50)	CC EXTREMO (RCP8.5-P95)	CC MEDIO (RCP4.5-P50)	CC EXTREMO (RCP8.5-P95)
	AGAETE	PLAYA DE LA SALINILLA	0,0	0,0	5,0	6,2
	AGAETE	PLAYA DE LOS PEÑONCILLOS	7,2	14,0	27,0	45,7
	AGAETE	PLAYA DE SOTAVENTO	0,0	0,0	6,0	8,1
	AGAETE	PLAYA DEL CUERVO	0,0	0,0	7,0	9,5
	AGAETE	PLAYA DEL MUELLE	11,8	17,0	45,0	74,9
	AGAETE	PLAYA LAS SALINAS	7,6	8,0	29,0	48,0
	AGÜIMES	PLAYA DE ARINAGA	12,4	16,0	42,0	78,8
	AGÜIMES	PLAYA DE LOS TRES PEOS	8,3	11,0	29,0	51,9
	AGÜIMES	PLAYA DEL CABRÓN	17,3	20,0	59,0	100,0
	ARTENARA	PLAYA DE LA VIRGEN	0,0	0,0	12,0	16,2
	ARTENARA	PLAYA DE LAS ARENAS	31,1	40,0	100,0	100,0
	ARUCAS	PLAYA DE QUINTANILLA	18,8	23,0	68,0	100,0
	ARUCAS	PLAYA DE SAN ANDRÉS	15,4	20,1	55,6	84,5
	ARUCAS	PLAYA DE TINOCA	0,0	0,0	20,0	25,8
	ARUCAS	PLAYA DEL PUERTILLO	13,2	16,0	44,0	76,7
	ARUCAS	PLAYA LA FUENTE	4,4	6,0	16,0	28,1
	ARUCAS	PLAYA LAS COLORADAS	0,0	0,0	7,0	9,0
	ARUCAS	PLAYA LOS MARRAJOS	13,9	17,0	50,0	87,8
	GÁLDAR	CHARCO DEL ESPEJO	0,0	0,0	8,0	9,9
	GÁLDAR	PASO DEL SALGO	32,8	39,0	100,0	100,0
	GÁLDAR	PLAYA DE BOCABARRANCO	7,7	8,0	27,0	44,6
	GÁLDAR	PLAYA DE CALETA DE ABAJO	5,0	6,0	18,0	31,4
	GÁLDAR	PLAYA DE LOS DOS ROQUES	12,2	13,0	40,0	69,3
	GÁLDAR	PLAYA DE SARDINA	6,1	9,0	22,0	38,6
	GÁLDAR	PLAYA DEL LAGARTO	22,1	26,0	79,0	100,0
	GÁLDAR	PLAYA DEL MUELLE DEL AGUJERO	23,4	28,0	84,0	100,0
	GÁLDAR	PLAYA EL MUELLE	15,4	22,0	59,0	97,6
	GÁLDAR	PLAYA EL PUENTILLO	3,2	4,0	13,0	20,1
	GÁLDAR	PLAYA EL ROQUETE	25,4	30,0	91,0	100,0
	GÁLDAR	PLAYA RISCO PARTIDO	0,0	0,0	13,0	17,6
	GÁLDAR	PUNTA DEL FARO	3,6	4,0	12,0	23,1
	INGENIO	PLAYA DE LAS TORRECILLAS	5,2	2,3	16,0	32,8
	INGENIO	PLAYA DE SAN AGUSTÍN	6,1	10,0	19,0	38,8
	INGENIO	PLAYA DEL BURRERO	8,8	9,0	32,0	55,4
	INGENIO	PLAYA DEL SALMÓN	1,6	2,0	6,0	10,5
	LA ALDEA DE SAN NICOLÁS	PLAYA DE ENMEDIO	1,7	2,0	14,0	22,0
	LA ALDEA DE SAN NICOLÁS	PLAYA DE GÜIGÜÍ CHICO	2,5	3,0	13,0	22,1
	LA ALDEA DE SAN NICOLÁS	PLAYA DE GÜIGÜÍ GRANDE	5,1	8,0	27,0	44,0
	LA ALDEA DE SAN NICOLÁS	PLAYA DE JUAN EL CHICO	0,0	0,0	5,0	7,0
	LA ALDEA DE SAN NICOLÁS	PLAYA DE LAS ANEAS	3,4	3,0	12,0	21,7
	LA ALDEA DE SAN NICOLÁS	PLAYA DE PEÑÓN BERMEJO	1,9	2,0	7,0	13,4

ISLA	MUNICIPIO	NOMBRE	2050		2100	
			CC MEDIO (RCP4.5-P50)	CC EXTREMO (RCP8.5-P95)	CC MEDIO (RCP4.5-P50)	CC EXTREMO (RCP8.5-P95)
	LA ALDEA DE SAN NICOLÁS	PLAYA DE RAMOS	3,9	6,0	12,0	24,5
	LA ALDEA DE SAN NICOLÁS	PLAYA DE TASARICO	3,3	6,0	17,0	30,8
	LA ALDEA DE SAN NICOLÁS	PLAYA DEL ÁMBAR	4,6	7,0	25,0	43,3
	LA ALDEA DE SAN NICOLÁS	PLAYA DEL REBELAJE	10,2	10,0	39,0	63,8
	LA ALDEA DE SAN NICOLÁS	PLAYA EL PUERTO	0,0	0,0	3,0	3,4
	LA ALDEA DE SAN NICOLÁS	PLAYA LA CALETILLA	0,0	0,0	5,0	9,8
	LA ALDEA DE SAN NICOLÁS	PLAYILLA DEL BALO	3,9	4,0	15,0	24,7
	LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	LOS MUELLITOS	3,6	5,0	15,0	23,0
	LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	PLAYA CALETA DE ARRIBA	5,5	5,0	21,0	34,4
	LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	PLAYA CARDOSA	1,7	2,0	6,0	10,5
	LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	PLAYA DE AGUADULCE	7,7	11,0	27,0	48,9
	LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	PLAYA DE LA FACTORÍA	11,9	15,0	46,0	75,5
	LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	PLAYA DE LA LAJA	9,4	11,5	33,0	58,8
	LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	PLAYA DE LA PUNTILLA	7,1	9,0	24,0	44,9
	LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	PLAYA DE LAS ALCARAVANERAS	3,3	4,0	11,0	17,7
	LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	PLAYA DE LAS CANTERAS	15,7	19,3	54,8	86,2
	LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	PLAYA DE LOS NIDILLOS	26,6	34,0	93,0	100,0
	LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	PLAYA DE SAN CRISTÓBAL	9,3	12,0	36,0	58,6
	LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	PLAYA DEL CABRÓN	9,7	12,0	35,0	61,2
	LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	PLAYA DEL CERNICALO	36,3	46,0	100,0	100,0
	LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	PLAYA DEL RINCÓN	0,0	0,0	2,0	2,7
	LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	PLAYA DEL ROQUE CENICIENTO	2,5	3,0	9,0	15,7
	LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	PLAYA EL CONFITAL	4,4	5,0	16,0	28,0
	LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	PLAYA GRANDE	5,6	7,0	20,0	35,3
	LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	PLAYA LA CICER	20,7	26,5	72,5	100,0
	MOGÁN	PLAYA DE AMADORES	1,4	2,0	7,0	13,4
	MOGÁN	PLAYA DE ANFI	1,7	2,0	12,0	18,3
	MOGÁN	PLAYA DE LA LAJILLA	1,7	3,0	10,0	17,9
	MOGÁN	PLAYA DE LA PUNTILLA	1,8	5,0	15,0	24,7
	MOGÁN	PLAYA DE LOS FRAILES	4,2	6,0	22,0	35,9
	MOGÁN	PLAYA DE LOS SECOS	4,8	7,0	22,0	36,9
	MOGÁN	PLAYA DE MOGAN	0,0	0,0	19,0	33,8
	MOGÁN	PLAYA DE PUERTO RICO	5,3	7,0	23,0	39,6
	MOGÁN	PLAYA DE TAURITO	4,5	7,0	22,0	38,0
	MOGÁN	PLAYA DE TAURO	5,4	7,0	27,0	45,0
	MOGÁN	PLAYA DEL CERRILLO	5,4	7,0	21,0	33,9
	MOGÁN	PLAYA DEL CURA	7,8	13,0	46,0	72,7
	MOGÁN	PLAYA DEL PARCHEL	5,5	9,0	18,0	34,8
	MOGÁN	PLAYA LA CARRERA	2,4	3,0	16,0	25,3
	MOGÁN	PLAYA LAS MARAÑUELAS	22,2	32,0	100,0	100,0
	MOGÁN	PLAYA PATALAVACA	3,1	5,5	20,5	35,7

ISLA	MUNICIPIO	NOMBRE	2050		2100	
			CC MEDIO (RCP4.5-P50)	CC EXTREMO (RCP8.5-P95)	CC MEDIO (RCP4.5-P50)	CC EXTREMO (RCP8.5-P95)
	MOGÁN	PLAYA TIRITAÑA	3,9	4,0	15,0	24,6
	MOYA	PLAYA BOQUINI	17,4	23,8	61,8	92,3
	MOYA	PLAYA EL ALTILLO	10,4	12,0	37,0	66,0
	MOYA	PLAYA EL ROQUE	3,4	5,0	15,0	21,7
	MOYA	PLAYA PAGADOR	12,3	17,0	45,0	77,8
	MOYA	PLAYA SAN LORENZO	8,8	12,0	36,0	55,2
	SAN BARTOLOMÉ DE TIRAJANA	PLAYA BAHÍA FELIZ	29,8	31,0	100,0	100,0
	SAN BARTOLOMÉ DE TIRAJANA	PLAYA DE LA TABAIBITA	4,4	6,8	21,3	38,8
	SAN BARTOLOMÉ DE TIRAJANA	PLAYA DE LAS BURRAS	6,7	9,1	26,3	48,0
	SAN BARTOLOMÉ DE TIRAJANA	PLAYA DE LAS BURRAS	5,4	7,0	22,5	38,8
	SAN BARTOLOMÉ DE TIRAJANA	PLAYA DE LOS TÁRTAGOS	2,7	3,0	10,7	23,4
	SAN BARTOLOMÉ DE TIRAJANA	PLAYA DE MONTAÑA DE ARENA	3,2	5,0	19,0	32,3
	SAN BARTOLOMÉ DE TIRAJANA	PLAYA DE PEDRAZO	29,4	46,5	100,0	100,0
	SAN BARTOLOMÉ DE TIRAJANA	PLAYA DE SAN AGUSTÍN	5,7	7,0	22,0	40,7
	SAN BARTOLOMÉ DE TIRAJANA	PLAYA DEL COCHINO	13,5	19,0	51,0	92,3
	SAN BARTOLOMÉ DE TIRAJANA	PLAYA DEL INGLES	3,0	3,3	9,6	14,9
	SAN BARTOLOMÉ DE TIRAJANA	PLAYA DEL MORRETE	10,1	15,0	46,0	77,4
	SAN BARTOLOMÉ DE TIRAJANA	PLAYA DEL PERCHEL	2,9	2,0	10,0	18,0
	SAN BARTOLOMÉ DE TIRAJANA	PLAYA EL ÁGUILA	5,0	6,5	19,5	36,7
	SAN BARTOLOMÉ DE TIRAJANA	PLAYA EL CARDÓN	6,1	7,9	27,3	48,5
	SAN BARTOLOMÉ DE TIRAJANA	PLAYA EL FARO	13,1	19,0	60,3	82,8
	SAN BARTOLOMÉ DE TIRAJANA	PLAYA EL MOLINERO	0,0	0,0	37,0	66,7
	SAN BARTOLOMÉ DE TIRAJANA	PLAYA GANEGUÍN	9,5	15,0	45,0	81,0
	SAN BARTOLOMÉ DE TIRAJANA	PLAYA LA CALETA	0,0	0,0	2,0	5,1
	SAN BARTOLOMÉ DE TIRAJANA	PLAYA LAS CARPINTERAS	0,0	0,0	11,0	36,9
	SAN BARTOLOMÉ DE TIRAJANA	PLAYA LAS MELONERAS	9,7	15,5	47,0	68,1
	SAN BARTOLOMÉ DE TIRAJANA	PLAYA LAS MUJERES	10,1	16,0	51,0	84,4
	SAN BARTOLOMÉ DE TIRAJANA	PLAYA LLANILLO	10,9	15,0	55,0	92,1
	SAN BARTOLOMÉ DE TIRAJANA	PLAYA LOMO GALEÓN	3,3	5,0	14,0	20,8
	SAN BARTOLOMÉ DE TIRAJANA	PLAYA LOS BIGOTES	9,4	13,0	45,0	79,1
	SAN BARTOLOMÉ DE TIRAJANA	PLAYA PASITO BEA	0,0	0,0	0,0	7,1
	SAN BARTOLOMÉ DE TIRAJANA	PLAYA PASITO BLANCO	4,9	7,0	26,0	43,4
	SAN BARTOLOMÉ DE TIRAJANA	PLAYA SANTA ÁGUEDA	8,2	12,0	39,0	68,0
	SAN BARTOLOMÉ DE TIRAJANA	PLAYA TARAJALILLO	10,0	12,0	39,0	70,8
	SAN BARTOLOMÉ DE TIRAJANA	PLAYA TRIANA	8,1	14,0	43,0	74,8
	SANTA LUCÍA DE TIRAJANA	PLAYA DE LA GAVIOTA	8,4	10,4	29,5	53,5
	SANTA LUCÍA DE TIRAJANA	PLAYA EL ARENAL (POZO IZQUIERDO)	14,8	16,0	54,0	94,0
	SANTA LUCÍA DE TIRAJANA	PLAYA EL RIBANZO (POZO IZQUIERDO)	6,9	8,0	25,0	44,1
	SANTA LUCÍA DE TIRAJANA	PLAYA POZO IZQUIERDO	19,6	27,0	65,4	95,0
	SANTA MARÍA DE GUÍA	AGUJERO DE PUERTO NUEVO	0,0	0,0	0,0	0,5
	SANTA MARÍA DE GUÍA	COSTA DE SAN FELIPE	17,8	20,5	60,0	94,1

ISLA	MUNICIPIO	NOMBRE	2050		2100	
			CC MEDIO (RCP4.5-P50)	CC EXTREMO (RCP8.5-P95)	CC MEDIO (RCP4.5-P50)	CC EXTREMO (RCP8.5-P95)
	SANTA MARÍA DE GUÍA	PLAYA CHICA	5,8	7,0	21,0	37,0
	SANTA MARÍA DE GUÍA	PLAYA DE LA BALLENA	14,5	17,0	52,0	91,6
	SANTA MARÍA DE GUÍA	PLAYA DE SAN FELIPE	17,3	22,0	60,0	100,0
	TELDE	PLAYA CHICA	19,2	23,0	70,0	100,0
	TELDE	PLAYA DE AGUADULCE	6,5	7,0	23,0	41,2
	TELDE	PLAYA DE GANDO	4,8	6,0	17,0	31,6
	TELDE	PLAYA DE LA GARITA	3,7	4,0	12,0	22,9
	TELDE	PLAYA DE MALPASO	6,4	8,0	22,0	39,9
	TELDE	PLAYA DE MELENARA	1,5	1,0	5,0	9,1
	TELDE	PLAYA DE OJOS DE GARZA	8,5	10,0	29,0	54,1
	TELDE	PLAYA DE SALINETAS	8,8	11,0	30,0	55,9
	TELDE	PLAYA DE SAN BORONDÓN	5,5	6,0	19,0	34,4
	TELDE	PLAYA DE SILVA	7,2	5,0	19,0	46,6
	TELDE	PLAYA DE TUFIA	6,6	8,0	24,0	42,3
	TELDE	PLAYA DEL ÁMBAR	17,1	20,0	61,0	100,0
	TELDE	PLAYA DEL HOMBRE	5,8	7,0	21,0	36,4
	TELDE	PLAYA HOYA DEL POZO	9,6	11,0	34,0	60,4
LA GOMERA	AGULO	LA PLAYA SAN MARCOS	0,0	0,0	5,0	10,0
	ALAJERÓ	LA PLAYA SALVAJITA	0,0	0,0	7,0	9,6
	ALAJERÓ	PLAYA DE SANTIAGO	1,8	3,0	13,0	23,4
	ALAJERÓ	PLAYA LA CANTERA	2,1	5,0	10,0	13,6
	HERMIGUA	LA PLAYA DE LA MADERA	4,8	11,0	23,0	31,4
	HERMIGUA	LA PLAYA DE LOS INCENSIOS	0,0	0,0	12,0	27,1
	HERMIGUA	LA PLAYA DEL SERRUCHO	0,0	0,0	65,0	88,8
	HERMIGUA	PLAYA DE SANTA CATALINA	2,3	3,0	9,0	15,0
	HERMIGUA	PLAYA LA CALETA DE HERMIGUA	2,2	3,0	8,0	14,3
	SAN SEBASTIÁN DE LA GOMERA	LA PLAYA DE SUÁREZ	3,2	5,0	14,0	20,9
	SAN SEBASTIÁN DE LA GOMERA	LA PLAYA DE CARMONA	1,8	3,0	7,0	11,5
	SAN SEBASTIÁN DE LA GOMERA	LA PLAYA DE CHIGADÁ	2,2	5,0	9,0	13,9
	SAN SEBASTIÁN DE LA GOMERA	LA PLAYA DE CHINGUARINE	1,7	3,0	7,0	11,0
	SAN SEBASTIÁN DE LA GOMERA	LA PLAYA DE LA CUEVA	3,0	5,0	15,0	27,9
	SAN SEBASTIÁN DE LA GOMERA	LA PLAYA DE MAJONA	3,7	9,0	9,0	23,8
	SAN SEBASTIÁN DE LA GOMERA	LA PLAYA DE OROJA	2,5	3,0	9,0	16,1
	SAN SEBASTIÁN DE LA GOMERA	LA PLAYA DEL ÁGUILA	1,4	4,0	4,0	9,2
	SAN SEBASTIÁN DE LA GOMERA	LA PLAYA DEL GUINCHO	1,1	2,0	5,0	6,9
	SAN SEBASTIÁN DE LA GOMERA	LA PLAYITA	0,0	0,0	0,0	0,3
	SAN SEBASTIÁN DE LA GOMERA	PLAYA AVALO	2,3	2,0	9,0	15,1
	SAN SEBASTIÁN DE LA GOMERA	PLAYA DE SAN SEBASTIÁN	8,1	11,0	32,0	52,5
	SAN SEBASTIÁN DE LA GOMERA	PLAYA DE SANTIAGO	1,9	3,0	8,0	12,1
	VALLE GRAN REY	EL CHARCO DEL CONDE	15,3	20,0	57,0	98,8
	VALLE GRAN REY	LA PLAYA DE EREDIA	0,9	2,0	4,0	5,9

ISLA	MUNICIPIO	NOMBRE	2050		2100	
			CC MEDIO (RCP4.5-P50)	CC EXTREMO (RCP8.5-P95)	CC MEDIO (RCP4.5-P50)	CC EXTREMO (RCP8.5-P95)
	VALLE GRAN REY	LA PLAYA DE LA PUNTITA	17,9	24,4	76,8	100,0
	VALLE GRAN REY	LA PLAYA DEL INGLES	0,0	0,0	0,0	21,1
	VALLE GRAN REY	LA PLAYITA DE GUARIÑEN	11,1	14,0	43,0	71,7
	VALLE GRAN REY	PLAYA DE VUELTA	3,8	5,0	13,0	24,5
	VALLE GRAN REY	PLAYA VALLE GRAN REY	17,2	23,9	73,9	100,0
	VALLEHERMOSO	EL PUERTO DEL TRIGO	1,4	2,0	4,0	9,3
	VALLEHERMOSO	LA PLAYA DE ALOJERA	16,0	17,0	63,0	100,0
	VALLEHERMOSO	LA PLAYA DE ARGAGA	2,6	4,0	8,0	16,5
	VALLEHERMOSO	LA PLAYA DE LA BARCA	9,1	21,0	42,0	57,9
	VALLEHERMOSO	LA PLAYA DE LAS ARENAS	4,0	7,0	14,0	25,5
	VALLEHERMOSO	LA PLAYA DE NEGRÍN	0,0	0,0	3,0	6,0
	VALLEHERMOSO	LA PLAYA DEL REMO	4,6	5,0	16,0	29,6
	VALLEHERMOSO	LA PLAYA DEL TARAJAL	25,1	53,0	100,0	100,0
	VALLEHERMOSO	PLAYA VALLEHERMOSO	5,6	6,0	19,0	34,8
	VALLEHERMOSO	PLAYA DE LA SEPULTURA	2,5	5,0	9,0	16,2
	VALLEHERMOSO	PLAYA DE LOS DEJES	11,7	18,0	35,0	75,7
	VALLEHERMOSO	PLAYA LA RAJITA	8,0	19,0	38,0	52,3
LA PALMA	BARLOVENTO	PLAYA DE LA LAJITA	9,9	14,0	36,0	63,4
	BREÑA ALTA	PLAYA DE BAJAMAR	4,9	7,0	17,0	32,2
	BREÑA ALTA	PLAYA DE LOS GUINCHOS	4,2	11,0	11,0	26,7
	BREÑA BAJA	PLAYA DE LA VÍA	0,0	0,0	23,0	52,9
	BREÑA BAJA	PLAYA DE LOS GUINCHOS	0,0	0,0	7,8	17,5
	BREÑA BAJA	PLAYA LOS CANCAJOS	11,7	15,0	42,0	76,6
	BREÑA BAJA	PLAYA NUEVA	16,7	20,0	57,0	100,0
	FUENCALIENTE	PLAYA DE LAVA NUEVA	3,1	4,0	16,0	26,8
	FUENCALIENTE	PLAYA DE ECHENTIVE	0,0	0,0	2,0	3,7
	FUENCALIENTE	PLAYA DE LA BAJA DEL AGUA	3,6	6,0	11,0	23,5
	FUENCALIENTE	PLAYA DE LA CUEVA HONDA	0,0	0,0	33,0	77,3
	FUENCALIENTE	PLAYA DE LA FUENTE	2,8	6,0	12,0	18,2
	FUENCALIENTE	PLAYA DE LA FUENTE	1,5	3,0	6,0	10,0
	FUENCALIENTE	PLAYA DE LA HILERITA	0,0	0,0	9,0	12,6
	FUENCALIENTE	PLAYA DE LA PREGUISA	8,0	10,0	30,0	51,6
	FUENCALIENTE	PLAYA DE LA SALVAJUELA	11,7	11,0	46,0	84,5
	FUENCALIENTE	PLAYA DE LA ZAMORA CHICA	4,3	5,0	25,0	37,3
	FUENCALIENTE	PLAYA DE LA ZAMORA GRANDE	0,0	0,0	8,0	10,8
	FUENCALIENTE	PLAYA DE LOS ABADEJOS	8,1	12,0	37,0	61,8
	FUENCALIENTE	PLAYA DE LOS LÁZAROS	3,7	6,6	12,8	24,0
	FUENCALIENTE	PLAYA DE LOS PORTUGUESES	4,5	5,0	21,0	35,8
	FUENCALIENTE	PLAYA DE PUNTA LARGA	7,2	8,0	27,0	46,4
	FUENCALIENTE	PLAYA DEL ARCO	9,8	10,0	31,0	63,5
	FUENCALIENTE	PLAYA DEL FARO	1,3	5,0	14,0	18,9

ISLA	MUNICIPIO	NOMBRE	2050		2100	
			CC MEDIO (RCP4.5-P50)	CC EXTREMO (RCP8.5-P95)	CC MEDIO (RCP4.5-P50)	CC EXTREMO (RCP8.5-P95)
	FUENCALIENTE	PLAYA DEL GUINCHO	3,9	4,0	19,0	29,8
	FUENCALIENTE	PLAYA DEL PUERTITO	0,0	0,0	5,0	10,7
	FUENCALIENTE	PLAYA DEL RIO	5,9	6,0	24,0	41,4
	FUENCALIENTE	PLAYA GRANDE	3,4	7,1	13,6	22,2
	FUENCALIENTE	PLAYA LAS CABRAS	57,4	55,0	100,0	100,0
	FUENCALIENTE	PLAYA LOS ROQUITOS	1,8	3,0	8,0	11,8
	GARAFÍA	PLAYA DE BUJARÉN	28,4	30,0	90,0	100,0
	GARAFÍA	PLAYA DE LOMADA GRANDE	15,6	18,0	55,0	100,0
	GARAFÍA	PLAYA DEL MUDO	10,5	15,0	37,0	65,0
	GARAFÍA	PLAYA DEL ROQUE	14,1	17,3	50,0	70,6
	GARAFÍA	PLAYA EL CALLEJONCITO	8,4	12,0	31,0	54,4
	LOS LLANOS DE ARIDANE	PLAYA MURGA	1,9	4,0	7,0	12,5
	LOS LLANOS DE ARIDANE	PLAYA DE BAYANA	2,2	6,0	6,0	14,4
	LOS LLANOS DE ARIDANE	PLAYA DE LAS MONJAS	5,8	9,0	27,0	48,6
	LOS LLANOS DE ARIDANE	PLAYA DE PUERTO NAOS	0,0	0,0	4,3	5,1
	LOS LLANOS DE ARIDANE	PLAYA DEL CHARCO VERDE	1,1	2,0	5,0	9,0
	LOS LLANOS DE ARIDANE	PLAYA DEL REMO	2,9	4,0	8,0	19,0
	PUNTALLANA	PLAYA DE LA GALLETA	12,6	13,0	40,0	80,8
	PUNTALLANA	PLAYA DE LAS CRUCITAS	12,3	11,0	44,0	79,2
	PUNTALLANA	PLAYA DE MARTÍN LUIS	0,0	0,0	7,0	9,5
	PUNTALLANA	PLAYA DE NOGALES	15,6	17,0	52,0	98,1
	PUNTALLANA	PLAYA LA GALGA	8,3	12,0	24,0	53,6
	PUNTALLANA	PLAYA PUERTO TRIGO	0,0	0,0	5,0	11,4
	SAN ANDRÉS Y SAUCES	CHARCO AZUL	0,0	0,0	1,0	1,1
	SAN ANDRÉS Y SAUCES	LA PLAYA DEL PUERTO ESPÍNDOLA	14,0	18,0	47,0	88,9
	SAN ANDRÉS Y SAUCES	PLAYA 60018	9,5	14,0	28,0	61,2
	SAN ANDRÉS Y SAUCES	PLAYA CALLAO SAN JUAN	9,6	9,0	37,0	61,4
	SAN ANDRÉS Y SAUCES	PLAYA DE ROMPECABOS	28,2	37,0	97,0	100,0
	SAN ANDRÉS Y SAUCES	PLAYA DEL ARCO	15,6	16,0	49,0	100,0
	SAN ANDRÉS Y SAUCES	PLAYA EL REDUCTO	16,4	27,0	54,0	84,6
	SAN ANDRÉS Y SAUCES	PLAYA EL VARADERO	0,0	0,0	23,0	31,7
	SANTA CRUZ DE LA PALMA	PLAYA DE LAS NORIAS	5,1	8,0	17,0	33,2
	TAZACORTE	PLAYA CHICA	11,4	10,0	42,0	73,9
	TAZACORTE	PLAYA DE JUAN GRAJE	0,0	0,0	4,0	8,9
	TAZACORTE	PLAYA DE LA BOMBILLA	0,0	0,0	5,6	10,9
	TAZACORTE	PLAYA DE LA GALERÍA	5,8	8,0	20,4	37,5
	TAZACORTE	PLAYA DE LOS GUIRRÉS	1,2	1,0	5,0	7,6
	TAZACORTE	PLAYA DE LOS TARAJALES	1,3	2,3	8,3	11,6
	TAZACORTE	PLAYA DEL CHARCÓN	2,0	2,0	9,0	14,1
	TAZACORTE	PLAYA DEL PERDIDO	7,1	9,5	28,5	46,1
	TAZACORTE	PLAYA DEL PERDIDO O PLAYA DE LA VIÑA	7,2	9,9	25,9	44,7

ISLA	MUNICIPIO	NOMBRE	2050		2100	
			CC MEDIO (RCP4.5-P50)	CC EXTREMO (RCP8.5-P95)	CC MEDIO (RCP4.5-P50)	CC EXTREMO (RCP8.5-P95)
	TAZACORTE	PLAYA DEL PUERTO DE TAZACORTE	1,4	2,0	7,0	10,7
	TAZACORTE	PLAYA NUEVA	7,6	13,0	26,0	49,4
	TIJARAFE	PLAYA DE LA VETA	10,4	16,0	49,0	83,1
	TIJARAFE	PLAYA DE LAS BORREGUITAS	5,7	10,0	20,0	36,5
	TIJARAFE	PLAYA DE LAS VINAGRERAS	10,3	15,0	35,0	66,6
	TIJARAFE	PLAYA DE LAS VINAGRERAS O DEL MOCÁN	4,4	4,0	17,0	28,5
	TIJARAFE	PLAYA DEL BARRANCO DE LAS VIÑAS	1,7	4,0	4,0	11,1
	TIJARAFE	PLAYA DEL JURADO	4,6	5,0	22,0	37,0
	TIJARAFE	PLAYA DEL MOCÁN O DEL MORRO ALTO	6,8	6,0	31,0	54,8
	VILLA DE MAZO	LA PLAYA	4,7	6,0	18,0	30,0
	VILLA DE MAZO	LA TABAIBITA	3,0	8,0	8,0	19,6
	VILLA DE MAZO	PLAYA DE BOCABARRANCO	3,3	7,0	14,3	21,3
	VILLA DE MAZO	PLAYA DE LA BARQUETA	7,3	10,0	25,4	47,0
	VILLA DE MAZO	PLAYA DE LA CANGREJERA	50,1	66,0	100,0	100,0
	VILLA DE MAZO	PLAYA DE LOS ROQUES	0,0	0,0	11,0	14,6
	VILLA DE MAZO	PLAYA DEL ANCÓN	4,4	7,0	15,0	28,5
	VILLA DE MAZO	PLAYA DEL AZUFRE	4,6	6,0	18,0	31,8
	VILLA DE MAZO	PLAYA DEL JURADO	5,1	8,0	19,1	32,9
	VILLA DE MAZO	PLAYA EL BURRO	21,6	33,0	76,0	100,0
	VILLA DE MAZO	PLAYA EL POCITO	10,0	12,0	35,0	64,4
	VILLA DE MAZO	PLAYA EL POZO NORTE	66,9	87,0	100,0	100,0
	VILLA DE MAZO	PLAYA LA BAJITA	8,2	8,0	32,0	52,7
	VILLA DE MAZO	PLAYA LA SALEMERA	4,4	6,0	17,0	29,7
	VILLA DE MAZO	PLAYA MARTIN	3,2	4,0	13,0	22,5
	VILLA DE MAZO	PLAYA PIEDRA NUEVA	9,3	12,0	35,0	61,1
LANZAROTE	ARRECIFE	PLAYA BARLOVENTO	0,0	0,0	57,0	100,0
	ARRECIFE	PLAYA DEL BUFADERO	4,2	6,0	17,0	28,7
	ARRECIFE	PLAYA EL REDUCTO	35,5	46,3	97,0	100,0
	ARRECIFE	PLAYA LA ARENA	7,0	7,0	25,0	44,0
	HARÍA	CALETA ALMEJA	8,8	13,0	32,0	55,0
	HARÍA	PLAYA CALETA BLANCA	43,1	47,5	99,5	100,0
	HARÍA	PLAYA CALETA DE GONZÁLEZ	16,4	22,0	59,0	100,0
	HARÍA	PLAYA CALETA DE MOJÓN BLANCO	0,0	0,0	0,0	12,2
	HARÍA	PLAYA CALETA DEL CAMPO	5,2	8,0	20,0	32,3
	HARÍA	PLAYA CALETÓN BLANCO	0,0	0,0	19,0	100,0
	HARÍA	PLAYA DE LA CANTERÍA	25,6	30,7	66,7	88,1
	HARÍA	PLAYA DE LA GARITA	12,9	17,3	45,7	75,8
	HARÍA	PLAYA DEL RISCO	6,3	7,3	22,7	32,5
	HARÍA	PLAYA DEL SALTO	80,2	84,5	100,0	100,0
	HARÍA	PLAYA EL BARRANQUITO	6,2	8,0	23,0	38,6
	HARÍA	PLAYA EL CORRAL	18,5	24,0	63,0	100,0

ISLA	MUNICIPIO	NOMBRE	2050		2100	
			CC MEDIO (RCP4.5-P50)	CC EXTREMO (RCP8.5-P95)	CC MEDIO (RCP4.5-P50)	CC EXTREMO (RCP8.5-P95)
	HARÍA	PLAYA LA CALETA	18,6	22,0	66,0	100,0
	HARÍA	PLAYA LA CALETA DE LA CRUZ	3,1	3,0	12,0	19,3
	HARÍA	PLAYA LA CALETA DEL RISCO DE LOS SABLES	0,0	0,0	0,0	7,0
	HARÍA	PLAYA MARINA	8,2	10,0	31,0	51,4
	HARÍA	PLAYA VAYA QUERIDA	4,1	9,0	18,0	25,7
	SAN BARTOLOMÉ	PLAYA HONDA	14,7	19,4	54,1	80,4
	TEGUISE	CALETA DEL MORRO NEGRO	10,9	11,0	38,0	69,9
	TEGUISE	CALETA DEL PUERTO DE LA SOCIEDAD	0,0	0,0	0,0	11,6
	TEGUISE	CALETITA DE LA LAJA	10,9	17,0	42,0	69,8
	TEGUISE	EL RIADERO	2,3	4,0	8,0	14,7
	TEGUISE	LA CALETA DE ORTÍZ	11,0	16,0	39,0	69,4
	TEGUISE	LA CALETA DEL PIPOTE	1,5	2,0	5,0	9,3
	TEGUISE	PLAYA LA CALETA ABAJO	0,0	0,0	22,0	90,6
	TEGUISE	PLAYA BAJA DEL GANADO	5,3	8,0	20,0	32,8
	TEGUISE	PLAYA BAJO RISCO	0,0	0,0	23,0	54,1
	TEGUISE	PLAYA BARRANCO LOS CONEJOS	26,3	35,0	94,0	100,0
	TEGUISE	PLAYA CALETA DE FAMARA	47,1	57,0	100,0	100,0
	TEGUISE	PLAYA DE LA COCINA	12,1	13,0	48,0	73,0
	TEGUISE	PLAYA DE LA LAMBRA	16,4	21,0	59,0	99,1
	TEGUISE	PLAYA DE LAS CONCHAS	3,4	4,0	12,0	20,5
	TEGUISE	PLAYA DE LAS CUCHARAS	20,5	25,0	75,0	100,0
	TEGUISE	PLAYA DE LOS CHARCOS	11,3	14,0	42,0	71,7
	TEGUISE	PLAYA DE LOS CONEJOS	0,0	0,0	26,0	65,2
	TEGUISE	PLAYA DE SAN JUAN	0,0	0,0	52,0	100,0
	TEGUISE	PLAYA DEL FRANCES	34,3	44,5	89,0	100,0
	TEGUISE	PLAYA DEL SALADO	6,0	8,0	21,5	25,0
	TEGUISE	PLAYA DEL TIO JOAQUÍN	2,4	4,0	8,0	15,3
	TEGUISE	PLAYA EL BASTIÁN	2,7	4,0	10,0	18,0
	TEGUISE	PLAYA EL CALLAO DE ROSA	20,9	28,0	78,0	100,0
	TEGUISE	PLAYA EL JABILLO	21,2	26,0	77,0	100,0
	TEGUISE	PLAYA ENSENADA DE LAS CALETAS	35,1	42,0	100,0	100,0
	TEGUISE	PLAYA FAMARA	83,6	90,9	100,0	100,0
	TEGUISE	PLAYA LA CALETA DEL AGUA ARDIENTE	0,0	0,0	0,0	16,8
	TEGUISE	PLAYA LA CALETA DEL CABALLO	44,9	46,0	100,0	100,0
	TEGUISE	PLAYA LA CALETA LOS LADRILLOS	0,0	0,0	100,0	100,0
	TEGUISE	PLAYA LA CALETILLA	12,8	17,0	46,0	80,0
	TEGUISE	PLAYA LA FRAGATA	5,2	7,2	18,4	32,4
	TEGUISE	PLAYA LA LAJITA	40,9	48,0	100,0	100,0
	TEGUISE	PLAYA MEJÍAS	9,5	14,0	34,0	59,3
	TEGUISE	PLAYA MORRO COLORADO	22,9	30,0	83,0	100,0
	TEGUISE	PLAYA TIA VICENTA	4,9	8,0	16,0	30,6

ISLA	MUNICIPIO	NOMBRE	2050		2100	
			CC MEDIO (RCP4.5-P50)	CC EXTREMO (RCP8.5-P95)	CC MEDIO (RCP4.5-P50)	CC EXTREMO (RCP8.5-P95)
	TEGUISE	PLAYITA DE PEDRO BARBA	0,0	0,0	18,0	63,9
	TÍAS	PLAYA CHICA	6,7	8,0	29,0	48,9
	TÍAS	PLAYA DE GUASIMETA	8,3	10,8	30,8	52,5
	TÍAS	PLAYA DE LA CUEVA	9,4	11,5	37,0	64,2
	TÍAS	PLAYA EL BARRANQUILLO	17,1	18,0	64,0	100,0
	TÍAS	PLAYA EL CALETÓN DE ENMEDIO	7,5	11,0	28,0	47,3
	TÍAS	PLAYA GRANDE	8,2	11,2	31,8	54,5
	TÍAS	PLAYA LA PEÑA GRANDE	5,9	7,3	22,3	38,3
	TÍAS	PLAYA LIMA	9,9	12,9	36,1	59,7
	TÍAS	PLAYA LOS POCILLOS	7,5	10,5	29,5	54,6
	TÍAS	PLAYA MATAGORDA	79,1	95,5	100,0	100,0
	TÍAS	PLAYA PILA DE LA BARRILLA	3,6	4,0	18,0	30,3
	TINAJO	CALETA DEL MARISCADERO	3,1	4,0	13,0	19,4
	TINAJO	EL CALLAITO	7,2	12,0	24,0	44,8
	TINAJO	PLAYA DE CHO GREGORIO	14,9	26,0	51,0	93,2
	TINAJO	PLAYA DE CHO MIGUEL PEÑA	10,1	10,0	39,0	63,0
	TINAJO	PLAYA DE LA MADERA	3,2	3,0	12,0	20,1
	TINAJO	PLAYA DE LA MESITA	15,3	22,0	56,0	95,2
	TINAJO	PLAYA DE LAS MALVAS	9,2	13,0	33,0	57,1
	TINAJO	PLAYA DEL MAJO	11,7	17,0	41,0	72,8
	TINAJO	PLAYA GAVIOTA	23,6	23,0	92,0	100,0
	TINAJO	PLAYA LA BOCA DE ABAJO	12,5	13,0	45,0	71,6
	TINAJO	PLAYA LA SANTA (Pueblo)	3,7	5,0	14,0	23,0
	TINAJO	PLAYA REISADO	10,6	18,0	37,0	65,9
	TINAJO	PLAYA SOLETA	0,7	2,0	3,0	4,2
	TINAJO	PLAYA TENEZAR	16,6	22,0	60,0	100,0
	YAIZA	CALETAS DE FUEGO	0,0	0,0	13,0	16,2
	YAIZA	EL CALLAO DEL INGLÉS	8,7	10,0	31,0	54,3
	YAIZA	LA PLAYA DE LOS DISES	6,9	12,0	23,0	43,4
	YAIZA	LA PLAYITA DE ENMEDIO	0,9	1,0	4,0	5,7
	YAIZA	PLAYA BARRANCO DE LAS PILAS	8,7	12,0	35,0	57,2
	YAIZA	PLAYA BLANCA	10,5	12,0	42,0	68,0
	YAIZA	PLAYA CALETA DEL CONGRIO	36,0	48,0	100,0	100,0
	YAIZA	PLAYA CALETA LARGA	0,0	0,0	19,0	24,3
	YAIZA	PLAYA CALETON DE SAN MARCIAL	13,6	13,0	53,0	87,8
	YAIZA	PLAYA CALETON DEL COBRE	90,3	75,0	100,0	100,0
	YAIZA	PLAYA CHARCO DE LOS CLICOS	5,8	7,0	21,0	34,8
	YAIZA	PLAYA DE ABAJO	25,2	29,0	91,0	100,0
	YAIZA	PLAYA DE GUILLERMO	4,0	4,0	13,0	25,2
	YAIZA	PLAYA DE LA ARENA	8,8	13,0	34,0	59,9
	YAIZA	PLAYA DE LAS ERITAS	8,5	8,0	33,0	54,2

ISLA	MUNICIPIO	NOMBRE	2050		2100	
			CC MEDIO (RCP4.5-P50)	CC EXTREMO (RCP8.5-P95)	CC MEDIO (RCP4.5-P50)	CC EXTREMO (RCP8.5-P95)
	YAIZA	PLAYA DE LOS COCHINITOS	0,0	0,0	13,0	20,2
	YAIZA	PLAYA DEL COCHINO	10,7	15,0	39,0	66,7
	YAIZA	PLAYA DEL GOLFO	7,8	9,0	28,0	46,9
	YAIZA	PLAYA DEL PASO	12,5	13,0	44,0	65,6
	YAIZA	PLAYA DEL POZO	1,7	2,0	7,3	11,1
	YAIZA	PLAYA DORADA	7,9	9,0	32,0	52,3
	YAIZA	PLAYA EL COHON	0,0	0,0	10,0	22,3
	YAIZA	PLAYA EL PAPAGAYO	26,1	31,0	99,0	100,0
	YAIZA	PLAYA EL PARRADO	0,0	0,0	4,0	5,1
	YAIZA	PLAYA EL PASITO	0,0	0,0	13,0	22,5
	YAIZA	PLAYA FLAMINGO	40,1	50,0	100,0	100,0
	YAIZA	PLAYA JANUBIO	1,5	2,0	5,7	11,5
	YAIZA	PLAYA LA CAMPANA	6,9	9,0	30,0	47,7
	YAIZA	PLAYA LAS COLORADAS	3,6	5,0	14,0	22,5
	YAIZA	PLAYA MONTAÑA BERMEJA	7,0	8,0	25,0	42,8
	YAIZA	PLAYA MONTAÑA ROJA	4,5	7,0	17,0	27,8
	YAIZA	PLAYA MUJERES	0,0	0,0	0,0	0,1
	YAIZA	PLAYA PUERTO MUELAS	12,3	16,0	47,0	79,6
	YAIZA	PLAYA QUEMADA	15,4	21,0	57,0	96,3
TENERIFE	ADEJE	PLAYA DE EL DUQUE	7,0	10,0	31,8	54,2
	ADEJE	PLAYA DE FAÑABÉ	16,3	22,0	67,0	100,0
	ADEJE	PLAYA DE LA ENRAMADA	4,0	6,0	15,0	25,6
	ADEJE	PLAYA DE LA PINTA	12,5	18,0	53,0	90,4
	ADEJE	PLAYA DEL PINQUE	1,6	3,0	7,0	9,8
	ADEJE	PLAYA DEL VERIL	17,4	26,4	77,0	100,0
	ADEJE	PLAYA DIEGO HERNÁNDEZ	13,0	19,0	61,0	100,0
	ADEJE	PLAYA EL BOBO	12,0	16,0	51,0	84,9
	ADEJE	PLAYA EL PUERTITO	24,3	32,0	100,0	100,0
	ADEJE	PLAYA EL VARADERO	0,0	0,0	1,0	2,1
	ADEJE	PLAYA LA CALETA	0,4	1,0	2,0	2,8
	ADEJE	PLAYA LAS CUEVITAS	6,8	9,0	31,0	51,8
	ADEJE	PLAYA LAS SALINAS	3,1	4,0	13,0	19,2
	ADEJE	PLAYA LOS MORTEROS	13,9	19,0	52,0	87,5
	ADEJE	PLAYA TORVISCAS	7,1	9,8	32,2	54,5
	ADEJE	PLAYA TROYA I	8,2	12,0	35,0	58,6
	ADEJE	PLAYA TROYA II	36,8	48,0	100,0	100,0
	ARAFO	PLAYA DE CHIMISAY	4,9	7,3	17,0	30,8
	ARICO	PLAYA CALETA DEL SORDO	1,0	2,0	3,0	6,1
	ARICO	PLAYA CALLAO DE ABADES	12,0	15,5	46,0	50,0
	ARICO	PLAYA CALLAO DE CHO TORIBIO	1,7	2,0	6,0	11,4
	ARICO	PLAYA CALLAO DEL CUERVO	20,5	26,0	77,0	100,0
	ARICO	PLAYA DE CALLAO HONDO	23,6	32,0	83,0	100,0

ISLA	MUNICIPIO	NOMBRE	2050		2100	
			CC MEDIO (RCP4.5-P50)	CC EXTREMO (RCP8.5-P95)	CC MEDIO (RCP4.5-P50)	CC EXTREMO (RCP8.5-P95)
	ARICO	PLAYA DE LA CALETA	58,2	77,0	100,0	100,0
	ARICO	PLAYA DE LA JACA	28,6	34,0	100,0	100,0
	ARICO	PLAYA DE LAS MARETAS	24,3	33,0	88,0	100,0
	ARICO	PLAYA DE PRIETA	8,8	11,0	32,0	55,5
	ARICO	PLAYA DEL PORÍS	17,7	22,0	61,0	100,0
	ARICO	PLAYA DEL POZO	10,3	10,0	42,0	64,9
	ARICO	PLAYA DEL RINCÓN	6,7	7,0	25,0	42,3
	ARICO	PLAYA DEL SOMBRERITO	3,9	4,0	15,0	25,0
	ARICO	PLAYA DEL TRONCO	10,6	14,0	36,0	67,0
	ARICO	PLAYA GRANDE	49,1	61,0	100,0	100,0
	ARICO	PLAYA HONDA	8,4	13,0	33,0	53,3
	ARICO	PLAYA LAS CARRETAS	9,9	11,0	37,0	62,5
	ARICO	PLAYA MORRIÑA	42,4	49,0	100,0	100,0
	ARICO	PLAYA NUESTRA SEÑORA DE LAS MERCEDES	100,0	100,0	100,0	100,0
	ARICO	PLAYA PUERTO DE TAJAO	0,0	0,0	4,0	10,1
	ARONA	PLAYA DE LAS VISTAS	3,2	4,5	18,0	29,3
	ARONA	PLAYA DE LOS CRISTIANOS	9,6	14,0	41,0	71,1
	ARONA	PLAYA EL CALLAO	0,0	0,0	0,0	0,4
	ARONA	PLAYA EL CALLAO	4,4	5,0	15,0	27,6
	ARONA	PLAYA EL CAMISÓN	18,1	26,0	75,0	100,0
	ARONA	PLAYA HONDA DE TROYA	12,8	15,5	45,5	75,9
	ARONA	PLAYA LA ARENITA	5,0	6,0	18,0	32,0
	ARONA	PLAYA LOS TARAJALES	34,5	43,0	100,0	100,0
	BUENAVISTA DEL NORTE	PLAYA DE MASCA	4,3	6,0	17,0	27,2
	BUENAVISTA DEL NORTE	PLAYA DEL CARRIZAL	4,2	7,0	15,0	26,7
	BUENAVISTA DEL NORTE	PLAYA EL FRAILE	18,4	23,0	67,0	100,0
	BUENAVISTA DEL NORTE	PLAYA JUAN LOPEZ	2,4	4,0	7,0	15,3
	BUENAVISTA DEL NORTE	PLAYA LA BALLENITA	5,9	11,0	23,0	37,8
	BUENAVISTA DEL NORTE	PLAYA LAS ARENAS	7,7	9,0	27,0	49,3
	BUENAVISTA DEL NORTE	PLAYA LOS BARQUEROS	2,4	5,0	10,0	15,5
	CANDELARIA	CHARCO DEL MUSGO O DE GRACILIANO	4,9	8,0	16,0	31,1
	CANDELARIA	PLAYA AGUADULCE	6,5	7,0	26,0	41,6
	CANDELARIA	PLAYA ALIFONSO	2,8	6,0	13,0	17,5
	CANDELARIA	PLAYA DE CHO VITO EL MOSQUERO	4,1	5,0	15,0	26,3
	CANDELARIA	PLAYA DE LA ARENA	0,0	0,0	6,0	11,7
	CANDELARIA	PLAYA DE LA ARENA	15,9	17,0	56,0	96,3
	CANDELARIA	PLAYA DE LA VIUDA	15,0	19,0	53,0	94,2
	CANDELARIA	PLAYA DE LAS CALETILLAS	4,2	6,0	14,0	26,6
	CANDELARIA	PLAYA DE OLEGARIO	3,0	3,0	10,0	18,6
	CANDELARIA	PLAYA DE PUNTA LARGA	21,8	26,6	59,0	78,8
	CANDELARIA	PLAYA DE SAMARINES	2,7	3,0	10,0	17,2

ISLA	MUNICIPIO	NOMBRE	2050		2100	
			CC MEDIO (RCP4.5-P50)	CC EXTREMO (RCP8.5-P95)	CC MEDIO (RCP4.5-P50)	CC EXTREMO (RCP8.5-P95)
	CANDELARIA	PLAYA DEL ALCALDE	16,5	22,0	57,0	100,0
	CANDELARIA	PLAYA DEL POZO	0,0	0,0	6,0	8,3
	CANDELARIA	PLAYA ENSENADA DEL MORRO	6,0	8,0	23,0	38,1
	CANDELARIA	PLAYA LAS PALOMAS	0,0	0,0	7,0	8,8
	EL ROSARIO	PLAYA DE LA NEA	2,2	2,0	8,0	16,2
	EL ROSARIO	PLAYA DE TABAIBA	7,0	8,0	32,0	55,9
	EL ROSARIO	PLAYA DEL PUERTITO	8,2	11,0	32,0	51,6
	EL ROSARIO	PLAYA EL VARADERO	7,7	12,0	31,0	48,8
	EL ROSARIO	PLAYA LAS HERMANITAS	7,1	8,0	24,0	45,1
	EL SAUZAL	PLAYA DE LA GARAÑONA	17,5	22,0	61,0	89,6
	FASNIA	PLAYA DE LOS ROQUES	4,8	6,0	19,0	30,7
	FASNIA	PLAYA DE TOPUERQUE	7,4	7,0	27,0	47,1
	FASNIA	PLAYA EL ABRIGO	5,9	6,0	21,0	38,1
	FASNIA	PLAYA EL SOBRADITO	8,0	13,0	26,0	50,5
	FASNIA	PLAYA ZAPATA	5,0	7,0	20,0	31,4
	GARACHICO	PLAYA DE LA SABINA	8,2	14,0	28,0	52,3
	GARACHICO	PLAYA EL MUELLE	1,2	3,0	6,0	7,9
	GARACHICO	PLAYA LA CALETA DE INTERIAN	14,2	20,0	51,0	90,7
	GARACHICO	PLAYA LAS AGUAS	9,9	13,0	34,0	63,2
	GRANADILLA DE ABONA	PLAYA CHICA	33,3	43,0	100,0	100,0
	GRANADILLA DE ABONA	PLAYA CUMPLÍA	0,9	1,0	4,0	6,9
	GRANADILLA DE ABONA	PLAYA DE AGUA DULCE	2,2	3,0	7,0	14,1
	GRANADILLA DE ABONA	PLAYA DE CUEVAS DEL TRIGO	39,7	53,0	100,0	100,0
	GRANADILLA DE ABONA	PLAYA DE LA MARETA	8,1	12,0	35,0	63,6
	GRANADILLA DE ABONA	PLAYA DE PUNTA NEGRA	4,9	5,0	16,0	31,1
	GRANADILLA DE ABONA	PLAYA DEL MÉDANO	21,5	27,0	79,0	100,0
	GRANADILLA DE ABONA	PLAYA GRANDE	6,4	8,0	22,0	40,6
	GRANADILLA DE ABONA	PLAYA LA JAQUITA	0,0	0,0	5,0	19,7
	GRANADILLA DE ABONA	PLAYA LA PELADA	12,1	15,0	46,0	83,2
	GRANADILLA DE ABONA	PLAYA LA RAJITA	12,2	15,0	44,0	79,7
	GRANADILLA DE ABONA	PLAYA LA TEJITA	0,5	0,8	2,5	4,5
	GRANADILLA DE ABONA	PLAYA NUEVA	2,1	5,0	10,0	13,5
	GUÍA DE ISORA	PLAYA AGUADULCE	0,0	0,0	4,0	7,6
	GUÍA DE ISORA	PLAYA ABAMA	9,7	20,0	64,0	100,0
	GUÍA DE ISORA	PLAYA ALCALÁ	74,3	100,0	100,0	100,0
	GUÍA DE ISORA	PLAYA BAJA LARGA	0,0	0,0	5,0	6,6
	GUÍA DE ISORA	PLAYA CALLAO CHICO	6,3	9,0	24,0	40,0
	GUÍA DE ISORA	PLAYA DE AGUA DULCE	6,1	6,0	22,0	38,8
	GUÍA DE ISORA	PLAYA DE FONSAÍA	2,9	4,0	8,0	18,0
	GUÍA DE ISORA	PLAYA DE LOS TOPOS	18,1	26,0	64,0	100,0
	GUÍA DE ISORA	PLAYA DE SAN JUAN	4,0	6,0	22,0	38,5

ISLA	MUNICIPIO	NOMBRE	2050		2100	
			CC MEDIO (RCP4.5-P50)	CC EXTREMO (RCP8.5-P95)	CC MEDIO (RCP4.5-P50)	CC EXTREMO (RCP8.5-P95)
	GUÍA DE ISORA	PLAYA DEL ROQUE	7,1	9,0	27,0	45,3
	GUÍA DE ISORA	PLAYA LA CARRERA	20,7	30,0	75,0	100,0
	GUÍA DE ISORA	PLAYA LA JAQUITA	9,2	11,0	36,0	63,2
	GUÍA DE ISORA	PLAYA LA PIEDRA DEL NAVÍO	44,9	61,0	100,0	100,0
	GUÍA DE ISORA	PLAYA MÉNDEZ	5,3	8,0	20,0	33,6
	GUÍA DE ISORA	PLAYA PUNTA BLANCA	14,6	18,0	53,0	92,3
	GÜÍMAR	EL PUERTITO O PLAYA DEL CABEZO	64,5	82,0	100,0	100,0
	GÜÍMAR	PLAYA BARRANCO ABAJO	3,6	6,0	12,0	23,1
	GÜÍMAR	PLAYA CALETA	9,1	9,0	37,0	57,3
	GÜÍMAR	PLAYA DE ABAJO	4,3	5,0	15,0	27,0
	GÜÍMAR	PLAYA DE EL SOCORRO	7,1	9,0	25,0	44,7
	GÜÍMAR	PLAYA DE LA ENRAMADA	5,8	9,0	22,0	36,7
	GÜÍMAR	PLAYA DE LOS BARRANCOS	0,0	0,0	9,0	20,6
	GÜÍMAR	PLAYA DE PERUCHO Y MARÍA	1,6	2,0	6,0	10,0
	GÜÍMAR	PLAYA DEL ASERRADERO	7,4	8,0	25,0	47,0
	GÜÍMAR	PLAYA DEL ESPIGÓN	3,6	7,0	14,0	22,9
	GÜÍMAR	PLAYA DEL MEDIO	9,4	12,0	35,0	59,2
	GÜÍMAR	PLAYA DEL TABALADO	19,2	26,0	71,0	100,0
	GÜÍMAR	PLAYA EL CALETÓN	2,8	4,0	12,0	17,4
	GÜÍMAR	PLAYA LA CHARCADA	12,4	18,0	46,0	78,3
	GÜÍMAR	PLAYA LA PERFECTA	0,0	0,0	4,0	5,6
	GÜÍMAR	PLAYA LA PUNTILLA	3,7	9,0	17,0	23,6
	GÜÍMAR	PLAYA LA RESTINGA	13,1	16,0	49,0	82,8
	GÜÍMAR	PLAYA RABIOSA	21,5	33,0	77,0	100,0
	ICOD DE LOS VINOS	PLAYA EL MONIS	7,3	8,0	23,0	46,7
	ICOD DE LOS VINOS	PLAYA LA CORONELA	6,3	11,0	21,0	40,2
	ICOD DE LOS VINOS	PLAYA SAN MARCOS	14,1	17,0	52,0	86,9
	LA GUANCHA	PLAYA SANTO DOMINGO	0,0	0,0	8,0	14,9
	LA LAGUNA	PLAYA EL NAVÍO	6,6	7,0	25,0	42,4
	LA LAGUNA	PLAYA ARENISCO	6,3	7,0	22,0	40,2
	LA LAGUNA	PLAYA CALETA DE LA BARRANQUERA	2,3	3,0	8,0	14,7
	LA LAGUNA	PLAYA CALETA DEL MUERTO	11,8	15,0	45,0	75,0
	LA LAGUNA	PLAYA DE OCARINA	4,9	5,0	16,0	28,5
	LA LAGUNA	PLAYA DE PACHILA	7,5	10,0	26,0	44,4
	LA LAGUNA	PLAYA DE TROCHE	19,3	26,0	72,0	100,0
	LA LAGUNA	PLAYA DEL ARENAL	16,9	22,0	59,0	100,0
	LA LAGUNA	PLAYA DEL GARAJAO	16,4	20,0	56,0	91,1
	LA LAGUNA	PLAYA EL APIO	3,7	5,0	14,0	23,6
	LA LAGUNA	PLAYA EL BOQUERÓN	19,7	27,0	72,0	100,0
	LA LAGUNA	PLAYA EL JUNQUILLO O EL ROQUETE	11,5	15,0	44,0	72,9
	LA LAGUNA	PLAYA LAS CAÑITAS	4,7	6,0	18,0	30,2

ISLA	MUNICIPIO	NOMBRE	2050		2100	
			CC MEDIO (RCP4.5-P50)	CC EXTREMO (RCP8.5-P95)	CC MEDIO (RCP4.5-P50)	CC EXTREMO (RCP8.5-P95)
	LA LAGUNA	PLAYA LOS CALLEJONES	2,2	5,0	9,0	14,1
	LA OROTAVA	PLAYA DEL ANCON	19,7	26,0	74,0	100,0
	LA OROTAVA	PLAYA EL BOLLULLO	6,2	7,0	20,0	33,2
	LA OROTAVA	PLAYA LOS PATOS	16,4	21,7	59,3	90,3
	LA VICTORIA DE ACENTEJO	PLAYA BARRANCO HONDO	0,0	0,0	7,0	9,2
	LOS REALEJOS	PLAYA DE CASTRO	18,7	22,0	65,0	100,0
	LOS REALEJOS	PLAYA DE EL ROQUE	4,4	8,0	15,0	28,2
	LOS REALEJOS	PLAYA EL SOCORRO	17,1	24,0	60,0	100,0
	LOS REALEJOS	PLAYA GORDEJUELA	13,3	16,5	48,5	83,2
	LOS REALEJOS	PLAYA LA GRIMONA	11,9	14,0	43,0	76,1
	LOS SILOS	PLAYA CHARCO DE LA ARAÑA	14,2	17,0	51,0	90,7
	LOS SILOS	PLAYA DE AGUA DULCE	8,3	7,0	30,0	52,8
	PUERTO DE LA CRUZ	PLAYA CHICA	10,0	12,0	34,0	58,5
	PUERTO DE LA CRUZ	PLAYA DEL CASTILLO	6,5	8,0	22,0	38,2
	PUERTO DE LA CRUZ	PLAYA EL MUELLE	4,0	5,0	16,0	25,1
	PUERTO DE LA CRUZ	PLAYA MARTIANEZ	8,6	11,5	29,5	49,1
	PUERTO DE LA CRUZ	PLAYA PUNTA BRAVA	7,0	9,0	24,0	41,5
	SAN JUAN DE LA RAMBLA	PLAYA LAS AGUAS	9,3	14,0	34,0	59,5
	SAN JUAN DE LA RAMBLA	PLAYA LOS ROQUES	7,0	10,0	24,0	44,6
	SAN MIGUEL DE ABONA	PLAYA AMARILLA	8,5	9,0	35,0	53,9
	SANTA CRUZ DE TENERIFE	CALETA DE NEGROS	2,4	4,0	9,0	15,8
	SANTA CRUZ DE TENERIFE	PLAYA DEL DRAGUILLO	5,3	6,0	17,0	33,8
	SANTA CRUZ DE TENERIFE	PLAYA CHICA	16,0	22,0	57,0	100,0
	SANTA CRUZ DE TENERIFE	PLAYA DE ALMÁCIGA	16,5	20,0	57,0	98,7
	SANTA CRUZ DE TENERIFE	PLAYA DE ANOSMA	6,3	9,0	23,0	40,0
	SANTA CRUZ DE TENERIFE	PLAYA DE ANTEQUERA	9,5	10,0	34,0	63,8
	SANTA CRUZ DE TENERIFE	PLAYA DE BENIJO	6,8	9,0	24,0	40,2
	SANTA CRUZ DE TENERIFE	PLAYA DE IJUANA	15,5	18,0	53,0	97,3
	SANTA CRUZ DE TENERIFE	PLAYA DE LA BRUJA	30,5	40,0	100,0	100,0
	SANTA CRUZ DE TENERIFE	PLAYA DE LA CUEVA DEL AGUA	25,4	31,0	93,0	100,0
	SANTA CRUZ DE TENERIFE	PLAYA DE LAS GAVIOTAS	10,5	12,0	40,0	69,0
	SANTA CRUZ DE TENERIFE	PLAYA DE LAS TERESITAS	10,3	13,2	37,6	66,7
	SANTA CRUZ DE TENERIFE	PLAYA DE LOS ALEMANES	9,1	12,0	35,0	58,1
	SANTA CRUZ DE TENERIFE	PLAYA DE LOS TOSCALITOS	20,0	25,0	70,0	100,0
	SANTA CRUZ DE TENERIFE	PLAYA DE ROQUE BERMEJO	19,0	21,0	64,0	100,0
	SANTA CRUZ DE TENERIFE	PLAYA DE SANTA ANA	14,1	20,0	60,0	90,0
	SANTA CRUZ DE TENERIFE	PLAYA DE TACHERO	6,8	9,0	25,0	43,2
	SANTA CRUZ DE TENERIFE	PLAYA DE TAMAÍSTE	6,3	7,0	22,0	40,0
	SANTA CRUZ DE TENERIFE	PLAYA DE VALLESECO	0,0	0,0	57,0	100,0
	SANTA CRUZ DE TENERIFE	PLAYA DE ZÁPATA	19,6	22,0	72,0	100,0
	SANTA CRUZ DE TENERIFE	PLAYA DEL CARDONAL	4,4	6,0	16,0	28,0

ISLA	MUNICIPIO	NOMBRE	2050		2100	
			CC MEDIO (RCP4.5-P50)	CC EXTREMO (RCP8.5-P95)	CC MEDIO (RCP4.5-P50)	CC EXTREMO (RCP8.5-P95)
	SANTA CRUZ DE TENERIFE	PLAYA DEL FUENTECILLO	12,4	16,0	45,0	79,1
	SANTA CRUZ DE TENERIFE	PLAYA DEL RECANTO	24,5	28,0	85,0	100,0
	SANTA CRUZ DE TENERIFE	PLAYA DEL ROQUE DE LAS BODEGAS	6,9	9,0	25,0	44,1
	SANTA CRUZ DE TENERIFE	PLAYA EL ATRACADERO	28,6	36,0	100,0	100,0
	SANTA CRUZ DE TENERIFE	PLAYA EL LLANO	21,1	28,0	78,0	100,0
	SANTA CRUZ DE TENERIFE	PLAYA EL MUELLE	22,9	27,0	77,0	100,0
	SANTA CRUZ DE TENERIFE	PLAYA FABIÁN	13,7	17,0	50,0	87,5
	SANTA CRUZ DE TENERIFE	PLAYA LAS ARENITAS	0,0	0,0	0,0	0,5
	SANTA CRUZ DE TENERIFE	PLAYITA DEL BURRO	5,0	5,0	18,0	31,7
	SANTIAGO DEL TEIDE	PLAYA DE BARRANCO SECO	2,8	3,0	10,0	17,9
	SANTIAGO DEL TEIDE	PLAYA DE LA CANALITA	11,1	15,0	44,0	70,2
	SANTIAGO DEL TEIDE	PLAYA DE LOS GUÍOS	15,9	21,0	62,0	100,0
	SANTIAGO DEL TEIDE	PLAYA LA ARENA	6,3	8,0	25,0	43,1
	SANTIAGO DEL TEIDE	PLAYA SANTIAGO	7,9	12,0	42,0	67,5
	TACORONTE	PLAYA CHARCO BLANCO	11,9	15,0	41,0	76,0
	TACORONTE	PLAYA DE LA ARENA / MESA DEL MAR	10,1	13,0	36,0	59,8
	TACORONTE	PLAYA DEL ARENAL	17,1	22,7	60,3	91,6
	TACORONTE	PLAYA EL CAMELLO	5,8	9,0	21,0	37,3
	TACORONTE	PLAYA EL PRIS	6,6	9,0	26,0	41,9
	TACORONTE	PLAYA EL RINCÓN	4,2	7,0	17,0	26,9
	TACORONTE	PLAYA EL SARGO	2,0	4,0	8,0	12,9

5.3 IMPACTOS POR SUBIDA DE LA TEMPERATURA MEDIA DEL MAR

5.3.1 ESCENARIOS

Los impactos de la subida de la temperatura del mar (SST) sobre las comunidades marinas se han evaluado cualitativamente cruzando las proyecciones de temperatura (ver sección 3.4. Aumento de la temperatura media del mar) con la cartografía de hábitats marinos (ver sección 4.6.2.1. Exposición de las comunidades marinas) mediante una matriz de vulnerabilidad (ver sección 4.6.2.1. Vulnerabilidad de las comunidades marinas), en cuatro escenarios:

- 1) **2050-Escenario CC medio.** Subida de la temperatura superficial media del mar en un escenario de estabilización en la emisión de GEIs (RCP4.5) a mediados de siglo.
- 2) **2050- Escenario CC extremo.** Subida de la temperatura superficial media del mar en un escenario de no estabilización en la emisión de GEIs (RCP8.5) a mediados de siglo.
- 3) **2100- Escenario CC extremo.** Subida de la temperatura superficial media del mar en un escenario de estabilización en la emisión de GEIs (RCP4.5) a finales de siglo.
- 4) **2100- Escenario CC extremo.** Subida de la temperatura superficial media del mar en un escenario de no estabilización en la emisión de GEIs (RCP8.5) a finales de siglo.

Para realizar esta evaluación, se han promediado los valores de subida de la temperatura marina de cada uno de estos escenarios, en cada entidad de la cartografía de comunidades marinas de Canarias. A partir de los valores de SST de los nodos de las proyecciones del IHC (2019), de resolución ~5 km, se ha efectuado una interpolación por distancia inversa ponderada para obtener un modelo continuo en formato raster de 100x100 m. Una vez obtenido este modelo, se ha procedido a realizar una estadística zonal de la media del ascenso de temperatura en cada entidad de la cartografía.

5.3.2 RESULTADOS

Según los umbrales establecidos en la matriz de vulnerabilidad en relación a los cambios de temperatura modelizados para 2050 y 2100, las comunidades no sufrirán tendencias diferenciadas entre los escenarios medio y extremo (RCP4.5 y RCP8.5) de 2050, mientras que sí podrán observarse tendencias diferenciadas en las comunidades entre estos mismos escenarios (RCP4.5 y RCP8.5) en 2100.

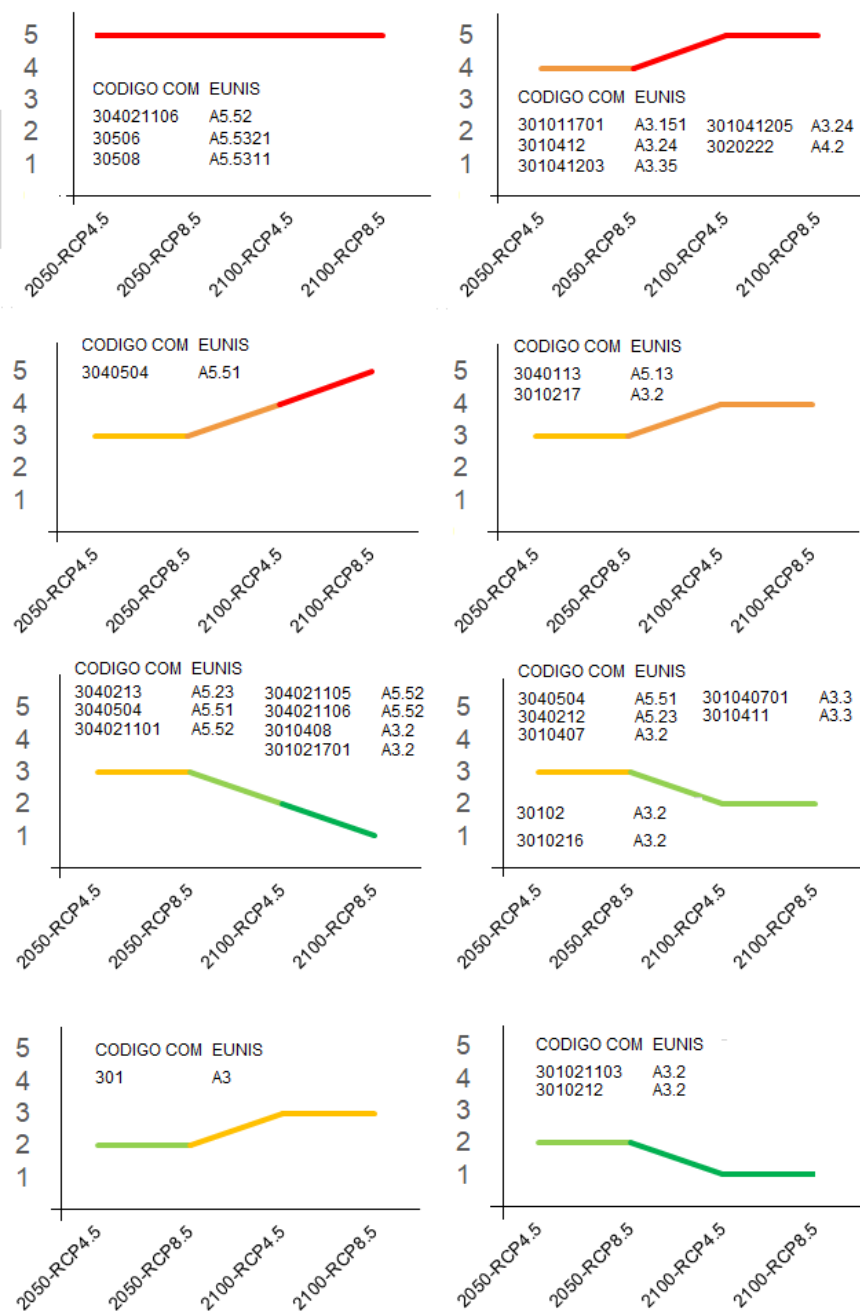


Figura 95. Evolución teórico-cualitativa (en escala 1-5) de las comunidades marinas de Canarias en función de los cambios de temperatura observados en los modelos, donde 1 significa una esperable evolución claramente expansiva, 3 una evolución estable o neutra, y 5 una esperable evolución claramente regresiva.

En 2050, en ambos escenarios de cambio climático (RCP4.5 y RCP8.5), se espera que la mayor parte de los hábitats marinos actuales de Canarias, en términos superficiales, mantenga evoluciones estables (cerca del 35%) o estables a expansivas (cerca del 50%). A mediados de siglo, las evoluciones estables a regresivas, o claramente regresivas, de los hábitats marinos, aunque puedan afectar a una proporción baja de la superficie marina (aproximadamente el 15%), podrán tener consecuencias ecosistémicas de gran importancia. En 2100, tanto en el escenario de cambio climático medio (RCP4.5) como en el extremo (RCP8.5), se podrá observar un aumento, hasta alcanzar el 15% de la superficie, de las comunidades claramente regresivas, y una disminución de la superficie marina colonizada por comunidades que experimentarán evoluciones estables (hasta el 15%). Del escenario medio (RCP4.5) al extremo (RCP8.5), podrán aumentar drásticamente la superficie colonizada por comunidades de tendencia claramente expansiva, del 45% al 70%. Esto último está indicando ya una clara desestabilización ecosistémica marina para los escenarios de cambio climático de 2100, con una tendencia muy fuerte al avance de ciertas comunidades, favorecidas por la tropicalización por encima de umbrales críticos, o a la fuerte regresión de otras, perjudicadas por este mismo proceso.

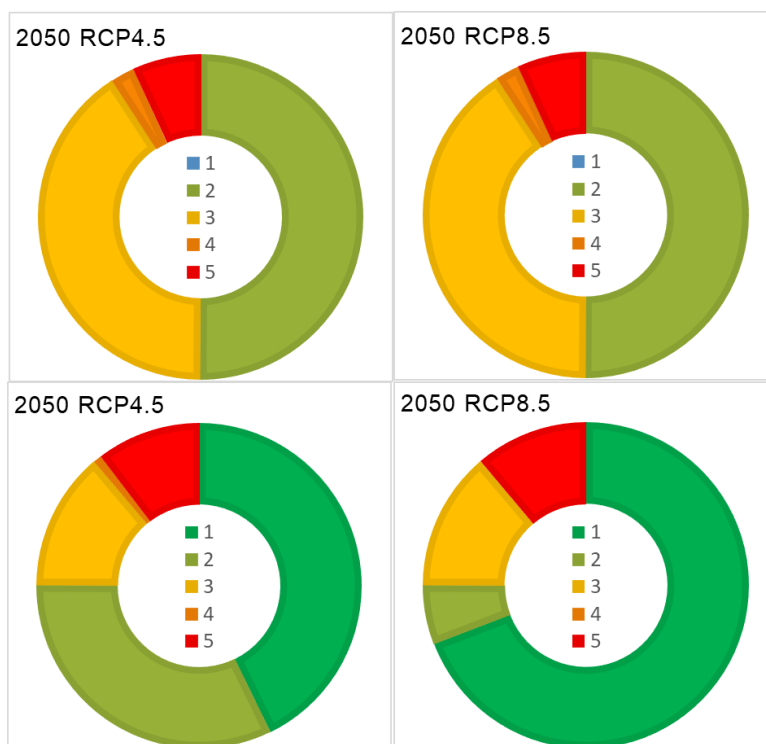


Figura 96. Proporción de comunidades marinas, en términos de superficie cartográfica, que experimentarán tendencias expansivas (1), estables a expansivas (2), estables (3), estables a regresivas (4) y regresivas (5).

5.3.2.1 *Especies y comunidades de evolución expansiva*

El cambio climático tendrá un efecto directo sobre el área de distribución de las macroalgas más abundantes del fitobentos de las islas Canarias. Previsiblemente el límite sur de las áreas de distribución de las macroalgas es el más vulnerable y se desplazará hacia las latitudes más septentrionales a medida que aumenten las temperaturas. En este sentido, las especies incapaces de crecer a temperaturas superiores a 20-24°C desaparecerán en el límite sur de su distribución actual.

En términos generales, se prevé que incrementen su distribución los hábitats donde está presente las especies del género *Caulerpa*, así como los fondos de Maërl, blanquiales de *D. antillarum*, algas esciáfilas y *Avrainvillea canariensis*.

Las especies del género *Dictyotales* y algas filamentosas con afinidad tropical aumentarán su distribución en el litoral y colonizarán nuevas zonas ante un escenario de aumento paulatino de la temperatura del agua de mar en Canarias (Díaz-Púlido et al., 2009; Eich et al., 2019; Fricke et al., 2011; Hernández et al., 2017, 2018; Sangil et al., 2012, 2018). Las condiciones futuras de pH y temperatura beneficiarán a las especies de algas tropicales como *L. variegata* (Hernández et al., 2017, 2018; Oñate-González, 2018; Sangil et al., 2012; Vieira, 2015). Ante el paulatino incremento de temperatura, estos elementos no cambiarán ya que tienen una afinidad tropical, pero sí su fenología. Esta posible expansión tendrá un efecto negativo sobre las comunidades anejas, ya que esta especie tiene una gran actividad alelopática que inhibe el crecimiento de muchas especies de macroalgas, relegándolas a profundidades mayores o a zonas menos favorables.

Los fondos de Maërl, compuestos mayoritariamente por algas calcáreas que pueden ser de las familias *Corallinaceae*, *Hapalidiaceae* o *Peyssoneliaceae*, construyen hábitats de una enorme biodiversidad (Ballesteros 1988, 1994; Peña y Bárbara 2008; Joher et al. 2012, 2015; Peña et al. 2014). Estos fondos formados por lechos de Maërl (algas coralinas calcáreas no geniculadas de vida libre) desempeñan un papel importante como estructurantes de ecosistemas en las zonas costeras de todo el mundo. Debido a su naturaleza calcárea, el calentamiento del agua de mar puede tener un efecto contrapuesto. Los factores limitantes en su crecimiento y desarrollo son el pH, la luz, la temperatura y la concentración y disponibilidad de nutrientes. Ante un escenario climático con estaciones de mayor irradiancia, en particular en los veranos, todo sugiere un efecto positivo por fotoperíodos prolongados y la capacidad de las especies formadoras de Maërl para hacer frente a valores más bajos de pH a temperaturas elevadas. La combinación de acidificación y calentamiento de los océanos impacta en la respuesta fotosintética y de calcificación de las especies de Maërl a diferentes irradiancias. Se sabe que las tasas máximas de producción primaria bruta y tasas de calcificación aumentan

con el aumento de la temperatura hasta un óptimo térmico y luego disminuyen abruptamente con un aumento adicional de la temperatura (Basso, 2012; Bosence and Wilson, 2003; Wilson et al., 2004).

Las tasas de crecimiento de especies del género *Caulerpa* están correlacionadas con la temperatura (Komatsu et al., 1997), siendo una de las principales razones de su crecimiento en zonas con mayor aumento de la misma, como puede ser el Mediterráneo (Raniello et al., 2004; Ruitton et al., 2005). Además, las especies de este género han mostrado una alta capacidad de aclimatación a la variación térmica (Ruitton et al., 2005). En concreto, Verlaque et al., (2004) han demostrado la correlación de temperatura de *Caulerpa racemosa*. Esta especie es de origen tropical y procede del Mar Rojo, siendo *C. racemosa* var. *cylindracea* nativa del suroeste de Australia (Verlaque et al. 2003). En Canarias, es una especie invasora, se desarrolla sobre un amplio rango de profundidades (hasta los 60 metros) y es capaz de colonizar todo tipo de biocenosis fotófilas infralitorales y circalitorales y sustratos (rocoso, arenoso, etc.). Se han detectado crecimientos masivos de la misma en las zonas infralitorales que están sufriendo un aumento de la sedimentación y en seadales (praderas de fanerógamas de *Cymodocea nodosa*) afectados por los crecimientos masivos de cianobacterias como *Lyngbya majuscula* y *Blennothrix lyngbyacea* (Cuetara-Sánchez, 2020; Sangil et al., 2012). Estos crecimientos masivos se ven favorecidos por aumento de la temperatura del agua de mar entre otros factores. También se ha observado creciendo en fondos sedimentarios detríticos con y sin comunidades de coralináceas no geniculadas de vida libre (Maërl).

Por otro lado, *Caulerpa prolifera* es una especie nativa que está ampliamente distribuida por todo el archipiélago canario y que en algunas ocasiones puede tener un comportamiento invasivo. De acuerdo a experimentos manipulativos (Terrados and Ros, 1992; Ukabi et al., 2013) *C. prolifera* tiene su máximo de crecimiento hasta los 30°C por lo que un aumento en la temperatura del agua de mar puede resultarle beneficioso frente a otras especies consideradas estenotermas. Por otro lado, la relación negativa entre *C. prolifera* y *C. nodosa* mostrada por diversos estudios sugiere que existe una competencia entre las dos especies (Alexandre and Santos, 2020; Pérez-Ruzafa et al., 2012).

Avrainvillea canariensis es otra especie que ve favorecida su distribución y colonización ante un escenario de aumento paulatino de la temperatura del agua de mar en zonas templadas, como evidencian algunos artículos científicos (Cox et al., 2017; Koch et al., 2013; Ribeiro et al., 2019). Es la única especie este género que se da en el Atlántico Este y, hasta ahora, su distribución se limitaba a las Islas Canarias donde se consideró la especie un neoenemismo, es decir, una especie que nunca se ha encontrado fuera de su lugar de origen

(Afonso-Carrillo, 2014). Recientemente se ha encontrado *A. canariensis* formando praderas mesofíticas en Madeira (Ribeiro et al., 2019).

Styopodium zonale es una de las especies que está mostrando mayor penetración en hábitats regresivos, así como muchas especies de *Dictyota* (Álvarez-Canali, 2015; Sansón et al., 2002). Ante un paulatino aumento de la temperatura del agua de mar en Canarias se espera que *S. zonale* sea una de las especies que tengan una ventaja competitiva frente a otras especies de macroalgas. Lo que puede perjudicar a la fauna asociada a ellas ya que *S. zonale* es una potente productora de compuestos citotóxicos (Gerwick and Fenical, 1981).

Por otro lado, *P. pavonica* es una especie ampliamente distribuida y presente en todo el archipiélago canario (Haroun et al., 2002) a la que el calentamiento global puede beneficiarle dado que su temperatura óptima de crecimiento está en torno a los 26°C, donde presenta máximos de esporulación, siendo letal a 31.5°C (Cuetara-Sánchez, 2020; Parravicini et al., 2015; Savva et al., 2018). Si bien un aumento de la temperatura puede resultarle ventajoso frente a otras especies con la que comparte nichos ecológicos, una consecuente disminución del pH del agua de mar puede ser negativo y por tanto un factor de regresión en las comunidades donde crece (Gil-Díaz et al., 2014).

En las Islas Canarias se encuentran tres especies de fanerógamas marinas: *Cymodocea nodosa*, *Halophila decipiens* y *Zostera noltii*. De estas, *Zonaria tournefortii* es una especie epilítica esciáfila, que crece comúnmente desde los charcos de rocas eulitorales inferiores hasta 30 m de profundidad (Neto et al. 2000). Las mayores tasas de crecimiento y biomasa coinciden con los meses de máxima irradiancia y temperatura del agua (23-25 °C) en la superficie del mar, al contrario de lo que parece ocurrir en otras dictyotales de afinidad tropical, que muestran un desarrollo óptimo en la estación fría, dado que las temperaturas de verano superan el límite de su supervivencia. Esta diferencia entre estrategias de reproducción y temperatura óptimas de crecimiento hace que *Z. tournefortii* sea una especie que se pueda beneficiar del cambio climático.

Zoanthus spp es una especie distribuida no indígena en las Islas Canarias y Macaronesia subtropical. En su hábitat de procedencia, los estudios no indican que su expansión esté relacionada con el incremento de la temperatura (Seyfabadi et al 2020). Sin embargo, los estudios desarrollados en Canarias apuntan que la distribución de *Zoanthus* spp. esta correlacionada con el incremento de la temperatura, especialmente para las comunidades infralitorales (Batista 2019). Con el aumento de la temperatura se espera la expansión de las colonias de *Zoanthus* spp. en el infralitoral canario (López et al. 2019).

La explosión demográfica del erizo *Diadema africanum* en los ecosistemas sumergidos rocosos del litoral canario está provocando una intensa desertización, generando los popularmente conocidos como fondos de

“blanquiales”, debido al color blanco que adquiere el recubrimiento calcáreo (Cabanillas Terán 2009). El brote de población de erizo *D. africanum* se detectó en primer lugar en Abades y Boca Cangrejo en Tenerife durante 2004 y 2005, y estas proliferaciones se relacionaron entonces con los incrementos de temperatura (Hernández, 2006, Hernández et al., 2006a,). Conforme a esto datos se espera una expansión de estos hábitats reductores de la biodiversidad.

5.3.2.2 *Especies y comunidades de evolución neutra o no determinable*

Los hábitats de arenas fangosas infralitorales y circalitorales dominados por la especie de poliqueto *Bispira viola* (Grube 1830) están identificados en el sur de Tenerife y sur de La Gomera. La presencia de este poliqueto está confirmada en Tenerife, La Gomera, La Palma, Gran Canaria y Lanzarote, y no se descarta que se encuentre también en las dos islas restantes de Fuerteventura y El Hierro (Barquin-Díez et al. 2005). En publicaciones científicas y bibliografía escasa de este poliqueto no se han encontrado evidencias en relación con el incremento de la temperatura.

Los hábitats de arenas fangosas infralitorales y circalitorales, dominados por la especie de anguila jardinera (*Heteroconger longissimus*), están identificados mayormente en las islas de La Gomera, Gran Canaria, Tenerife y La Palma, aunque también se observa en menor proporción en las islas de Fuerteventura y Lanzarote. No obstante, esta especie es muy común en los hábitats arenosos de las Islas Canarias, aunque los estudios en ese ámbito son muy escasos (Martín-García et al. 2013). La distribución de esta especie está dominada por el tipo de sustrato, profundidad y complejidad de terreno, si bien por ahora no se ha estudiado la relación de su distribución con la temperatura (Martín-García et al. 2013).

5.3.2.3 *Especies y comunidades de evolución regresiva*

Gelidium canariense es una especie endémica de Canarias que convive en la zona sublitoral superior con *Gelidium arbusculum* Bory ex Børgesen (Martínez et al., 2015). Estas macroalgas bentónicas son especies formadoras de dosel de las costas rocosas expuestas. La adhesión y la colonización de un nuevo sustrato por esporas es uno de los procesos más importantes en el ciclo de vida de las algas marinas bentónicas, y las esporas de gelidiales son especialmente sensibles a cambios del medio, en particular la temperatura del agua del mar (Gil-Rodríguez et al., 2012; Santelices, 1991). En general las especies de *Gelidium* mantienen su metabolismo dentro de unos rangos de temperatura superficial del mar muy definidos. Su presencia se da en aguas cuya temperatura superficial oscila en un rango de $\pm 2.5^{\circ}\text{C}$; siendo, por ello, una de las variables más

limitantes para el hábitat de la especie. Otros factores importantes que contribuyen al debilitamiento y posterior desaparición de las comunidades de gelidiales son la irradiación y altura significativa de ola (Alfonso et al., 2019; Díez et al., 2012; Ran et al., 2020; Ramos et al., 2020).

Los conjuntos de macroalgas de Canarias y Madeira ocupan una posición intermedia entre las regiones templadas cálidas y tropicales (Haroun et al., 1993). En estos archipiélagos, los taxones con afinidad por aguas más frías (por ejemplo, *Gongolaria* spp. y *Halopteris scoparia*) sufrirán una regresión ante un escenario de tropicalización. *Halopteris scoparia* disminuirá su distribución como formadora de comunidades de roca infralitoral superior moderadamente expuesta, frente a un aumento de *Padina pavonica*, que soporta temperaturas superiores en donde los máximos de crecimiento y esporulación están en torno a 26°C.

En general y de acuerdo con las referencias y estudios publicados en Canarias, las algas rojas son dominantes y constituyen el 72.8% del total de las especies reconocidas en ambientes esciáfilos (Sangil et al., 2005, 2012; Riera et al., 2015). Muchas de las especies que se dan en estos ambientes son altamente sensibles a cambios ambientales y en particular a la temperatura del agua de mar. Entre las especies particularmente sensibles y con mayor probabilidad de evolución regresiva, se encuentran *Apoglossum ruscifolium*, *Botryocladia botryoides*, *Callithamnion corymbosum*, *Ceramium echionotum*, *Dasya rigidula*, *Haraldia lenormandii*, *Meredithia microphylla*, *Peyssonelia harveyana*, *Plocamium cartilagineum*, *Rhodymenia pseudopalmata* y *Veleroa complanata*.

Las praderas submareales de *Cystoseira* (=Gongolaria) constituyen las comunidades bentónicas más representativas de los fondos rocosos del archipiélago canario. Estudios realizados sobre estas comunidades en diferentes localidades de Canarias durante 30 años han evidenciado un proceso regresivo, con una disminución progresiva de la biomasa y cobertura algal que algunos casos han sido sustituidos por otras algas pardas o por blanquizal.

Las praderas de la fanerógama *C. nodosa* es la que se conoce como "seba" y es la que forma los sebales o praderas con una distribución más amplia y mayor abundancia en las islas³. Son varios los factores que están condicionando la regresión de las praderas de *C. nodosa* en Canarias. Básicamente el aumento progresivo de la temperatura y sobre todo los pulsos de calor aumentan el estrés fisiológico por la ruptura de la función del fotosistema II, debilitando paulatinamente a la planta (Chefaoui et al., 2018; Koch et al., 2013; Ontoria et al., 2019; Tuyá et al., 2014). Este debilitamiento unido a los crecimientos masivos de cianobacterias que se ven

³ <http://www.gobiernodecanarias.org/medioambiente/sostenibilidad/apps/revista/2001/21/265/index.html>

favorecidos por las temperaturas altas, el efecto sombra que hacen sobre las plantas y el aumento de la resistencia mecánica a las corrientes y ondas marinas, hacen que las plantas se desprendan (O'neil et al., 2012; Paul, 2008). Por otro lado, la especie de fanerógama *H. decipiens*, aunque es una especie de afinidad cálida con una distribución pantropical, la influencia de especies con las que comparte nicho, como *C. prolifera* o *Penicillus capitatus*, podría tener un efecto negativo en la comunidad en un escenario de cambio climático.

Los hábitats rocosos infralitorales, dominados por gorgonáceos del género *Leptogorgia*, se han identificado en casi todas las Islas Canarias. Esta especie está adaptada a las fluctuaciones estacionales, especialmente con relación a los cambios de la temperatura, la salinidad y las turbulencias (Alvarado, 1996). El incremento de las temperaturas puede favorecer la distribución del *Leptogorgia* spp. así como otros tipos de gorgonias (Kovacic and Arko Pijevac 2008, Parravicini et al., 2015). Sin embargo, otros autores identifican la significativa mortalidad de las gorgonias durante las olas de calor en el Mediterráneo, causadas por las altas y persistentes temperaturas de superficie (Cerrano et al., 2000, Garrabou et al., 2009, Gatti et al.2017). Debido a que la mortalidad de los corales se relaciona tanto con el cambio climático como con los cambios de pH, se espera finalmente una disminución en la distribución de los hábitats poblados por los corales blandos, como son los gorgonáceos del género *Leptogorgia* (Hall-Spencer et al., 2008; Inoue et al., 2013; Linares et al., 2015; Enochs et al., 2015; Hernández et al 2016).

Las especies coralíneas, como pueden ser las gorgonias, son especies que tiene una alta sensibilidad al cambio climático. En este caso concreto, no solo la temperatura puede afectar a su distribución, sino también la acidificación oceánica derivada de la absorción de CO₂ atmosférico en el océano. De hecho, en el Mediterráneo se han certificado eventos de mortalidad masiva de especies diversas como *Eunicella singularis* y *Paramuricea clavata* (Coma et al., 2006).

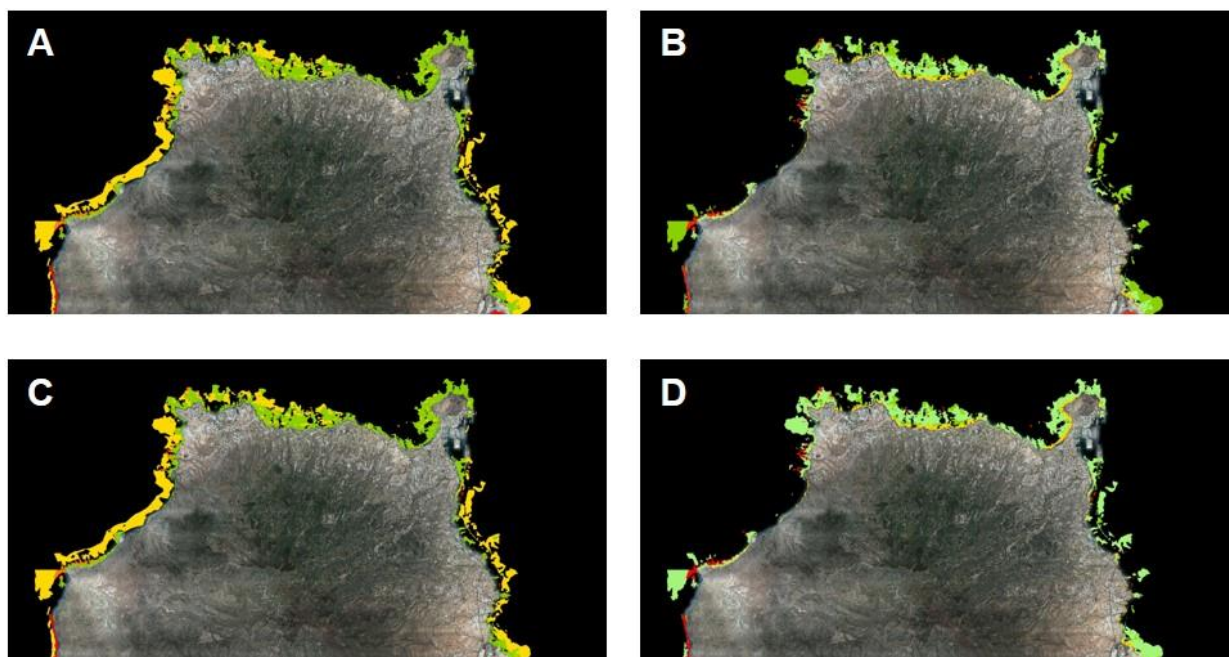


Figura 97. Propuesta de evolución de hábitats marinos debida a la temperatura en la vertiente norte de la isla de Gran Canaria. (A) y (B) corresponden al modelo RCP 4.5 para 2045 y 2100, respectivamente. (C) y (D) para RCP 8.5 para 2045 y 2100, respectivamente

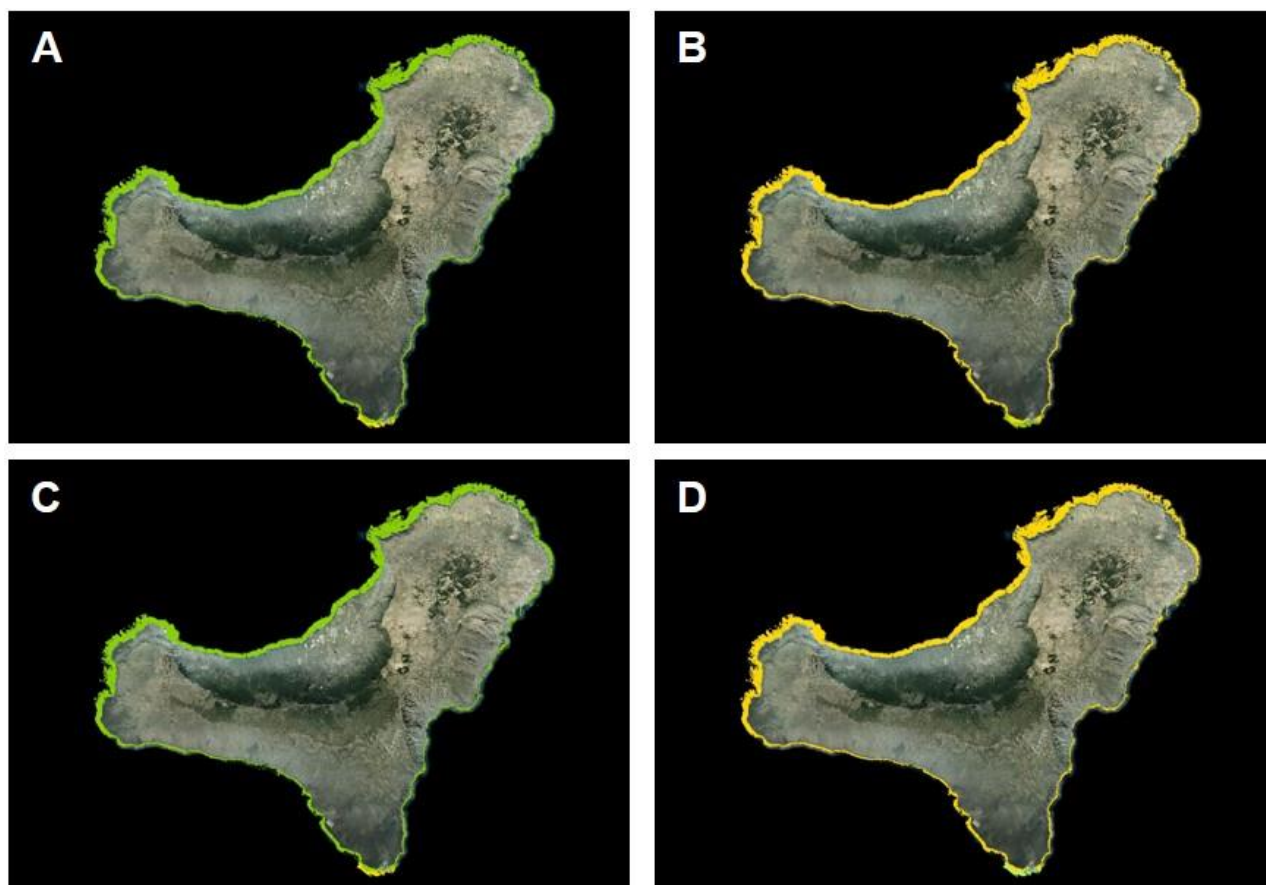


Figura 98. Propuesta de evolución de hábitats marinos debida a la temperatura en la isla de El Hierro. (A) y (B) corresponden al modelo RCP 4.5 para 2045 y 2100, respectivamente. (C) y (D) para RCP 8.5 para 2045 y 2100, respectivamente

5.4 IMPACTOS TOTALES Y RIESGOS COSTEROS

En este apartado se exponen los resultados globales del riesgo de impactos sobre el sistema socioeconómico y ecológico de Canarias, teniendo en cuenta conjuntamente las tres principales amenazas costeras derivadas del cambio climático: inundaciones, erosión costera y SST. Como se expuso en los apartados precedentes, los escenarios evaluados en inundación son 25, mientras que en erosión son 14 y en SST, 4. La correspondencia de escenarios se recoge en la Tabla 57. Los impactos de las inundaciones costeras y la erosión son evaluados en la franja costera terrestre, mientras que los impactos de la SST se refieren exclusivamente a la parte marina, por lo que no mantienen superposición geográfica con los anteriores. En el margen terrestre, los efectos de la inundación y de la erosión han sido agregados, por ejemplo, sumando los resultados de los modelos 3 de inundación y 2 de erosión (Tabla 65), que hacen referencia al mismo escenario. De igual manera se ha procedido, por ejemplo, a sumar los resultados de los modelos 4 de inundación y 2 de erosión (Tabla 65), ya que los efectos de las inundaciones en Tr100 deben acumularse sobre los escenarios menores, aunque no se haya evaluado un escenario Tr100 en erosión.

Tabla 57. Correspondencia de escenarios entre los modelos de inundación, erosión y SST.

ESCENARIO	INUNDACIÓN	EROSIÓN	SST
Actual-PMVE	1	'	'
Actual-Tr5	2	1	'
Actual-Tr50	3	2	'
Actual-Tr100	4	'	'
Actual-Tr500	5	'	'
2050-CCmedio-PMVE	6	3	1
2050-CCmedio-Tr5	7	4	'
2050-CCmedio-Tr50	8	5	'
2050-CCmedio-Tr100	9	'	'
2050-CCmedio-Tr500	10	'	'
2050-CCextremo-PMVE	11	6	2
2050-CCextremo-Tr5	12	7	'
2050-CCextremo-Tr50	13	8	'
2050-CCextremo-Tr100	14	'	'
2050-CCextremo-Tr500	15	'	'
2100-CCmedio-PMVE	16	9	3
2100-CCmedio-Tr5	17	10	'
2100-CCmedio-Tr50	18	11	'

ESCENARIO	INUNDACIÓN	EROSIÓN	SST
2100-CCmedio-Tr100	19	'	'
2100-CCmedio-Tr500	20	'	'
2100-CCextremo-PMVE	21	12	4
2100-CCextremo-Tr5	22	13	'
2100-CCextremo-Tr50	23	14	'
2100-CCextremo-Tr100	24	'	'
2100-CCextremo-Tr500	25	'	'

5.4.1 POBLACIÓN EN RIESGO

El total de población en riesgo por procesos costeros en Canarias (inundación y erosión costera), en un escenario de cambio climático extremo en 2100, puede ascender a los 67.797, considerando la suma de población residente y turística. De este contingente en riesgo, el 68% será la población residente y el 32% población turística.

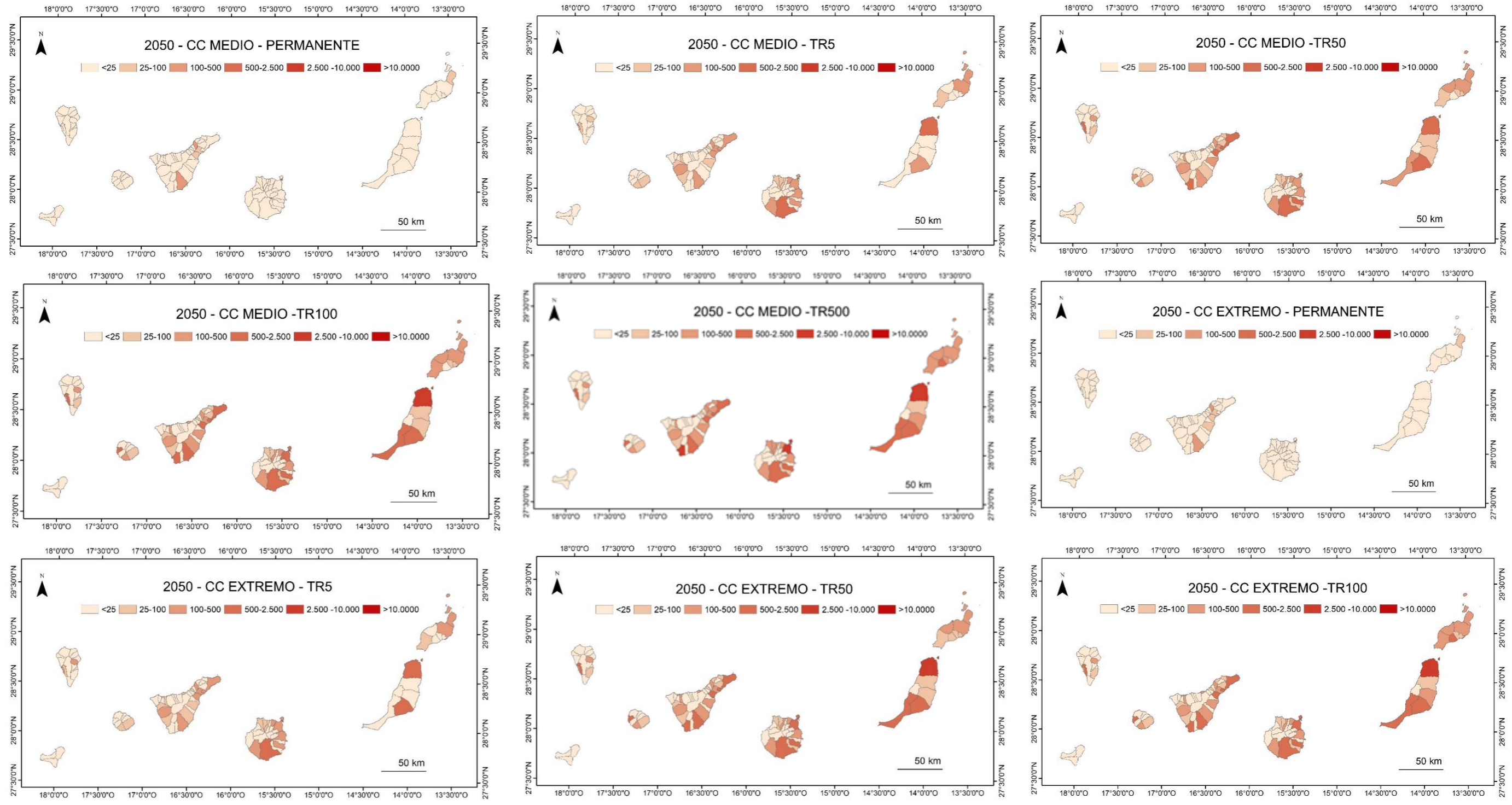
Para obtener una lectura completa de la distribución de la población afectada en los 25 escenarios climáticos, por municipios, islas y provincias, se pueden consultar la Tabla 59. Comparativamente, la provincia de Las Palmas podrá sufrir un impacto de aproximadamente el doble que la provincia de Santa Cruz de Tenerife. De las islas de la provincia de Las Palmas, Gran Canaria será la más afectada, alcanzando cifras de aproximadamente el doble respecto a la Lanzarote y Fuerteventura. A su vez, la isla más afectada de la provincia de Santa Cruz de Tenerife será Tenerife, con cifras muy superiores a las cifras de las islas de La Gomera, La Palma y El Hierro (esta última sólo presenta un total de 41 personas en riesgo en la peor situación marítima del peor escenario climático de 2100). Los municipios más afectados de las islas capitalinas (Tenerife y Gran Canaria) serán, respectivamente Arona y Las Palmas de Gran Canaria. En Fuerteventura destaca por sus afecciones sobre la población el municipio de La Oliva y en Lanzarote, Arrecife. En La Gomera destaca el municipio de Valle Gran Rey, en La Palma, Los llanos de Aridane y Santa Cruz de La Palma, y en El Hierro, Valverde.

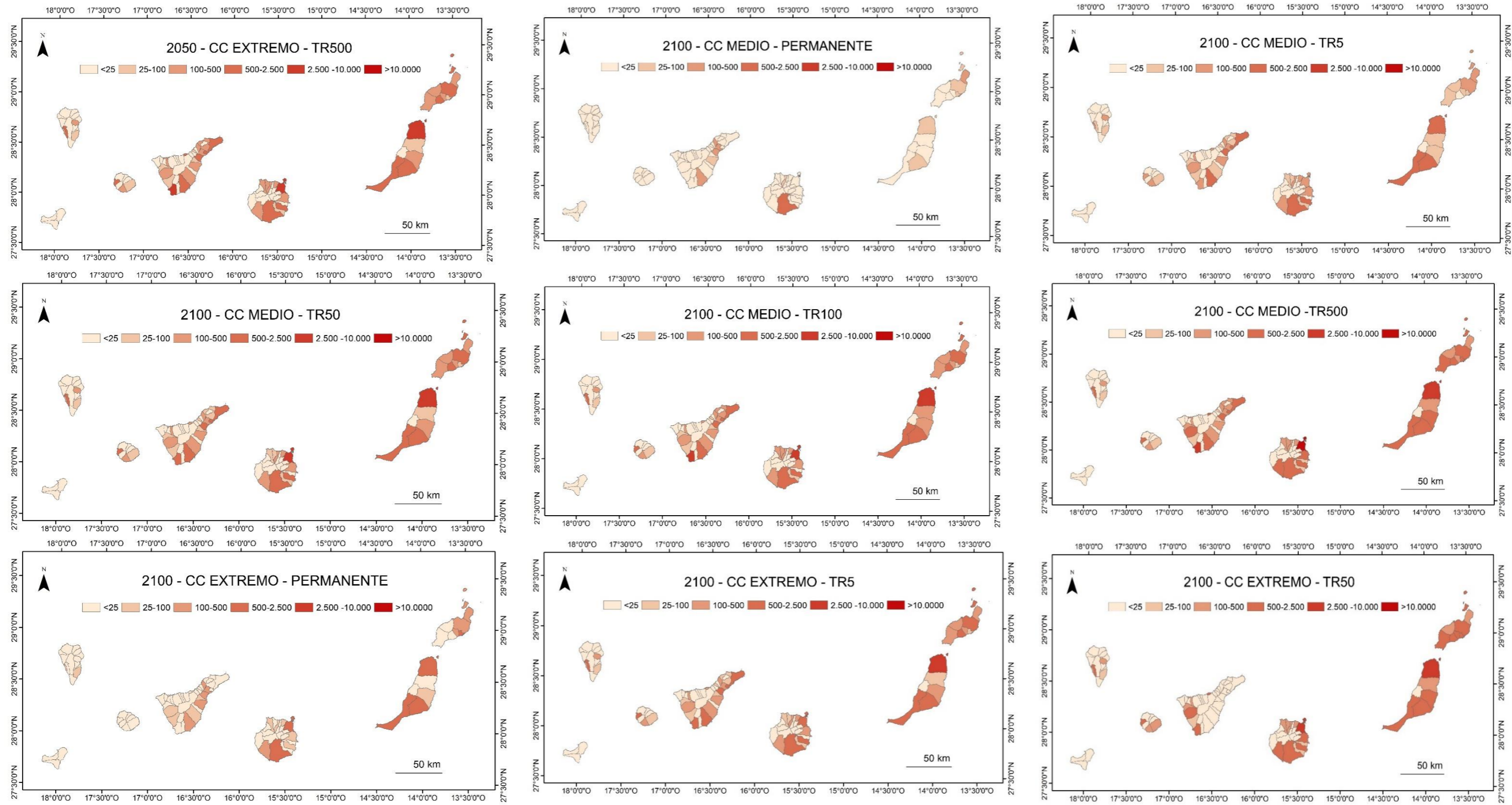
Tabla 58. Población total de Canarias afectada por inundaciones y erosión costera en 2050 y 2100.

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CAMBIO CLIMATICO	SITUACIÓN MARÍTIMA	POBLACION (N)			
			RESIDENTE	TURISTICA	TOTAL	CIRCULANTE
<i>Actual</i>		<i>Permanente</i>	407	178	585	0
		<i>Tr5</i>	2103	364	2467	2834
		<i>Tr50</i>	7347	1733	9080	6240
		<i>Tr100</i>	8356	2276	10632	7401
		<i>Tr500</i>	13266	4102	17368	11198
<i>2050</i>	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>Permanente</i>	504	178	682	0
		<i>Tr5</i>	4673	1475	6148	4817
		<i>Tr50</i>	10001	2912	12913	8769
		<i>Tr100</i>	12177	3314	15491	10513
		<i>Tr500</i>	18113	7354	25467	16842
	<i>Extremo (RCP8.5-P95)</i>	<i>Permanente</i>	561	178	739	0
		<i>Tr5</i>	5968	1566	7534	5800
		<i>Tr50</i>	11772	4250	16022	10530
		<i>Tr100</i>	13845	5893	19738	12458
		<i>Tr500</i>	22611	8724	31335	20327
<i>2100</i>	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>Permanente</i>	897	720	1617	0
		<i>Tr5</i>	9827	3062	12889	9060
		<i>Tr50</i>	17322	8559	25881	16627
		<i>Tr100</i>	20409	9657	30066	19601
		<i>Tr500</i>	31614	13788	45402	30724
	<i>Extremo (RCP8.5-P95)</i>	<i>Permanente</i>	2999	1201	4200	0
		<i>Tr5</i>	18368	8125	26493	17083
		<i>Tr50</i>	25604	14163	39767	30013
		<i>Tr100</i>	36895	16953	53848	36194
		<i>Tr500</i>	47086	20711	67797	50368

MUNICIPIO / ISLA / PROVINCIA / CCAA	ACTUAL					2050										2100									
						CC MEDIO (RCP4.5-P50)										CC MEDIO (RCP4.5-P50)					CC EXTREMO (RCP8.5-P95)				
	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	
SAN JUAN DE LA RAMBLA	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	0	2	3	0	0	0	3	3	0	0	3	3	3	
SAN MIGUEL DE ABONA	0	11	11	11	11	0	10	10	10	10	10	10	10	10	0	10	10	10	10	0	10	0	10	10	
SANTA CRUZ DE TENERIFE	0	0	452	540	583	0	335	550	566	607	396	552	582	612	0	539	607	612	688	0	606	0	707	741	
SANTA ÚRSULA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SANTIAGO DEL TEIDE	0	5	56	56	83	0	56	56	82	96	56	82	82	96	0	56	82	96	103	0	82	103	103	103	
TACORONTE	124	124	147	147	150	124	147	147	147	169	147	147	147	169	124	147	151	161	190	66	147	0	224	240	
TEGUESTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
VILAFLORES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL TENERIFE	440	873	2769	3131	4807	481	2138	3999	4865	7541	2381	4445	5209	7895	575	3739	6713	8440	11486	751	6531	2991	12027	16259	
AGULO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ALAJERÓ	0	20	99	101	181	0	115	209	209	322	128	209	223	322	0	209	322	350	350	0	350	352	352	368	
HERMIGUA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	8	
SAN SEBASTIÁN DE LA GOMERA	0	47	59	60	68	0	19	38	38	38	29	38	38	38	0	38	38	38	53	0	38	410	520	700	
VALLE GRAN REY	0	0	203	250	853	0	0	493	602	880	21	583	856	934	0	236	874	885	998	0	888	1107	1113	1212	
VALLEHERMOSO	0	7	7	8	8	0	6	8	8	8	6	8	8	8	0	7	8	8	10	0	8	9	16	18	
TOTAL LA GOMERA	0	74	368	419	1110	0	140	748	857	1248	184	838	1125	1302	0	490	1242	1281	1411	0	1284	1878	2005	2306	
TOTAL SANTA CRUZ	450	1194	3683	4598	7014	493	2698	5798	6795	9928	3047	6350	7424	10352	591	4795	9058	10854	14124	823	8915	6236	15573	20473	
TOTAL CANARIAS	585	2469	9082	10631	17366	682	6148	12913	15491	25467	7534	16022	19738	31335	1617	12889	25881	30066	45402	4200	26493	39767	53848	67797	

Tabla 59. Población total afectada por inundaciones y erosión costera en 2050 y 2100, desagregada por municipios, islas y provincias.





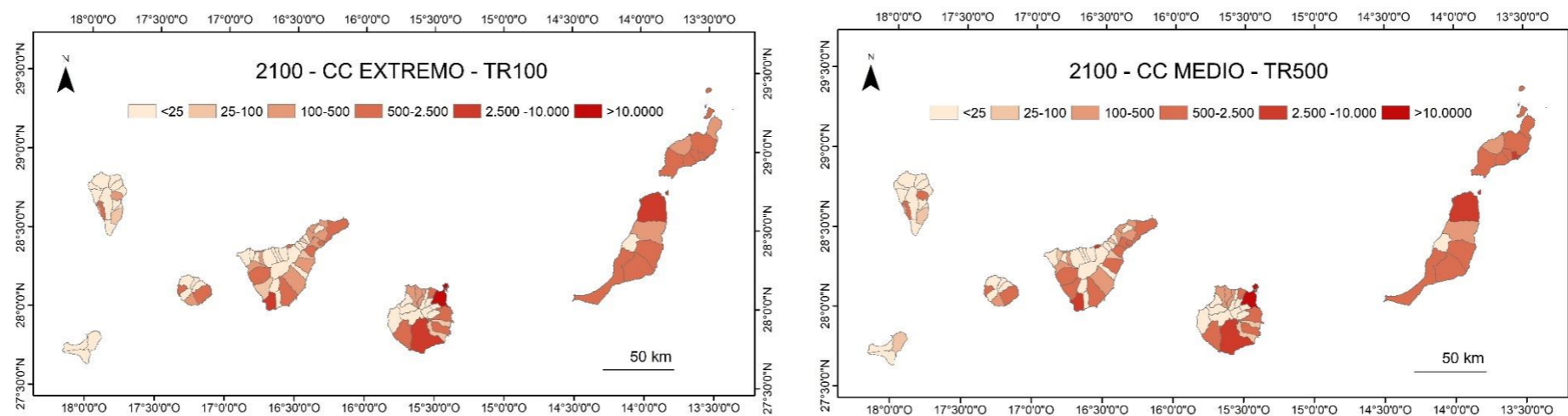


Figura 99. Población de los municipios de Canarias afectada en 2050 y 2100 por inundaciones y erosión costera

5.4.2 ACTIVOS ECONÓMICOS EN RIESGO

El total económico puesto en riesgo por procesos costeros (inundación y erosión) en 2050 y 2100, se compone de stock de capital (€) y de valor productivo (€/año). De entre estos dos componentes, el peso mayor en Canarias corresponde con el valor productivo (€/año), que constituye más del 90% de las pérdidas económicas asociadas a los escenarios permanentes (inundación por PMVE + erosión estructural), y que disminuye hasta valores próximos al 80% en los escenarios de daños episódicos más extremos (inundación y erosión por temporales de periodo de 500 años). Esto se explica por el peso económico fundamental que tiene la erosión estructural de las playas turísticas en la evaluación económica, y la no consideración, en términos económicos, de la erosión episódica de las mismas; al tiempo que los daños emergentes en infraestructuras aumentan conforme se consideran temporales marítimos de mayor dimensión. Asimismo, las cifras totales de pérdidas económicas aumentan conforme lo hace el horizonte temporal (actual, 2050 y 2100), el escenario de cambio climático (de medio a extremo) y la situación marítima (PMVE, Tr5, Tr50, Tr100 y Tr50). Sin embargo, debido otra vez al gran peso económico de la erosión estructural de las playas turísticas en los escenarios de cambio permanente, las diferencias mayores se dan entre horizontes y escenarios de cambio climático, y no tanto entre periodos de retorno de oleaje.

Las pérdidas totales calculadas alcanzan, en 2050, bajo un escenario de cambio climático medio (RCP4.5 P50) y considerando cambios permanentes (inundación por SNMM y erosión estructural), el 2,1% del PIB de Canarias de 2019. Estas pérdidas podrán ascender a hasta un máximo del 2,7% considerando un escenario de cambio climático extremo (RCP8.5 P95) y los efectos de temporales marítimos de muy baja probabilidad (Tr500). En 2100, bajo un escenario de cambio climático medio (RCP4.5 P50) y considerando cambios permanentes (inundación por SNMM y erosión estructural), el valor económico en riesgo podrá ascender a 6,2% del PIB de Canarias de 2019, mientras bajo un escenario de cambio climático extremo (RCP8.5 P95) y considerando los efectos de temporales marítimos de muy baja probabilidad (Tr500), este valor podrá ascender al 11,3% del PIB de Canarias.

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CC	SITUACION MARITIMA	STOCK DE CAPITAL	VALOR PRODUCTIVO	TOTAL
<i>Actual</i>		<i>Permanente</i>	2763	2815	5578
		<i>Tr5</i>	9836	2910	12746
		<i>Tr50</i>	43717	3937	47654
		<i>Tr100</i>	57878	4399	62277
		<i>Tr500</i>	98889	5715	104604
2050	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>Permanente</i>	3951	829627	833578
		<i>Tr5</i>	26488	830426	856914
		<i>Tr50</i>	69539	831702	901241
		<i>Tr100</i>	88098	832300	920398
		<i>Tr500</i>	151207	834293	985500
	<i>Extremo (RCP8.5-P95)</i>	<i>Permanente</i>	4680	1071768	1076448
		<i>Tr5</i>	35176	1072805	1107981
		<i>Tr50</i>	84299	1074334	1158633
		<i>Tr100</i>	106528	1075078	1181606
		<i>Tr500</i>	194753	1077954	1272707
2100	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>Permanente</i>	13132	2940752	2953884
		<i>Tr5</i>	69922	2942541	3012463
		<i>Tr50</i>	155137	2945374	3100511
		<i>Tr100</i>	190251	2946564	3136815
		<i>Tr500</i>	348279	2951747	3300026
	<i>Extremo (RCP8.5-P95)</i>	<i>Permanente</i>	93831	4595442	4689273
		<i>Tr5</i>	206145	4598767	4804912
		<i>Tr50</i>	359282	4604595	4963877
		<i>Tr100</i>	445133	4608106	5053239
		<i>Tr500</i>	660688	4617234	5277922

Tabla 60. Activos económicos totales de Canarias afectados por inundaciones y erosión costera en 2050 y 2100 (miles de euros).

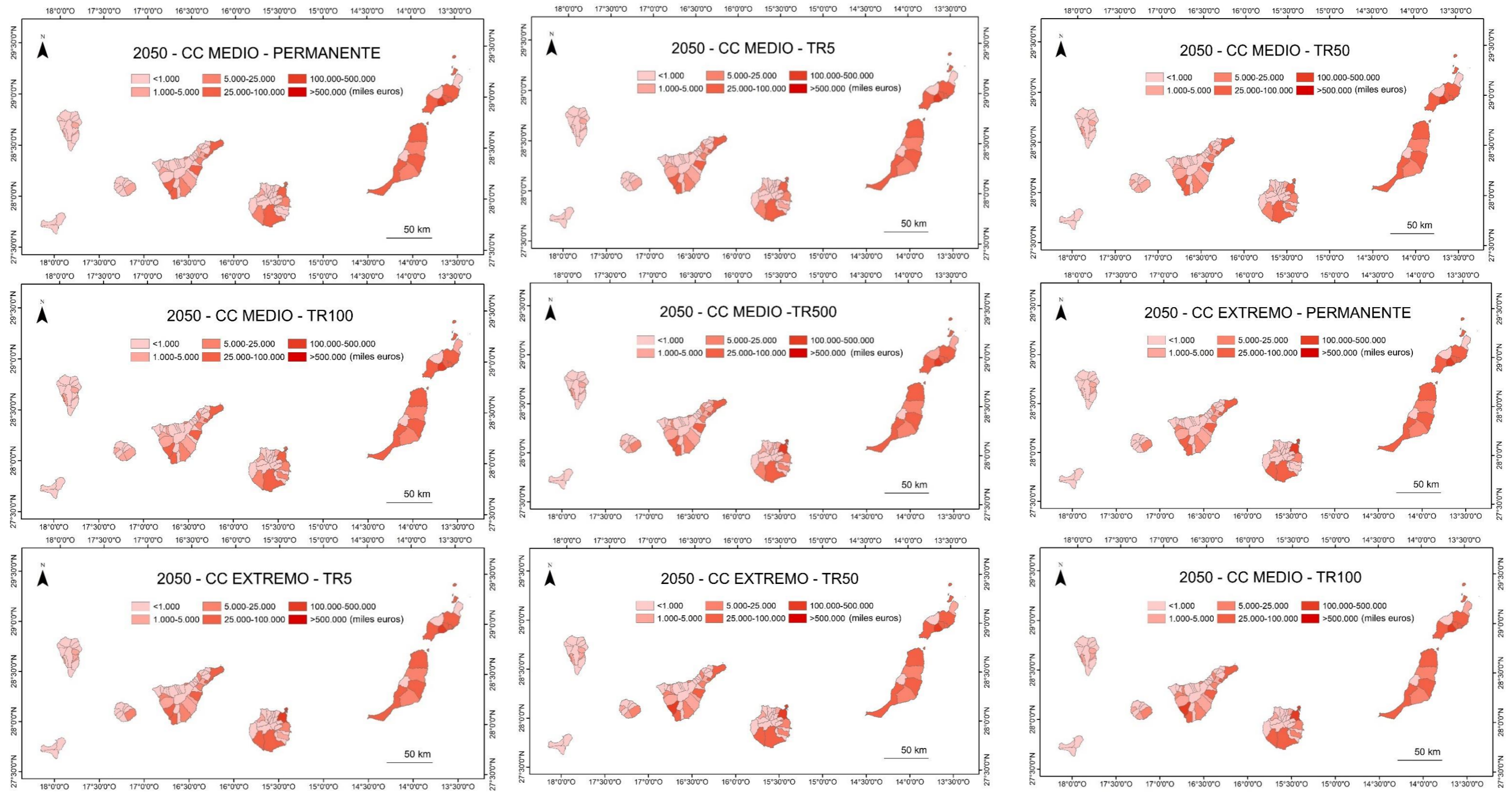
Los valores de pérdidas monetarias para cada municipio, isla y provincia de Canarias están recogidos en la Tabla 61. Tomando como referencia el escenario más extremo (2100 – RCP8.5 – P95 – Tr500), las afecciones económicas se concentrarán en la provincia de Las Palmas, llegando a triplicar los valores de la provincia de Santa Cruz de Tenerife. En la provincia de Las Palmas, las pérdidas se repartirán de forma bastante equitativa entre las islas, siendo Lanzarote la isla más afectada, por encima de Gran Canaria y, por último, de Fuerteventura. En Lanzarote, los impactos económicos serán cuantiosos en los municipios de Tías, Teguiise,

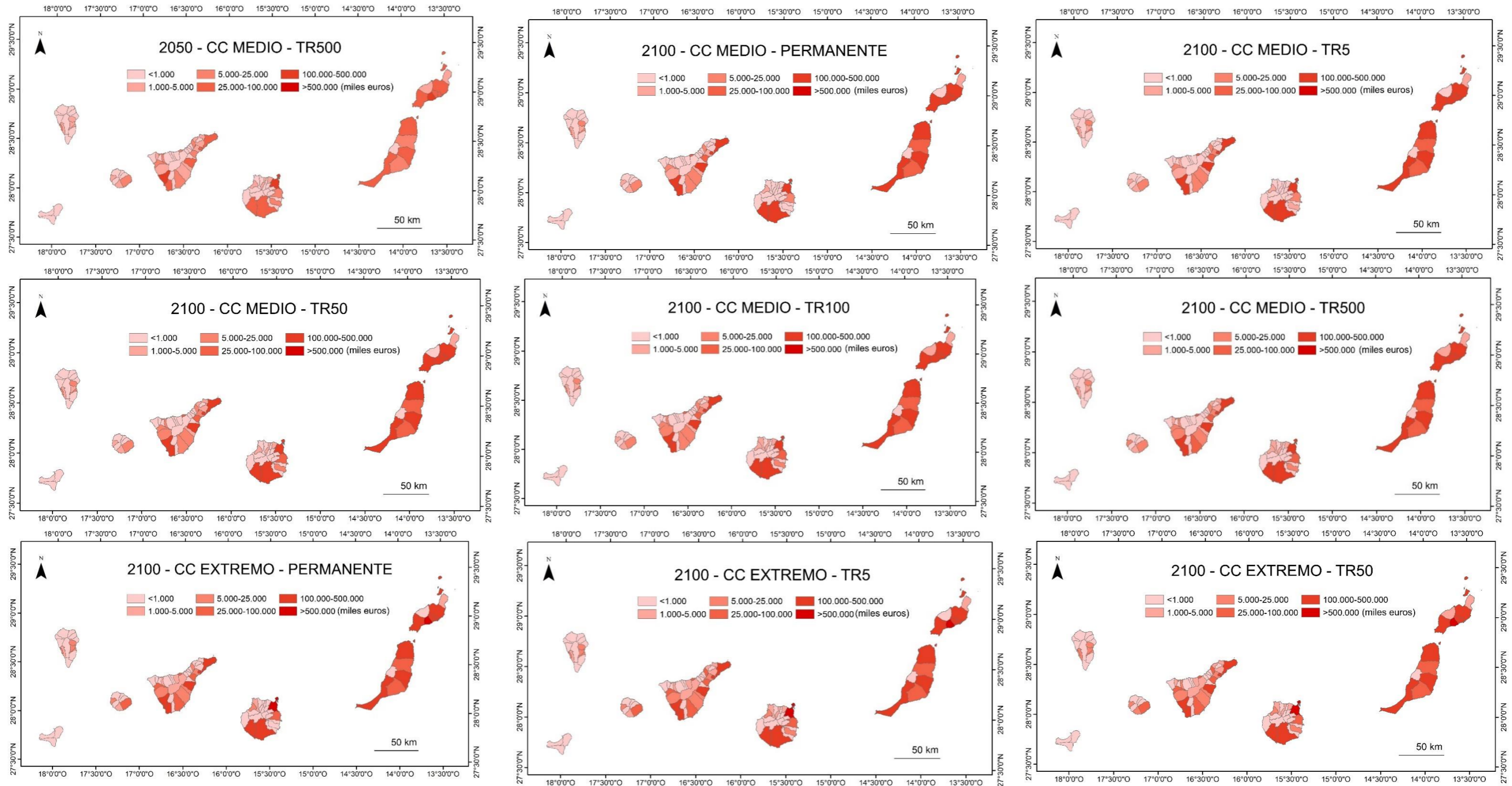
San Bartolomé, Arrecife y Yaiza. En Gran Canaria, las mayores pérdidas se producirán, por este orden, en los municipios de Las Palmas de Gran Canaria, San Bartolomé de Tirajana, Mogán y Telde. En Fuerteventura, por su parte, los municipios más impactados serán Pájara, La Oliva y Antigua. A su vez, en la provincia de Santa Cruz de Tenerife, los daños económicos se concentrarán claramente en la isla de Tenerife, sobre todo en los Municipios de Adeje, Arona, Güimar y Puerto de La Cruz. La Palma presentará daños significativos en Tazacorte y Santa Cruz de La Palma, mientras que La Gomera los tendrá en Valle Gran Rey y San Sebastián de La Gomera, y El Hierro en Valverde.

La Tabla 62 incluye una relación completa de las infraestructuras críticas afectadas por procesos costeros en 2050 y 2100 en Canarias.

MUNICIPIO / ISLA / PROVINCIA / CCAA	ACTUAL					2050										2100									
						CC MEDIO (RCP4.5-P50)					CC EXTREMO (RCP8.5-P95)					CC MEDIO (RCP4.5-P50)					CC EXTREMO (RCP8.5-P95)				
	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500
VALLEHERMOSO	0	3	16	19	34	0	5	19	24	41	0	6	21	25	41	0	12	28	36	54	0	24	50	71	123
TOTAL LA GOMERA	74	84	403	864	3087	4972	5097	6450	7646	10576	7134	7336	9328	10508	13825	22351	23513	27367	28744	33086	40330	46067	52935	55391	61724
TOTAL SANTA CRUZ	4308	8580	24189	30825	48553	239209	248185	269785	278645	304856	316986	329573	352495	361933	390243	885919	909508	944949	956791	990803	1377735	1431753	1475418	1491950	1557488
TOTAL CANARIAS	5578	12746	47654	62277	104604	833578	856914	901241	920398	985500	1076448	1107981	1158633	1181606	1272707	2953884	3012463	3100511	3136815	3300026	4689273	4804912	4963877	5053239	5277922

Tabla 61. Activos económicos totales afectados por inundaciones y erosión costera en 2050 y 2100, desagregados por municipios, islas y provincias (miles de euros).





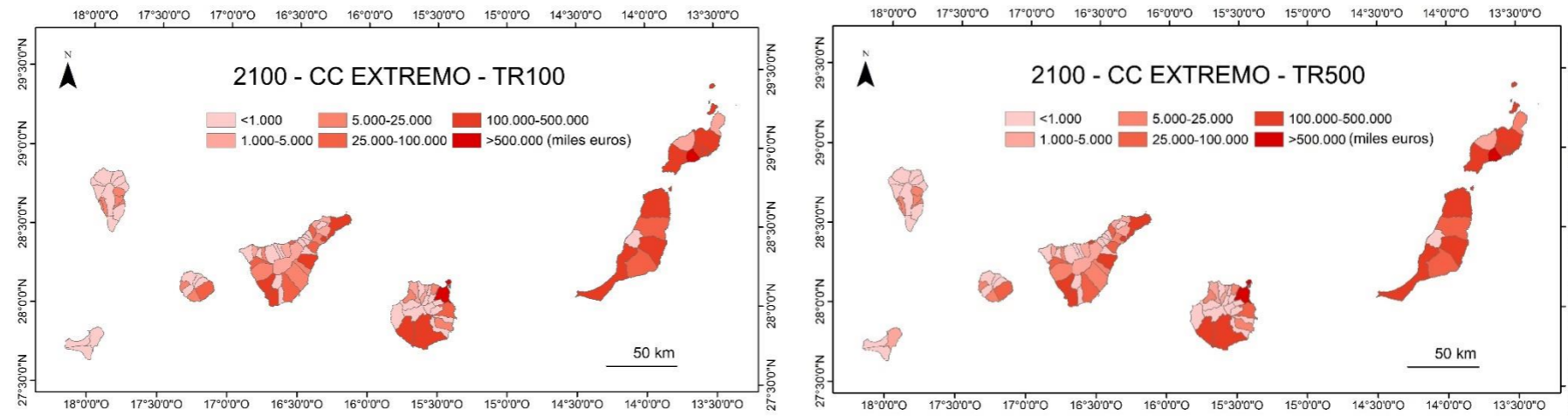


Figura 100. Activos económicos de los municipios de Canarias afectados en 2050 y 2100 por inundaciones y erosión costera

Tabla 62. Relación completa de infraestructuras críticas afectadas por procesos costeros en 2050 y 2100 en Canarias. Afección (1) y ausencia de afección (0).

ISLA	MUNICIPIO	INFRAESTRUCTURA	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO (1 – AFECCIÓN; 0 = SIN AFECCIÓN)																								
			ACTUAL					2050					2100														
								CC MEDIO (RCP4.5-P50)					CC EXTREMO (RCP4.5-P95)					CC MEDIO (RCP8.5-P50)					CC EXTREMO (RCP8.5-P95)				
			TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500
EL HIERRO	EL PINAR	CARRETERA HI-503 EN PUNTA DE ORCHILLA (EL HIERRO)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	FRONTERA	CARRETERA HI-500 EN PLAYA DEL MADERA (EL HIERRO)	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
	FRONTERA	CARRETERA LA MONTAÑA (HI-501) EN ACCESO A ARENAS BLANCAS (EL HIERRO)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1
	FRONTERA	CARRETERA HI-5 EN PUNTA GRANDE (EL HIERRO)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
	VALVERDE	CENTRAL TÉRMICA DE LLANOS BLANCOS (EL HIERRO)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
FUERTEVENTURA	ANTIGUA	CARRETERA FV-420 EN ACCESO A CASAS DE POZO NEGRO (FUERTEVENTURA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
	ANTIGUA	DEPURADORA DE AGUAS DE CASAS DE LA GÜIRRA (FUERTEVENTURA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
	ANTIGUA	CARRETERA FV-2 EN CASAS DE LA GÜIRRA KM 12 (FUERTEVENTURA)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1

ISLA	MUNICIPIO	INFRAESTRUCTURA	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO (1 – AFECCIÓN; 0 = SIN AFECCIÓN)																								
			ACTUAL					2050										2100									
								CC MEDIO (RCP4.5-P50)					CC EXTREMO (RCP4.5-P95)					CC MEDIO (RCP8.5-P50)					CC EXTREMO (RCP8.5-P95)				
			TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500
	LA OLIVA	CARRETERA FV-1 EN PN DUNAS DE CORRALEJO KM 21 (FUERTEVENTURA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	LA OLIVA	CARRETERA FV-1 EN PN DUNAS DE CORRALEJO KM 24 (FUERTEVENTURA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
	LA OLIVA	CARRETERA FV-1 EN PN DUNAS DE CORRALEJO-ACCESO A LA LOCALIDAD DE CORRALEJO (FUERTEVENTURA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
	LA OLIVA	CARRETERA FV-1/CALLE GALICIA EN ACCESO AL MUELLE DE CORRALEJO (FUERTEVENTURA)	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
	LA OLIVA	CENTRAL DE DESALACIÓN DEL CABILDO EN CORRALEJO (FUERTEVENTURA)	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
	PÁJARA	CARRETERA FV-2 EN PLAYA DEL MATORRAL-SALADAR DE JANDÍA (FUERTEVENTURA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
	PÁJARA	CARRETERA FV-2 EN PLAYA DEL MATORRAL-SALADAR DE JANDÍA (FUERTEVENTURA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	PÁJARA	CARRETERA FV-2 EN PLAYA LAJA DEL CORRAL (FUERTEVENTURA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	PÁJARA	CARRETERA FV-2 EN BCO. DE LA CRUZELA (FUERTEVENTURA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
	PUERTO DEL ROSARIO	AEROPUERTO DE FUERTEVENTURA	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	PUERTO DEL ROSARIO	CENTRAL TÉRMICA DE LAS SALINAS (FUERTEVENTURA)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	PUERTO DEL ROSARIO	PLANTA POTABILIZADORA DE PTO DEL ROSARIO (FUERTEVENTURA)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	PUERTO DEL ROSARIO	CARRETERA FV-221 EN ACCESO A PLAYA DE LOS MOLINOS (FUERTEVENTURA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	TUINEJE	CARRETERA DE ACCESO A TARAJALEJO (FUERTEVENTURA)	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

ISLA	MUNICIPIO	INFRAESTRUCTURA	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO (1 – AFECCIÓN; 0 = SIN AFECCIÓN)																								
			ACTUAL					2050										2100									
								CC MEDIO (RCP4.5-P50)					CC EXTREMO (RCP4.5-P95)					CC MEDIO (RCP8.5-P50)					CC EXTREMO (RCP8.5-P95)				
			TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500
	TUINEJE	CARRETERA FV-525 EN ACCESO A GINGINAMAR (FUERTEVENTURA)	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
GRAN CANARIA	AGAETE	CARRETERA GC-172 EN AGAETE-ACCESO A PUERTO DE LAS NIEVES (GRAN CANARIA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AGÜIMES	AEROGENERADOR EN BAHÍA DE FORMAS (GRAN CANARIA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
	AGÜIMES	CARRETERA GC-100 EN LA LOCALIDAD DE ARINAGA (GRAN CANARIA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
	AGÜIMES	AEROGENERADOR EN LAS SALINAS (GRAN CANARIA)	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
	ARUCAS	AUTOVÍA GC-2 EN SAN ANDRÉS-BCO. DEL TARAJAL (GRAN CANARIA)	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
	ARUCAS	AUTOVÍA GC-2 EN SAN ANDRÉS-BCO. DE QUINTANILLA (GRAN CANARIA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ARUCAS	AUTOVÍA GC-2 EN BAÑADEROS-BCO. DE LOS PALMITOS (GRAN CANARIA)	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
	ARUCAS	SEVICIO DE SALVAMENTO DEL AYTO DE ARUCAS (GRAN CANARIA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1
	GÁLDAR	CARRETERA GC-202 EN ACCESO A LOS MUELLES DE SARDINA DEL NORTE (GRAN CANARIA)	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	GÁLDAR	PLANTA DESALADORA DE BOCABARRANCO DE GÁLDAR (GRAN CANARIA)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
	INGENIO	CARRETERA GC-192 EN LA LOCALIDAD EL BURRERO (GRAN CANARIA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1
	LA ALDEA DE SAN NICOLÁS	CARRETERA GC-200 EN PLAYA DE LA ALDEA-BCO. DE LA ALDEA (GRAN CANARIA)	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
	LA ALDEA DE SAN NICOLÁS	CARRETERA DE ACCESO AL MUELLE DE LA ALDEA-PTO. MARMOLES (GRAN CANARIA)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

ISLA	MUNICIPIO	INFRAESTRUCTURA	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO (1 – AFECCIÓN; 0 = SIN AFECCIÓN)																									
			ACTUAL					2050										2100										
								CC MEDIO (RCP4.5-P50)					CC EXTREMO (RCP4.5-P95)					CC MEDIO (RCP8.5-P50)					CC EXTREMO (RCP8.5-P95)					
			TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	
	LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	AVENIDA MARÍTIMA DE LAS PALMAS GC (GC-1) EN PLAYA DE LA LAJA (GRAN CANARIA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
	LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	AVENIDA MARÍTIMA DE LAS PALMAS GC (GC-1) EN SAN CRISTOBAL (GRAN CANARIA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	CENTRO DE LA UNIVERSIDAD POPULAR JUAN RODRÍGUEZ DORESTE DE LAS PALMAS GC (GRAN CANARIA)	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
	LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	AVENIDA MARÍTIMA DE LAS PALMAS GC (GC-1) EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE SAN CRISTOBAL (GRAN CANARIA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
	LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	AVENIDA MARÍTIMA DE LAS PALMAS GC (GC-1) EN VEGUETA (GRAN CANARIA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
	LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	AVENIDA MARÍTIMA DE LAS PALMAS GC (GC-1) EN BCO. GUINIGUADA (GRAN CANARIA)	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
	LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	AUTOVÍA GC-2 EN EL RINCÓN (GRAN CANARIA)	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
	LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	AUTOVÍA GC-2 EN TÚNEL DE ALCARAVANERAS (GRAN CANARIA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	AVENIDA MARÍTIMA DE LAS PALMAS GC (GC-1) EN AVENIDA JOSÉ MESA Y LÓPEZ (GRAN CANARIA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	AVENIDA MARÍTIMA DE LAS PALMAS GC (GC-1) EN SANTA CATALINA (GRAN CANARIA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
	LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	AVENIDA MARÍTIMA DE LAS PALMAS GC (GC-1) EN CASTILLO DE LA LUZ (GRAN CANARIA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
	MOGÁN	CARRETERA GC-500 EN PLAYA BALITO-BCO. BALITO (GRAN CANARIA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	MOGÁN	CARRETERA GC-500 EN PLAYA DE TAURO-BCO. DEL	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

ISLA	MUNICIPIO	INFRAESTRUCTURA	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO (1 – AFECCIÓN; 0 = SIN AFECCIÓN)																								
			ACTUAL					2050										2100									
								CC MEDIO (RCP4.5-P50)					CC EXTREMO (RCP4.5-P95)					CC MEDIO (RCP8.5-P50)					CC EXTREMO (RCP8.5-P95)				
			TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500
		LECHUGAL (GRAN CANARIA)																									
	MOYA	ESCOMBRERAS EN EL ALTILLO (GRAN CANARIA)	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
	MOYA	CARRETERA GC-751 EN CHARCO DE SAN LORENZO (GRAN CANARIA)	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
	SAN BARTOLOMÉ DE TIRAJANA	AVENIDA CRISTÓBAL COLÓN (GC-510) EN ACCESO AL FARO DE MASPALOMAS (GRAN CANARIA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1
	SAN BARTOLOMÉ DE TIRAJANA	ESTACIÓN DE BOMBEROS PUNTA DEL PARCHEL (GRAN CANARIA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
	SAN BARTOLOMÉ DE TIRAJANA	CARRETERA GC-500 EN PLAYA DE LAS CARPINTERAS-CAÑADA DEL CORRAL BLANCO (GRAN CANARIA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
	SAN BARTOLOMÉ DE TIRAJANA	CARRETERA GC-500 EN PLAYA DE LAS BURRAS-BCO. DEL TORO (GRAN CANARIA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	SAN BARTOLOMÉ DE TIRAJANA	CARRETERA GC-500 EN PLAYA DEL ÁGUILA-BCO. DEL PINILLO (GRAN CANARIA)	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
	SAN BARTOLOMÉ DE TIRAJANA	PLANTA DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES (GRAN CANARIA)	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	SAN BARTOLOMÉ DE TIRAJANA	PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA (GRAN CANARIA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	SAN BARTOLOMÉ DE TIRAJANA	AEROGENERADORES EN DESEMBOCADURA BCO. DE TIRAJANA (GRAN CANARIA)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
	SAN BARTOLOMÉ DE TIRAJANA	AEROGENERADORES EN DESEMBOCADURA BCO. DE TIRAJANA (GRAN CANARIA)	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	SANTA LUCÍA DE TIRAJANA	AEROGENERADORES EN DESEMBOCADURA BCO. DE TIRAJANA (GRAN CANARIA)	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
	SANTA LUCÍA DE TIRAJANA	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CANARIAS-ITC (GRAN CANARIA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1
	SANTA LUCÍA DE TIRAJANA	CARRETERA GC-194 EN LA LOCALIDAD DE POZO	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1

ISLA	MUNICIPIO	INFRAESTRUCTURA	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO (1 – AFECCIÓN; 0 = SIN AFECCIÓN)																								
			ACTUAL					2050					2100														
								CC MEDIO (RCP4.5-P50)					CC EXTREMO (RCP4.5-P95)					CC MEDIO (RCP8.5-P50)					CC EXTREMO (RCP8.5-P95)				
			TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500
		IZQUIERDO (GRAN CANARIA)																									
	SANTA MARÍA DE GUÍA	CARRETERA GC-751 EN SAN FELIPE (GRAN CANARIA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1
	SANTA MARÍA DE GUÍA	CARRETERA GC-751 EN ACCESO A SAN FELIPE (GRAN CANARIA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
	TELDE	BASE AÉREA DEL EJÉRCITO EN GANDO (GRAN CANARIA)	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1
	TELDE	CARRETERA GC-141 EN BCO. DEL DRAGUILLO (GRAN CANARIA)	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	TELDE	CARRETERA GC-117 EN LA LOCALIDAD DE SALINETAS (GRAN CANARIA)	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1
	TELDE	DEPURADORA DE AGUAS DEL BCO. REAL DE TELDE (GRAN CANARIA)	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1
LA GOMERA	AGULO	CARRETERA DE LEPE EN PLAYA DE SANTA CATALINA (LA GOMERA)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
	SAN SEBASTIÁN DE LA GOMERA	CARRETERA TF-711 EN SAN SEBASTIÁN DE LA GOMERA-EL RINCÓN (LA GOMERA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	SAN SEBASTIÁN DE LA GOMERA	CARRETERA TF-711 EN SAN SEBASTIÁN DE LA GOMERA-BCO. DE LA PILA (LA GOMERA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1
	VALLE GRAN REY	CARRETERA CV-2 EN ACCESO AL PUERTO DE VALLE GRAN REY (LA GOMERA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	VALLE GRAN REY	CARRETERA CV-2 EN LA CONDESA (LA GOMERA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
	VALLE GRAN REY	CARRETERA CV-2 EN ACCESO A LA CALERA DE VALLE GRAN REY (LA GOMERA)	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
	VALLE GRAN REY	CARRETERA CV-2 EN ACCESO A PLAYA DEL INGLÉS (LA GOMERA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1
	VALLEHERMOSO	CARRETERA TF-712 EN LA PLAYA (LA GOMERA)	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
LA PALMA	BREÑA ALTA	CENTRAL TÉRMICA DE LOS GUINCHOS (LA PALMA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

ISLA	MUNICIPIO	INFRAESTRUCTURA	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO (1 – AFECCIÓN; 0 = SIN AFECCIÓN)																								
			ACTUAL					2050										2100									
								CC MEDIO (RCP4.5-P50)					CC EXTREMO (RCP4.5-P95)					CC MEDIO (RCP8.5-P50)					CC EXTREMO (RCP8.5-P95)				
			TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500
	FUENCALIENTE	CARRETERA LA COSTA-EL FARO EN ACCESO A PLAYA DEL FARO (LA PALMA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
	SAN ANDRÉS Y SAUCES	CARRETERA LP-104 EN ACCESO A PUERTO ESPINDOLA (LA PALMA)	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
	SANTA CRUZ DE LA PALMA	AVENIDA MARÍTIMA (LP-1) DE STA CRUZ DE LA PALMA (LA PALMA)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	SANTA CRUZ DE LA PALMA	CARRETERA LP-1 CASTILLO DE LA VIRGEN (LA PALMA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	TAZACORTE	CARRETERA LP-120 EN PLAYA DE TAZACORTE-BCO DE LAS ANGUSTIAS (LA PALMA)	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	TAZACORTE	CARRETERA PUERTO NAOS-LA BOMBILLA EN ACCESO A LA BOMBILLA (LA PALMA)	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
	VILLA DE MAZO	CARRETERA LP-5 EN ACCESO A TERMINAL DEL AEROPUERTO DE LA PALMA (LA PALMA)	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
	VILLA DE MAZO	CARRETERA LP-5 EN ACCESO A TERMINAL DEL AEROPUERTO DE LA PALMA (LA PALMA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
LANZAROTE	ARRECIFE	INSTALACIONES INDUSTRIALES DE DISTRIBUCIÓN DE GAS DE DISA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	ARRECIFE	CARRETERA LZ-703 EN LOS MÁMOLES (LANZAROTE)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
	ARRECIFE	CENTRAL TÉRMICA DE PUNTA GRANDE (LANZAROTE)	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	HARÍA	CARRETERA LZ-1 EN LA CALETA DE GONZÁLEZ-JABLE CHICO (LANZAROTE)	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
	TEGUISE	CARRETERA LZ-402 EN KM 9 (LANZAROTE)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
	TEGUISE	CARRETERA LZ-402 EN CALETA DE FAMARA (LANZAROTE)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
	TEGUISE	ESCOMBRERAS EN BOCA DE ABAJO (LANZAROTE)	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1

ISLA	MUNICIPIO	INFRAESTRUCTURA	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO (1 – AFECCIÓN; 0 = SIN AFECCIÓN)																								
			ACTUAL					2050										2100									
								CC MEDIO (RCP4.5-P50)					CC EXTREMO (RCP4.5-P95)					CC MEDIO (RCP8.5-P50)					CC EXTREMO (RCP8.5-P95)				
			TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500
	TEGUISE	CARRETERA DE LA ORILLA EN ACCESO A PEDRO BARBA (LA GRACIOSA)	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
	TÍAS	AEROPUERTO DE LANZAROTE	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
	TINAJO	CARRETERA LZ-67 A SU PASO POR LA LOCALIDAD DE LA SANTA (LANZAROTE)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	TINAJO	ESCOMBRERAS EN LA ISLETA DE LA SANTA (LANZAROTE)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	YAIZA	CARRETERA LZ-703 EN PLAYA DE MONTAÑA BERMEJA (LANZAROTE)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	YAIZA	CARRETERA LZ-703 EN ACCESO A CASAS DEL GOLFO (LANZAROTE)	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
TENERIFE	ADEJE	VIAL DE ACCESO A LA CALETA (TENERIFE)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	ADEJE	CARRETERA DEL PUERTITO EN ACCESO AL PUERTITO (TENERIFE)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	ARICO	CARRETERA GENERAL EL PORÍS-LA PUNTA EN LA SARNOSA (TENERIFE)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	ARICO	CARRETERA TF-625 EN ACCESO A PORÍS DE ABONA (TENERIFE)	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	ARICO	AUTOVÍA TF-1 EN PLAYA DEL RINCÓN-BCO. DEL BONITO (TENERIFE)	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
	ARICO	AUTOVÍA TF-1 EN PLAYA DEL SOMBRERITO (TENERIFE)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	ARONA	CARRETERA TF-66 EN LAS GALLETAS (TENERIFE)	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
	CANDELARIA	CENTRAL TÉRMICA DE CALETILLAS (TENERIFE)	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	GARACHICO	CARRETERA TF-42 A SU PASO POR LA LOCALIDAD DE GARACHICO (TENERIFE)	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
	GRANADILLA DE ABONA	CARRETERA TF-643 EN LA MARETA-BCO. LA GUIRREIRA (TENERIFE)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	GRANADILLA DE ABONA	CARRETERA TF-643 EN PLAYA DEL HORNO-BCO.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

ISLA	MUNICIPIO	INFRAESTRUCTURA	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO (1 – AFECCIÓN; 0 = SIN AFECCIÓN)																								
			ACTUAL					2050										2100									
								CC MEDIO (RCP4.5-P50)					CC EXTREMO (RCP4.5-P95)					CC MEDIO (RCP8.5-P50)					CC EXTREMO (RCP8.5-P95)				
			TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500
		PIEDRAS CAIDAS (TENERIFE)																									
	GRANADILLA DE ABONA	CARRETERA TF-643 EN PLAYA DEL MÉDANO-BCO. LOS BALOS (TENERIFE)	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	
	GRANADILLA DE ABONA	CARRETERA TF-64 EN LA LOCALIDAD DE EL MÉDANO (TENERIFE)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	
	GÜÍMAR	CARRETERA TF-616 EN BCO. LAS ROSAS (TENERIFE)	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	GÜÍMAR	CARRETERA TF-616 EN CHIMAJO-BCO. LA PUENTE (TENERIFE)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
	GÜÍMAR	CARRETERA TF-616 EN PLAYA DE LOS BARRANCOS-BCO. DE AMACHE (TENERIFE)	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	GÜÍMAR	AUTOVÍA TF-1 EN PLAYA DE LOS TARAJALES-BCO. DE AFOCHE (TENERIFE)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
	GÜÍMAR	CARRETERA TF-61 EN ACCESO A PTO DE GÜÍMAR (TENERIFE)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
	LOS SILOS	CARRETERA AL PUERTITO EN CHARCO LA ARAÑA (TENERIFE)	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	
	SANTA CRUZ DE TENERIFE	REFINERÍA DE PETRÓLEO DE CEPSA EN SANTA CRUZ (TENERIFE)	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	
	SANTA CRUZ DE TENERIFE	ESTACIÓN DE PRETRATAMIENTO Y BOMBEO DE AGUA EN CABO LLANOS (TENERIFE)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
	SANTA CRUZ DE TENERIFE	AUTOVÍA TF-11 EN PLAYA DE VALLESECO-BCO. VALLESECO (TENERIFE)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	
	SANTA CRUZ DE TENERIFE	AUTOVÍA TF-11 EN PUNTA DE SAN ANDRÉS (TENERIFE)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	
	SANTA CRUZ DE TENERIFE	CARRETERA DE LAS GAVIOTAS EN ACCESO A PLAYA (TENERIFE)	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	
	SANTA CRUZ DE TENERIFE	CARRETERA TF-134 EN PLAYA DEL ROQUE DE LAS BODEGAS (TENERIFE)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	SANTA CRUZ DE TENERIFE	CARRETERA TF-134 EN PLAYA DE ALMÁCIGA (TENERIFE)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	

ISLA	MUNICIPIO	INFRAESTRUCTURA	ESCENARIO CAMBIO CLIMÁTICO (1 – AFECCIÓN; 0 = SIN AFECCIÓN)																								
			ACTUAL					2050										2100									
								CC MEDIO (RCP4.5-P50)					CC EXTREMO (RCP4.5-P95)					CC MEDIO (RCP8.5-P50)					CC EXTREMO (RCP8.5-P95)				
			TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500
	TACORONTE	CARRETERA EL PRIS (TENERIFE)	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

5.4.3 PATRIMONIO EN RIESGO

Los riesgos totales sobre el patrimonio en 2050 y 2100 incluyen tantos los probables impactos sobre los Bienes de Interés Cultural de Canarias (patrimonio cultural) como los impactos sobre los espacios naturales protegidos de la Red Canaria de Espacios Naturales y de la Red Natura 2000 (patrimonio natural). Para los primeros se han considerado el efecto acumulado de las inundaciones permanentes (SNMM) y episódicas (temporales marítimos), junto con el efecto de la erosión estructural producida por la SNMM. Para el caso del patrimonio natural, únicamente se ha evaluado cuenta la pérdida permanente de superficie a causa de la inundación en PMVE.

En términos superficiales (Ha), los daños sobre el patrimonio serán de carácter mucho más extenso en el caso del patrimonio natural que en el del patrimonio cultural, debido a la mayor extensión de estos espacios y también a la posibilidad de superposición espacial de unas figuras de protección con otras. A pesar del carácter más localizado de los daños sobre el patrimonio cultural, dada la escasa extensión de la mayoría de los BICs, no se debe traducir esto en una menor importancia de los mismos.

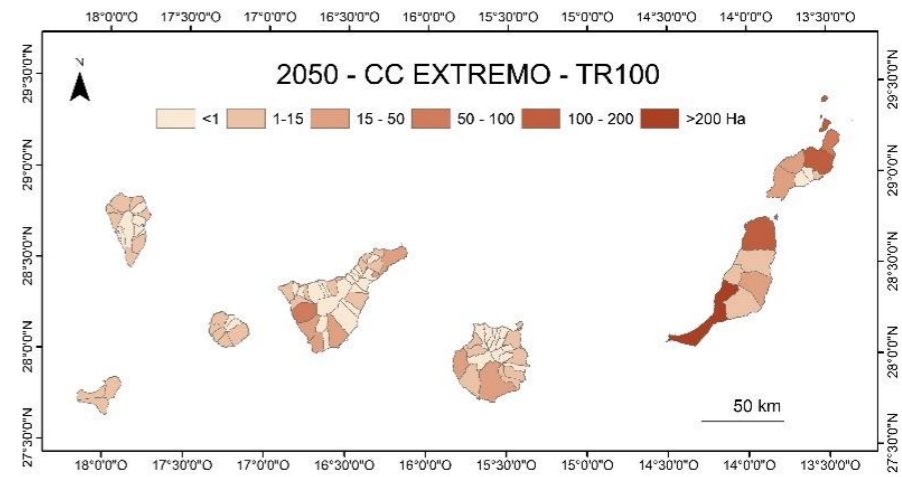
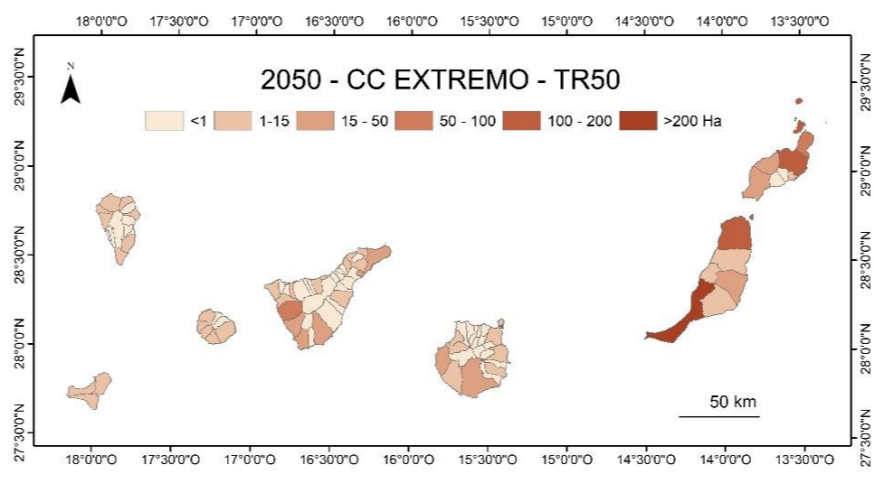
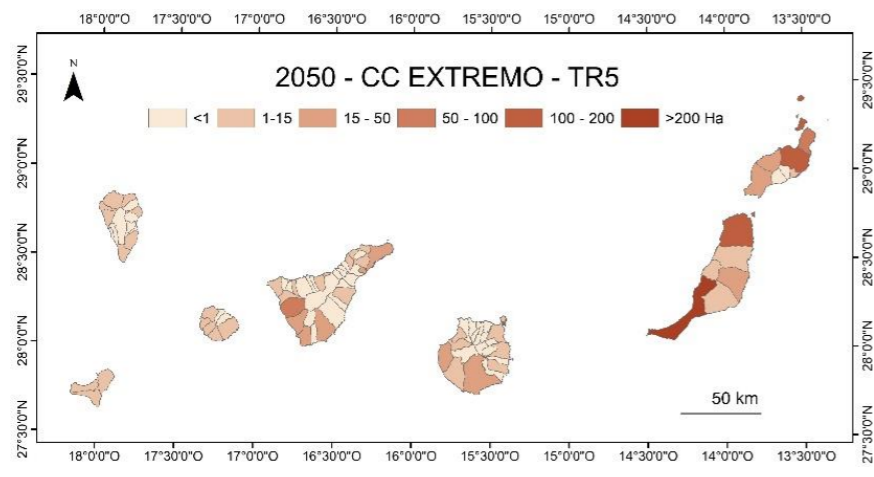
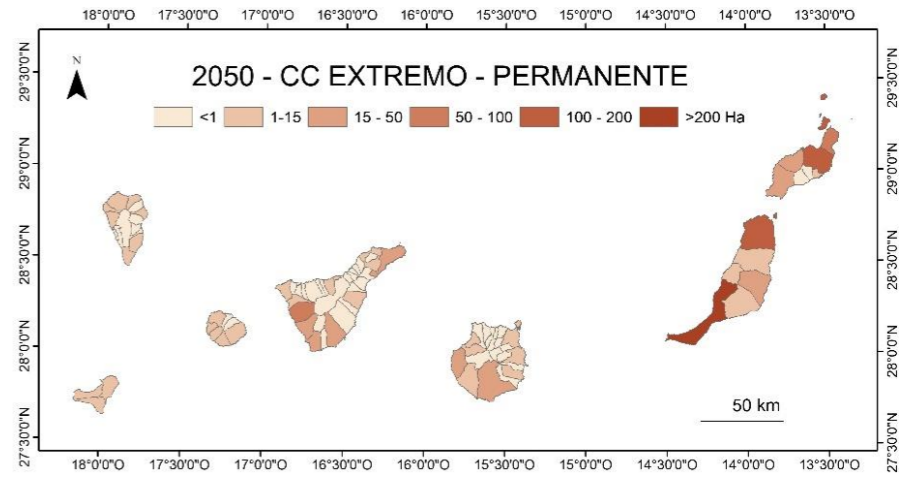
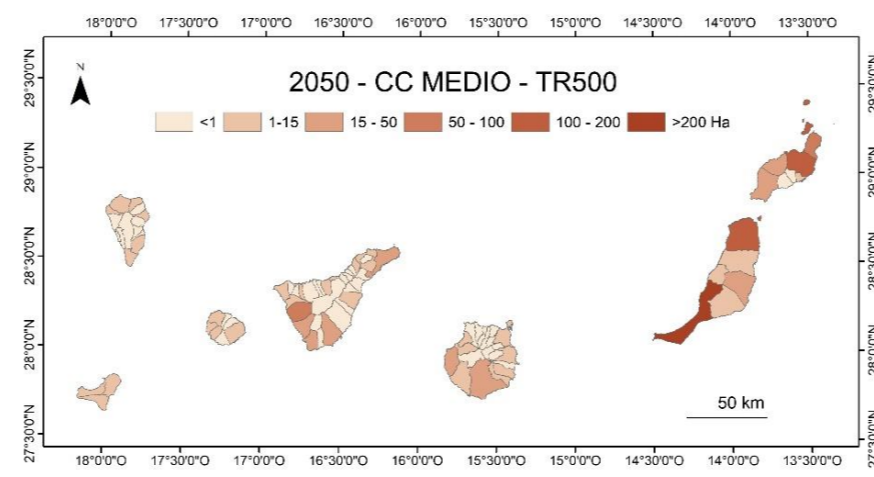
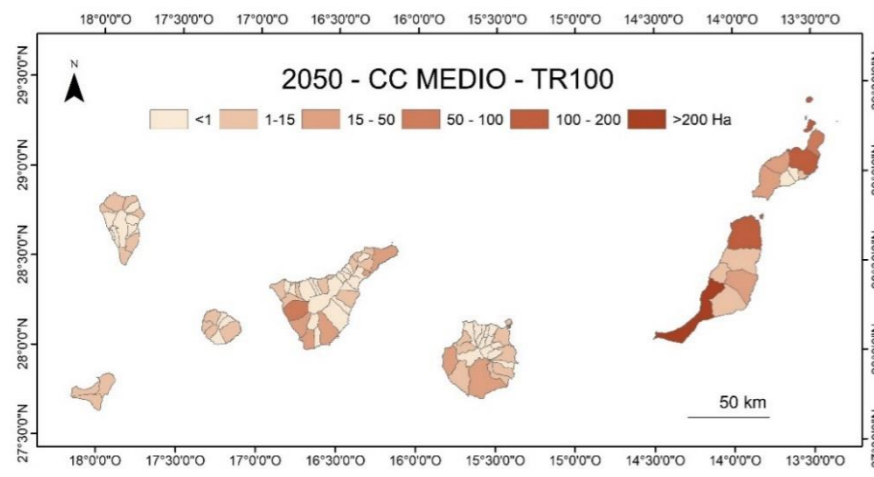
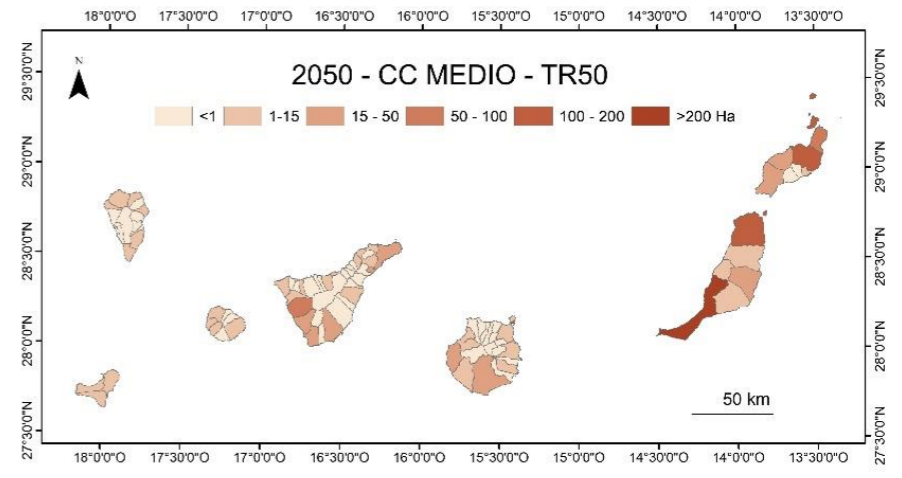
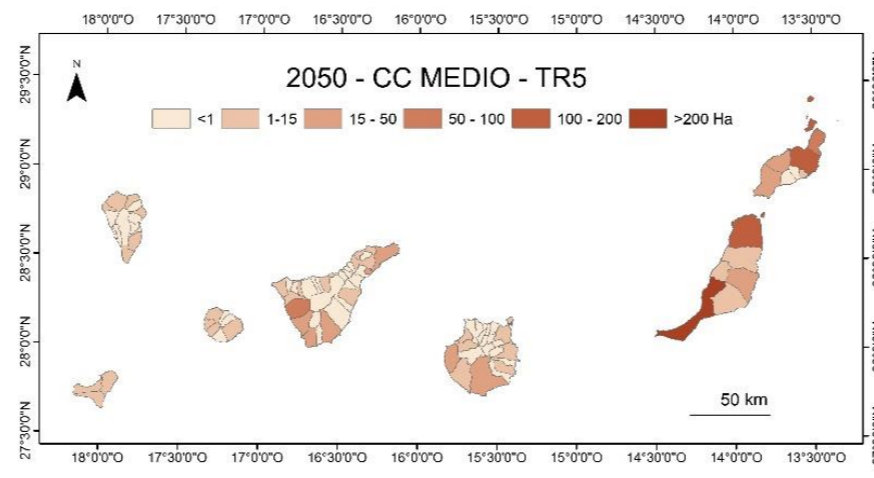
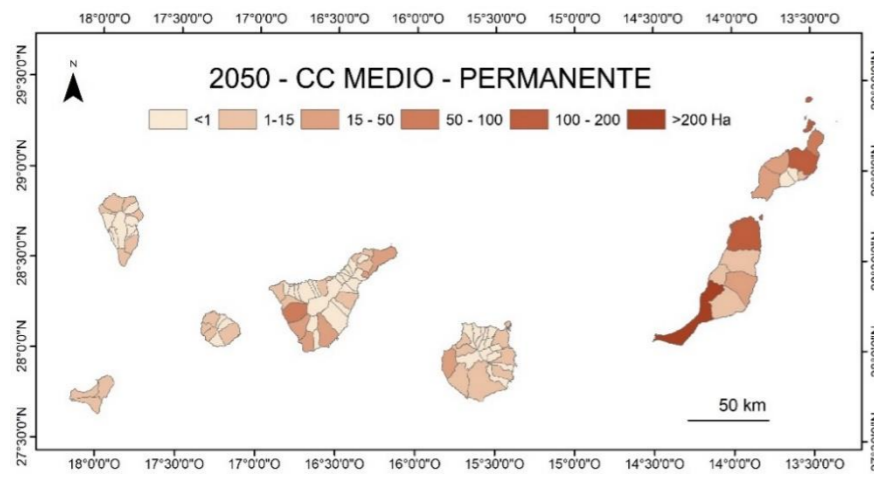
Las pérdidas totales calculadas alcanzan, en 2050, bajo un escenario de cambio climático medio (RCP4.5 P50) y considerando cambios permanentes (inundación por SNMM y erosión estructural), las 1.079,3 Ha de terreno protegido patrimonial. Estas pérdidas podrán ascender a hasta un máximo del 1.242,9 Ha, considerado un escenario de cambio climático extremo (RCP8.5 P95) y los efectos de temporales marítimos de muy baja probabilidad (Tr500). En 2100, bajo un escenario de cambio climático medio (RCP4.5 P50) y considerando cambios permanentes (inundación por SNMM y erosión estructural), el suelo protegido en riesgo de pérdida en Canarias podrá ascender a 1.426,2 Ha, y a 2.031,3 Ha bajo un escenario de cambio climático extremo (RCP8.5 P95) y considerando los efectos de temporales marítimos de muy baja probabilidad (Tr500).

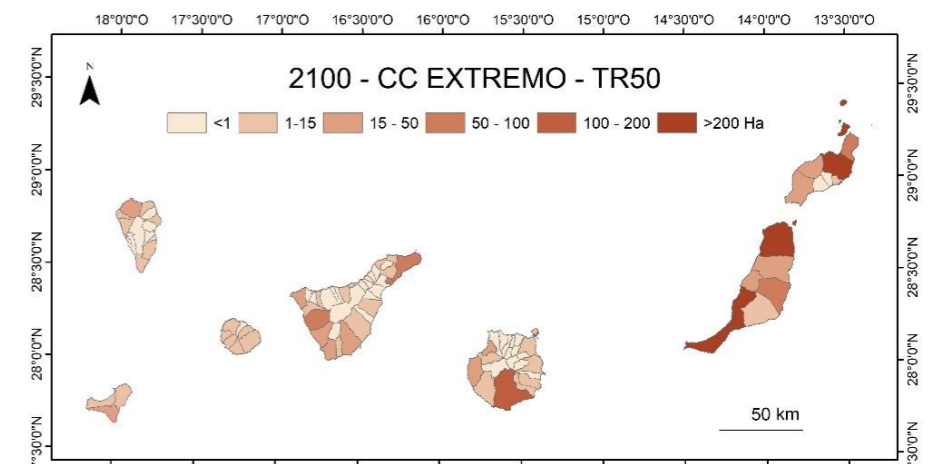
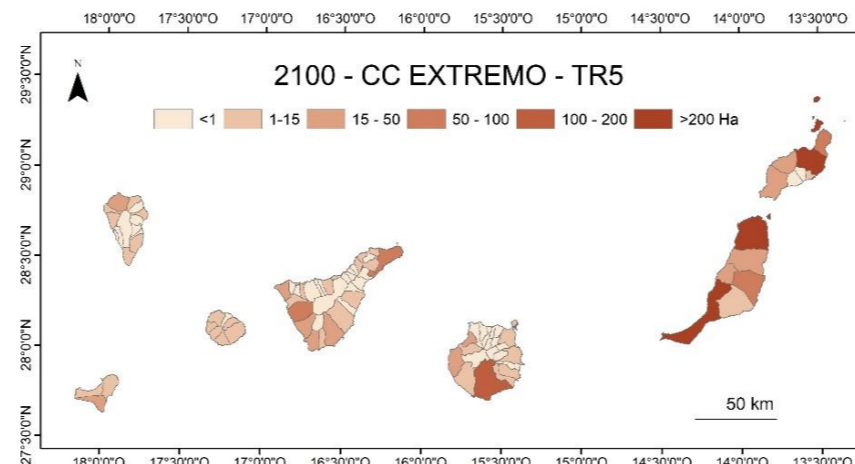
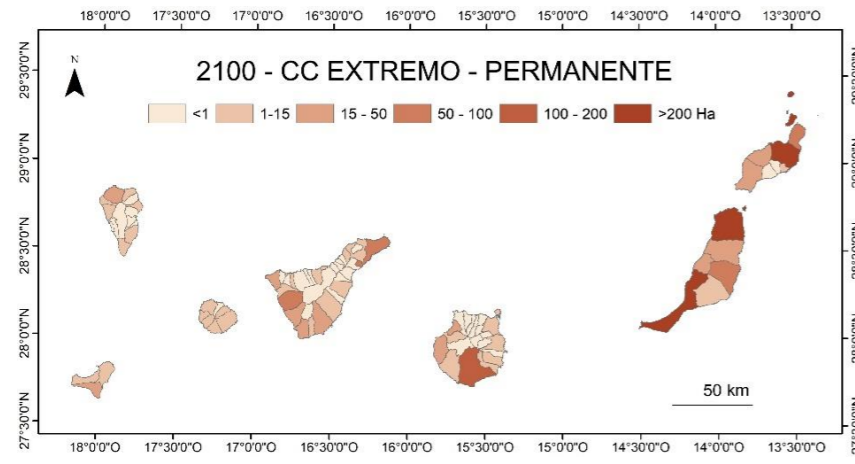
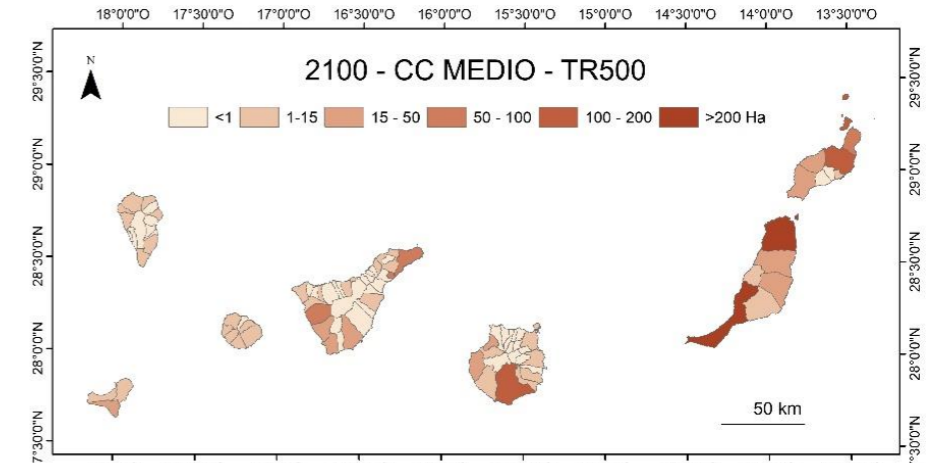
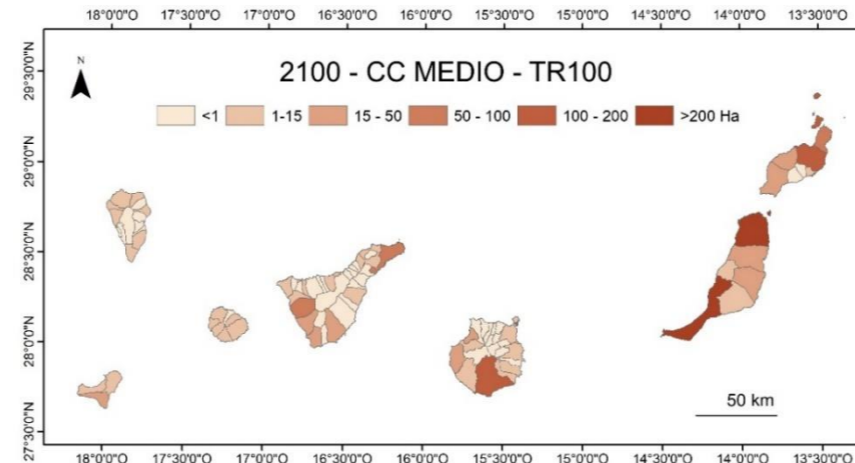
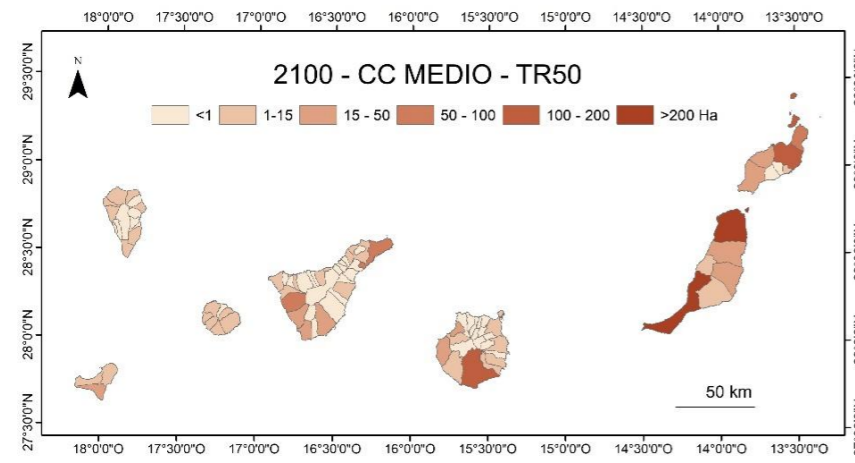
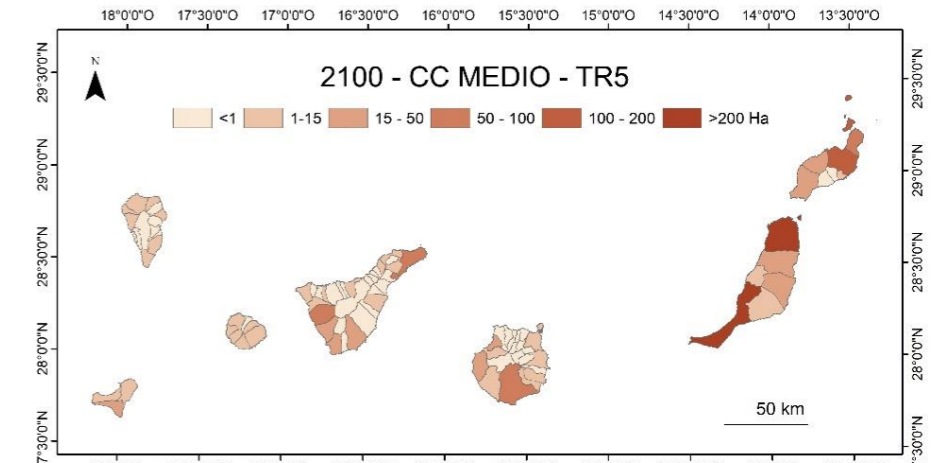
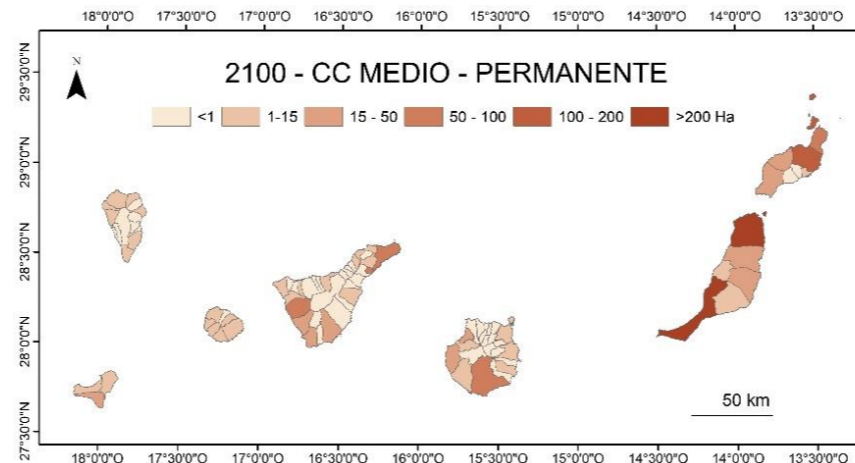
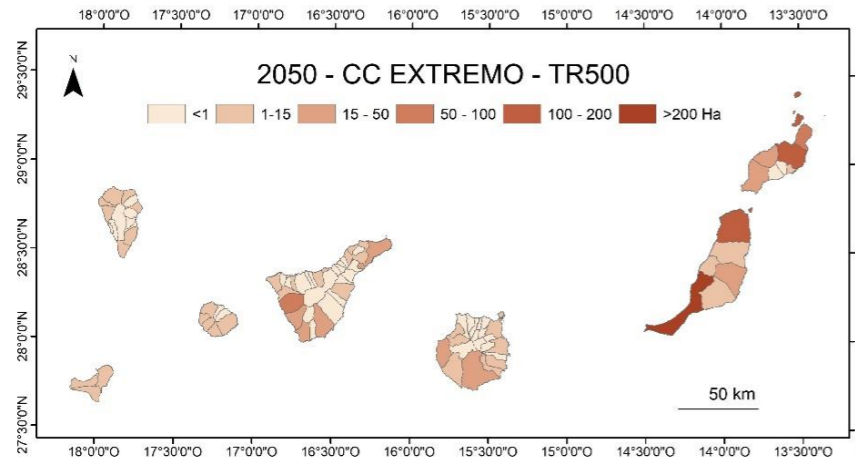
HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CC	SITUACION MARITIMA	PATRIMONIO (HA)		
			CULTURAL	NATURAL	TOTAL
<i>Actual</i>		<i>Permanente</i>	42,1	-	42,1
		<i>Tr5</i>	71,3	-	71,3
		<i>Tr50</i>	98,7	-	98,7
		<i>Tr100</i>	104,6	-	104,6
		<i>Tr500</i>	118,4	-	118,4
2050	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>Permanente</i>	48,5	1030,8	1079,3
		<i>Tr5</i>	88,7	1030,8	1119,5
		<i>Tr50</i>	110,5	1030,8	1141,3
		<i>Tr100</i>	116,5	1030,8	1147,3
		<i>Tr500</i>	130,1	1030,8	1160,9
	<i>Extremo (RCP8.5-P95)</i>	<i>Permanente</i>	51,0	1107,4	1158,4
		<i>Tr5</i>	94,9	1107,4	1202,3
		<i>Tr50</i>	115,5	1107,4	1222,9
		<i>Tr100</i>	120,9	1107,4	1228,3
		<i>Tr500</i>	135,5	1107,4	1242,9
2100	<i>Medio (RCP4.5-P50)</i>	<i>Permanente</i>	60,5	1365,7	1426,2
		<i>Tr5</i>	109,8	1365,7	1475,5
		<i>Tr50</i>	130,2	1365,7	1495,9
		<i>Tr100</i>	135,8	1365,7	1501,5
		<i>Tr500</i>	151,0	1365,7	1516,8
	<i>Extremo (RCP8.5-P95)</i>	<i>Permanente</i>	82,1	1848,6	1930,7
		<i>Tr5</i>	131,0	1848,6	1979,6
		<i>Tr50</i>	126,8	1848,6	1975,5
		<i>Tr100</i>	157,3	1848,6	2006,0
		<i>Tr500</i>	182,7	1848,6	2031,3

Tabla 63. Patrimonio cultural y natural de Canarias afectados por inundaciones y erosión costera en 2050 y 2100

Los valores de pérdida de patrimonio para cada municipio, isla y provincia de Canarias están recogidos en la Tabla 64. Tomando como referencia el escenario más extremo (2100 – RCP8.5 – P95 – Tr500), las afecciones sobre el patrimonio vuelven a concentrarse en la provincia de Las Palmas, que aproximadamente triplica los valores de superficie afectada de la provincia de Santa Cruz de Tenerife. En la provincia de Las Palmas, la isla más afectada será Fuerteventura, después Lanzarote, y tras ellas Gran Canaria. En Fuerteventura, los impactos sobre el patrimonio se concentrarán en Pájara y La Oliva. En Lanzarote, en Tegui, y en Gran Canaria, en San Bartolomé de Tirajana. En la provincia de Santa Cruz de Tenerife, los impactos se concentrarán en la isla de Tenerife, donde serán significativos en Adeje, Arona, Granadilla de Abona, Guía de Isora y Santa Cruz de Tenerife.

La Tabla 65 contiene una relación completa de la afección proporcional de los procesos costeros ligados al cambio climático en el siglo XXI en cada uno de los Bienes de Interés Cultural de Canarias (% de su superficie) que presentan afección en algún escenario.





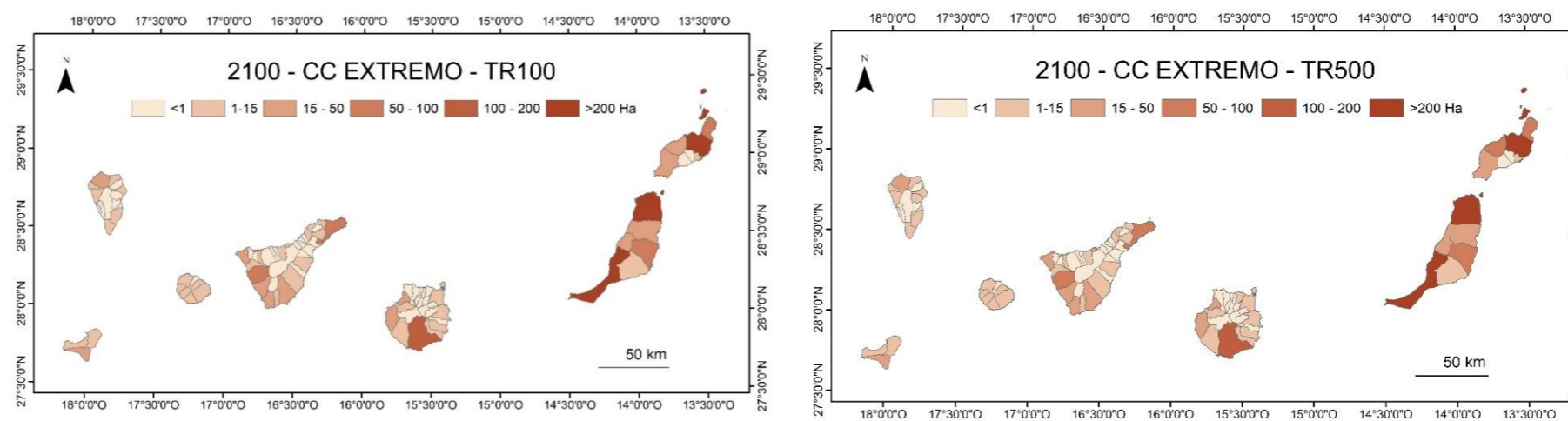


Figura 101. Patrimonio cultural y natural de los municipios de Canarias afectados en 2050 y 2100 por inundaciones y erosión costera.

ISLA	MUNICIPIO	BIEN DE INTERÉS CULTURAL	2050										2100									
			CC MEDIO (RCP4.5-P50)					CC MEDIO (RCP4.5-P95)					CC MEDIO (RCP8.5-P50)					CC MEDIO (RCP8.5-P95)				
			TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500
	TINAJO	LA SANTA (PA)	29,8	32,5	34,4	34,9	36,3	30,2	32,9	34,6	35,2	36,6	31,6	33,9	35,9	36,6	38,6	33,8	35,4	37,3	37,9	40,5
TENERIFE	ARONA	PLAYA DEL BUNKER - EL GUINCHO (PA)	68,2	94,1	98,5	98,8	99,7	68,9	95,0	98,6	98,9	99,7	71,3	98,3	99,4	99,7	100	75,5	99,2	99,9	100	100
	ARONA	RASCA (AA)	2,8	4,8	5,4	5,5	5,8	2,9	4,9	5,4	5,6	5,9	3,3	5,3	5,8	6,0	6,4	3,8	5,9	6,5	6,7	7,1
	ARONA	PUNTA NEGRA (PA)	11,0	28,5	36,6	38,9	43,8	11,5	29,4	37,1	39,1	43,8	13,8	34,6	42,7	44,6	49,9	17,4	40,8	48,6	51,1	57,5
	GARACHICO	VILLA Y PUERTO DE GARACHICO (HC)	0,7	4,6	6,6	7,0	8,0	0,8	4,9	6,9	7,4	8,4	1,0	5,5	7,4	7,8	8,8	1,4	6,8	8,2	8,6	9,5
	GARACHICO	CASTILLO DE SAN MIGUEL (M)	0,0	99,8	99,8	99,8	99,8	0,0	99,8	99,8	99,8	99,8	0,0	99,8	99,8	99,8	99,8	0,0	99,8	100	99,8	99,8
	GARACHICO	MONASTERIO DE LA INMACULADA CONCEPCIÓN (M)	0,0	0,0	18,0	32,6	60,1	0,0	0,0	28,8	41,7	70,2	0,0	0,1	40,7	51,8	83,3	0,0	21,7	62,0	75,5	96,8
	GARACHICO	ANTIGUO CONVENTO FRANCISCANO DE Nª SEÑORA DE LOS ÁNGELES (M)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9
	GÜÍMAR	LLANO DE LA VIRGEN (HS)	6,8	13,2	27,0	29,4	34,6	7,6	16,8	28,6	31,0	35,2	9,5	27,1	34,7	37,2	43,9	15,4	39,1	47,5	49,4	54,7
	LA LAGUNA	LA BARRANQUERA (AA)	2,1	11,6	14,3	15,2	16,8	2,5	12,1	14,9	15,7	17,3	3,6	12,9	15,9	16,6	18,0	5,1	14,3	16,6	17,1	18,2
	LA MATANZA DE ACENTEJO	RISCO DE LA SABINA / BCO. DE ACENTEJO (HS)	0,3	2,0	2,4	2,5	2,7	0,3	2,1	2,5	2,6	2,8	0,5	2,2	2,6	2,7	2,9	0,7	2,4	2,7	2,8	3,0
	LOS SILOS	LOS SILOS (HC)	0,0	0,0	1,6	11,5	35,9	0,0	0,0	11,5	27,4	47,5	0,0	0,0	27,4	34,2	50,9	0,0	11,5	45,1	50,9	57,6
	PUERTO DE LA CRUZ	PUERTO DE LA CRUZ (HC)	2,9	4,9	5,6	5,9	7,2	3,0	5,1	5,8	6,0	8,5	3,4	5,2	5,9	6,1	10,0	4,1	5,6	6,4	7,4	24,5
	PUERTO DE LA CRUZ	LAGO DE LA COSTA MARTIÁNEZ (HG)	26,3	53,1	73,9	75,7	81,6	26,7	61,1	75,2	77,1	83,6	27,7	67,8	76,7	78,6	85,2	29,0	74,8	82,0	84,3	89,6
	PUERTO DE LA CRUZ	CASTILLO DE SAN FELIPE (M)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0
	PUERTO DE LA CRUZ	ERMITA DE SAN TELMO (M)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
	SANTA CRUZ DE TENERIFE	CASTILLO DE SAN ANDRÉS (M)	0,0	73,5	100	100	100	0,0	87,5	100	100	100	0,0	100	100	100	100	0,0	100	100	100	100
	SANTA CRUZ DE TENERIFE	CASTILLO DE SAN JUAN (M)	1,8	31,9	63,7	73,5	97,3	2,5	40,9	73,5	86,9	100	3,6	63,7	100	100	100	4,5	100	100	100	100
	TACORONTE	JUAN FERNÁNDEZ - LA FUENTECILLA (AA)	9,6	16,1	17,8	18,3	19,2	10,0	16,5	18,1	18,6	19,4	10,8	17,1	18,7	19,0	19,9	12,4	17,9	19,1	19,3	20,0
	TACORONTE	ACANTILADOS DE TACORONTE Y BARRANCO DE GUAYONJE (AA)	0,6	1,5	1,8	1,9	2,2	0,6	1,5	1,9	2,0	2,2	0,8	1,6	2,0	2,1	2,4	1,4	1,8	2,2	2,3	2,5

5.4.4 ECOSISTEMAS Y HÁBITATS EN RIESGO

Los riesgos totales sobre ecosistemas y hábitats de Canarias hacen referencia a la probabilidad de pérdida acumulada de hábitats terrestres (HICs) y sistemas costeros de playa en los escenarios medio (RCP4.5-P50) y extremo (RCP8.5-P95) de cambio en 2050 y 2100. La pérdida de hábitats ha sido evaluada desde el punto de vista de los cambios permanentes producidos por la SNMM (escenarios PMVE), mientras que la pérdida de playas ha sido evaluada tanto por medio de los efectos de la erosión costera estructural por SNMM como de la erosión costera episódica producida por temporales de frecuencia media (Tr5) y frecuencia baja (Tr50). La pérdida de comunidades marinas se ha evaluado de forma independiente por medio de métodos cualitativos, por lo que los resultados no se recogen en este apartado (ver sección 5.3. IMPACTOS POR SUBIDA DE LA TEMPERATURA MEDIA DEL MAR).

En términos superficiales (ha), las pérdidas totales calculadas alcanzan, en 2050, bajo un escenario de cambio climático medio (RCP4.5-P50) y considerando cambios permanentes (inundación por SNMM y erosión estructural), las 1.603,9 ha. Estas pérdidas podrán ascender a hasta un máximo del 2.316,6 ha, considerado un escenario de cambio climático extremo (RCP8.5-P95) y los efectos de temporales marítimos de baja frecuencia (Tr50). En 2100, bajo un escenario de cambio climático medio (RCP4.5-P50) y considerando cambios permanentes (inundación por SNMM y erosión estructural), el riesgo de pérdida en Canarias podrá ascender a 2.371,2 ha, y a 3.780,4 ha bajo un escenario de cambio climático extremo (RCP8.5-P95) y considerando los efectos de temporales marítimos de baja frecuencia (Tr50).

HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CC	SITUACION MARITIMA	HABITATS Y ECOSISTEMAS (HA)		
			HÁBITATS/ESPECIES	PLAYAS	TOTAL
2050	Medio	Permanente	1419,0	184,9	1603,9
		Tr5	1419,0	665,6	2084,6
		Tr50	1419,0	772,9	2191,9
		Tr100	1419,0	772,9	2191,9
		Tr500	1419,0	772,9	2191,9
	Extremo	Permanente	1525,9	222,7	1748,6
		Tr5	1525,9	690,1	2216,0
		Tr50	1525,9	790,7	2316,6
		Tr100	1525,9	790,7	2316,6
		Tr500	1525,9	790,7	2316,6
2100	Medio	Permanente	1878,8	492,4	2371,2
		Tr5	1878,8	1011,5	2890,3
		Tr50	1878,8	1078,5	2957,3
		Tr100	1878,8	1078,5	2957,3

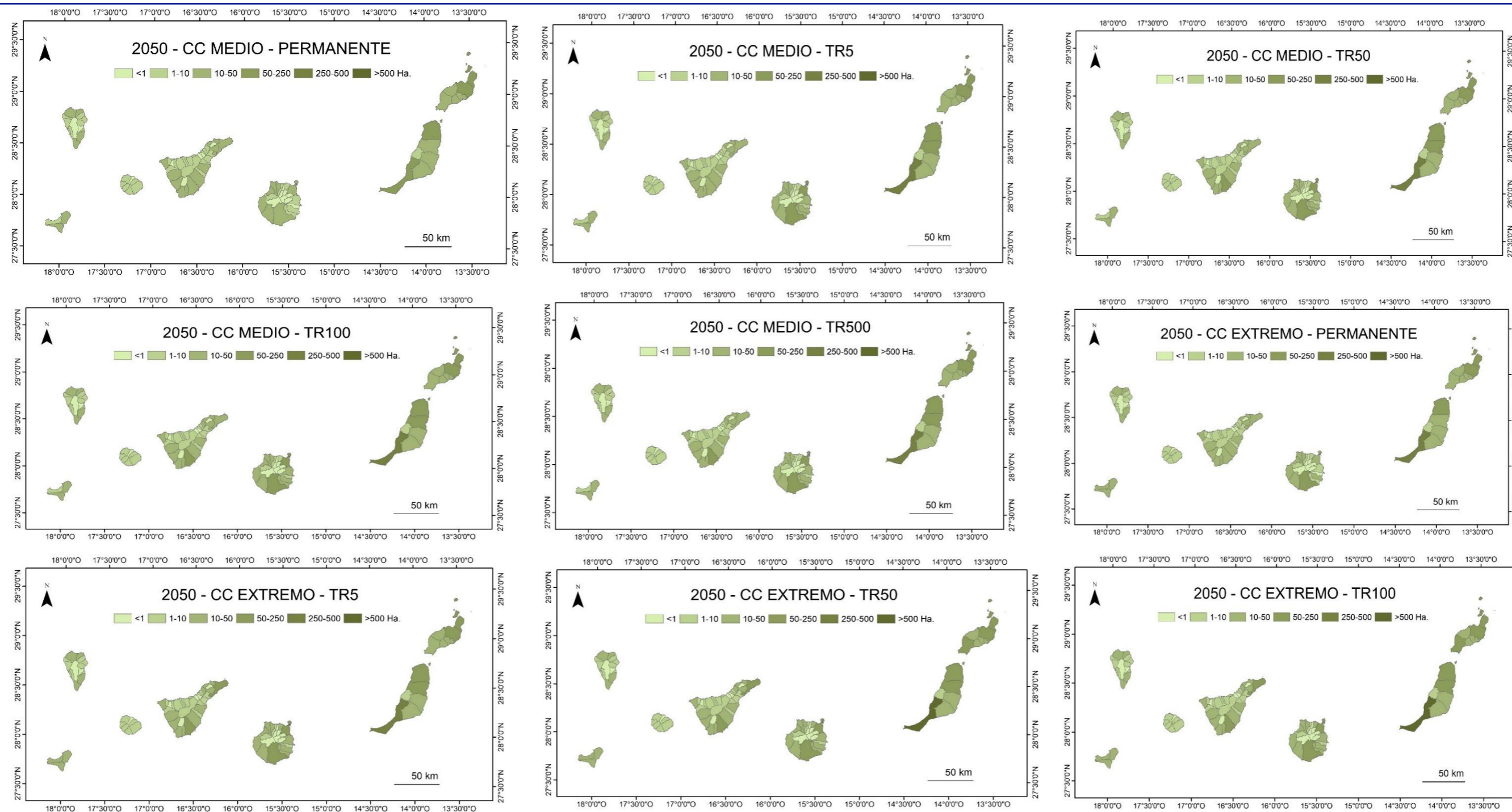
HORIZONTE TEMPORAL	ESCENARIO CC	SITUACION MARITIMA	HABITATS Y ECOSISTEMAS (HA)		
			HÁBITATS/ESPECIES	PLAYAS	TOTAL
		<i>Tr500</i>	1878,8	1078,5	2957,3
	<i>Extremo</i>	<i>Permanente</i>	2546,4	673,6	3220,0
		<i>Tr5</i>	2546,4	1192,9	3739,3
		<i>Tr50</i>	2546,4	1234,0	3780,4
		<i>Tr100</i>	2546,4	1234,0	3780,4
		<i>Tr500</i>	2546,4	1234,0	3780,4

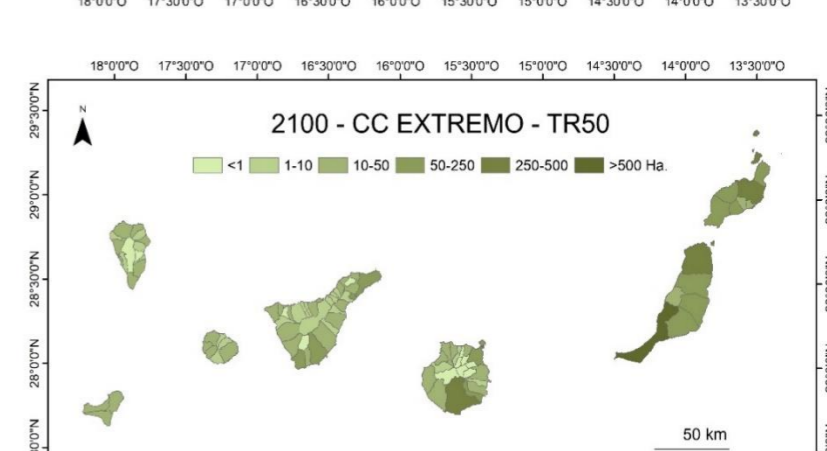
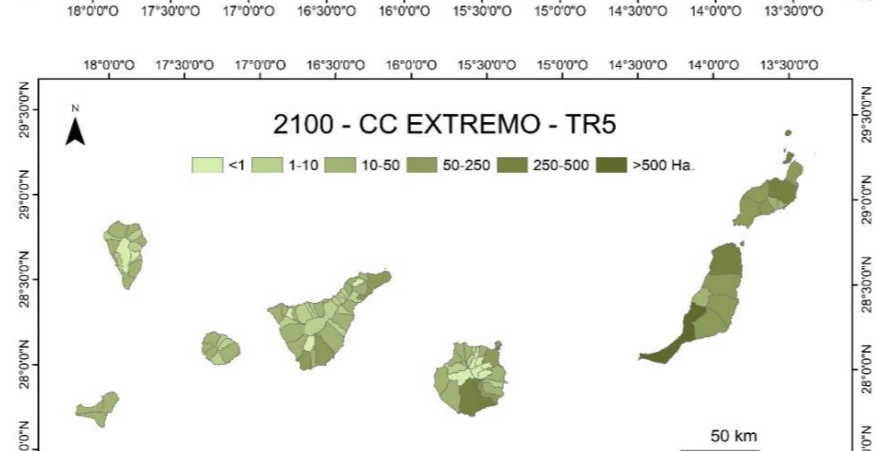
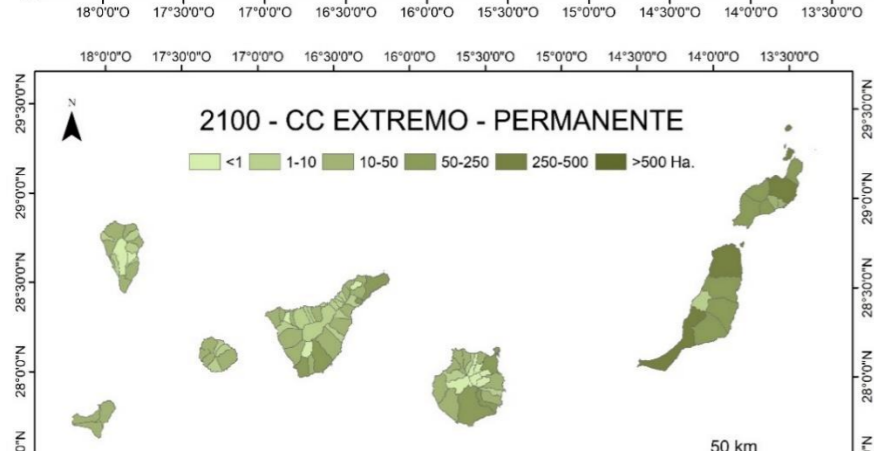
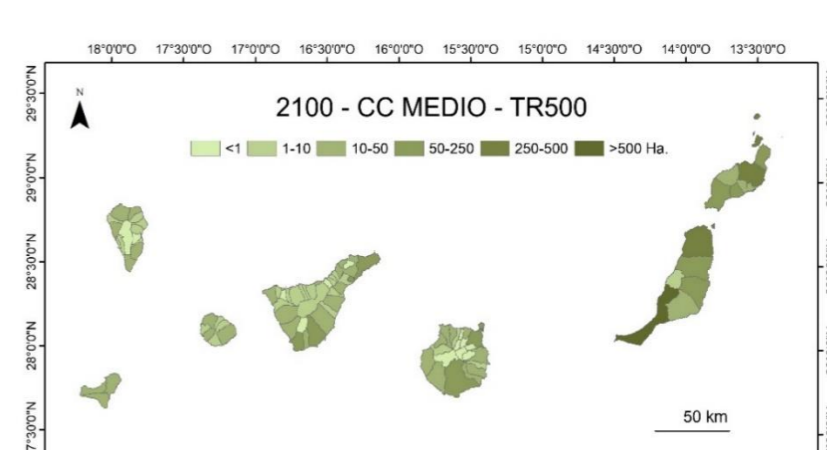
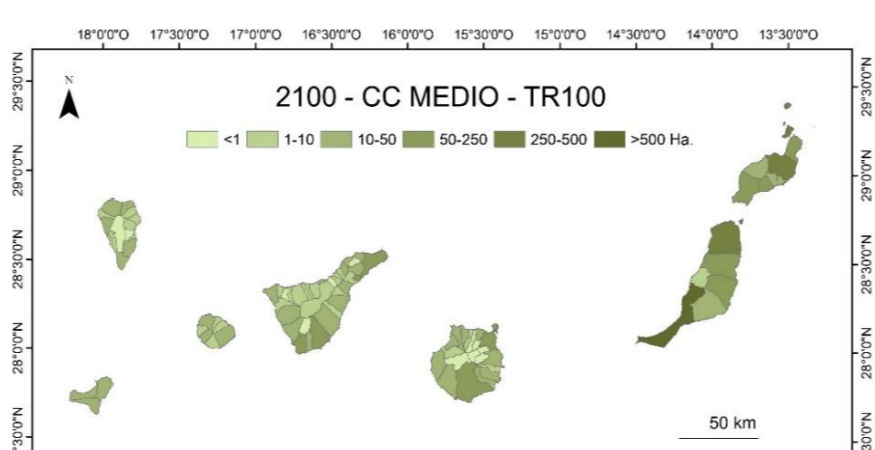
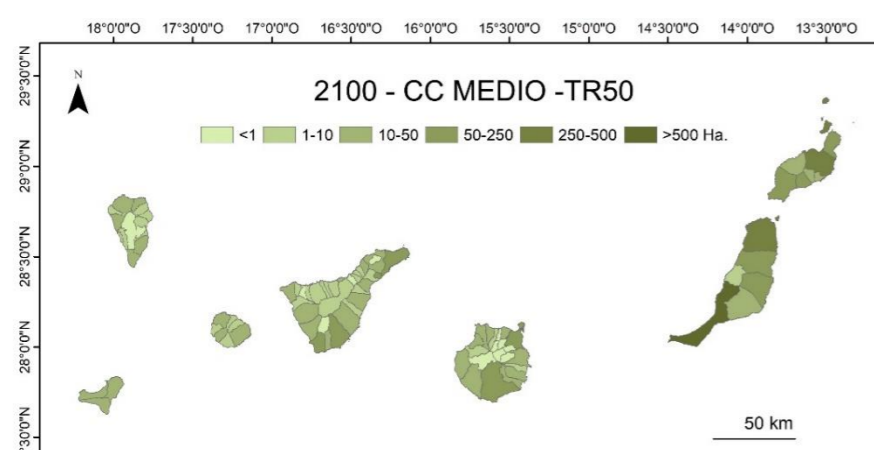
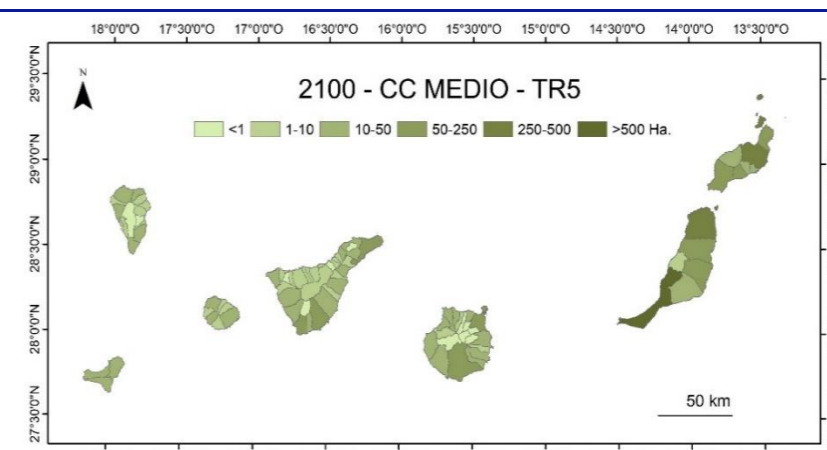
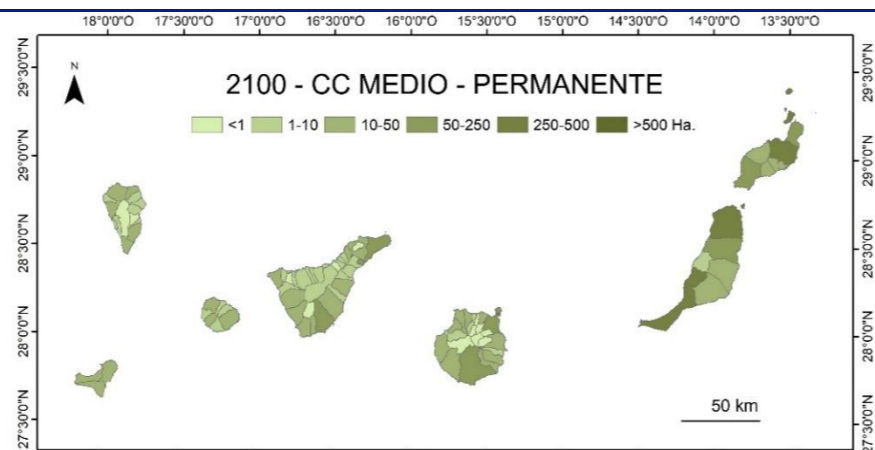
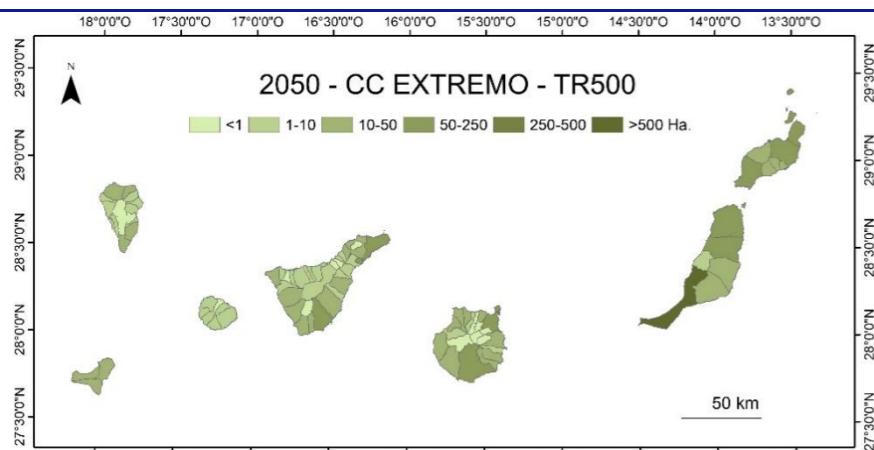
Tabla 66. Hábitats y ecosistemas de Canarias afectados por inundaciones y erosión costera en 2050 y 2100

Los valores de pérdida de hábitats y ecosistemas para cada municipio, isla y provincia de Canarias quedan recogidos íntegramente en la Tabla 67. Tomando como referencia el escenario más extremo (2100 – RCP8.5 – P95 – Tr500), las afecciones vuelven a concentrarse en la provincia de Las Palmas, que nuevamente triplica (aproximadamente), en términos superficiales, la pérdida de hábitats y ecosistemas de la provincia de Santa Cruz de Tenerife. En la provincia de Las Palmas, la isla más afectada será nuevamente Fuerteventura, después Lanzarote, y tras ellas Gran Canaria. En Fuerteventura, los impactos sobre hábitats y ecosistemas se concentrarán en los municipios de Pájara y La Oliva. En Lanzarote, en Tegüise y Haría, y en Gran Canaria, en San Bartolomé de Tirajana y Las Palmas de Gran Canaria. En la provincia de Santa Cruz de Tenerife, los impactos se concentrarán, una vez más, en la isla de Tenerife, particularmente en los municipios de Granadilla de Abona, La Laguna y Arona. En la isla de La Palma, las pérdidas se registrarán mayoritariamente en Fuencaliente y Garafía; en La Gomera, en Valle Gran Rey y San Sebastián de La Gomera; y en El Hierro, en Valverde.

MUNICIPIO / ISLA / PROVINCIA / CCAA	ACTUAL					2050										2100									
						CC MEDIO (RCP4.5-P50)					CC EXTREMO (RCP8.5-P95)					CC MEDIO (RCP4.5-P50)					CC EXTREMO (RCP8.5-P95)				
	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500	TR 0	TR 5	TR 50	TR 100	TR 500
LA MATANZA DE ACENTEJO	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	4,4	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,9	4,9	4,9	4,9	5,6	5,8	5,8	5,8	5,8	6,9	7,1	7,1	7,1	7,1
LA OROTAVA	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	4,4	6,1	6,6	6,6	6,6	4,8	6,4	6,8	6,8	6,8	6,5	7,8	8,0	8,0	8,0	8,3	9,2	9,3	9,3	9,3
LA VICTORIA DE ACENTEJO	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
LOS REALEJOS	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	6,1	6,5	6,5	6,5	6,5	6,7	7,1	7,1	7,1	7,1	9,6	10,0	10,1	10,1	10,1	13,5	13,9	13,9	13,9	13,9
LOS SILOS	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	6,8	7,0	7,0	7,0	7,0	7,4	7,7	7,7	7,7	7,7	9,5	9,7	9,7	9,7	9,7	11,8	12,1	12,1	12,1	12,1
PUERTO DE LA CRUZ	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	5,5	7,1	7,7	7,7	7,7	5,9	7,5	8,1	8,1	8,1	7,7	10,1	10,6	10,6	10,6	9,9	12,8	13,0	13,0	13,0
SAN JUAN DE LA RAMBLA	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,6	2,7	2,7	2,7	2,7	2,9	3,0	3,0	3,0	3,0	3,7	3,8	3,8	3,8	3,8	4,8	5,0	5,0	5,0	5,0
SAN MIGUEL DE ABONA	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8	10,1	10,4	10,4	10,4	10,4	10,6	10,8	10,9	10,9	10,9	12,3	12,6	12,6	12,6	12,6	15,3	15,5	15,6	15,6	15,6
SANTA CRUZ DE TENERIFE	34,6	34,6	34,6	34,6	34,6	44,2	50,7	52,2	52,2	52,2	47,5	54,4	55,7	55,7	55,7	61,1	70,1	70,2	70,2	70,2	77,6	84,7	84,8	84,8	84,8
SANTA ÚRSULA	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
SANTIAGO DEL TEIDE	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	5,2	5,9	6,1	6,1	6,1	5,5	6,2	6,4	6,4	6,4	7,0	7,9	8,1	8,1	8,1	8,8	9,9	9,9	9,9	9,9
TACORONTE	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	8,5	10,0	10,4	10,4	10,4	9,2	10,7	11,0	11,0	11,0	11,7	13,1	13,1	13,1	13,1	14,8	15,6	15,2	15,2	15,2
TOTAL TENERIFE	254,7	254,6	254,6	254,6	254,6	322,8	364,0	375,3	375,3	375,3	346,8	389,0	398,8	398,8	398,8	442,2	491,3	497,1	497,1	497,1	572,2	617,9	620,4	620,4	620,4
TOTAL SANTA CRUZ	374,1	374,1	374,1	374,1	374,1	484,5	552,6	569,8	569,8	569,8	524,1	592,8	608,1	608,1	608,1	676,2	752,9	763,1	763,1	763,1	895,7	967,3	973,6	973,6	973,6
TOTAL CANARIAS	1157,9	1157,9	1157,9	1157,9	1157,9	1603,9	2084,5	2191,8	2191,8	2191,8	1748,6	2216,0	2316,6	2316,6	2316,6	2371,1	2890,3	2957,3	2957,3	2957,3	3220,0	3739,3	3780,4	3780,4	3780,4

Tabla 67. Hábitats y ecosistemas afectados por inundaciones y erosión costera en 2050 y 2100, desagregado por municipios, islas y provincias (hectáreas).





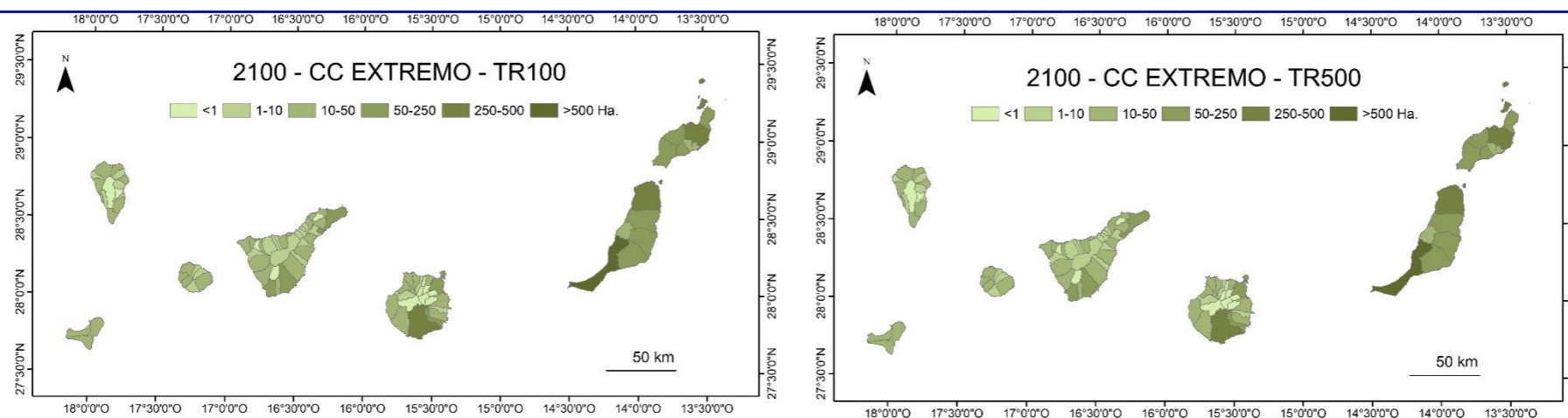


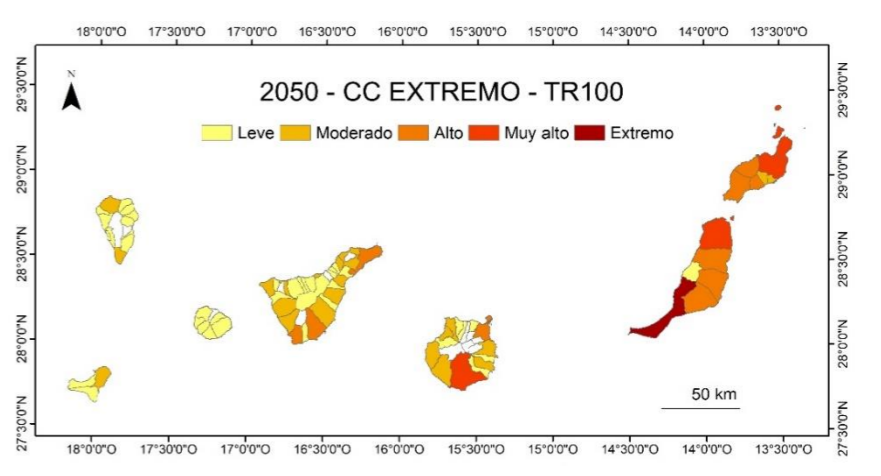
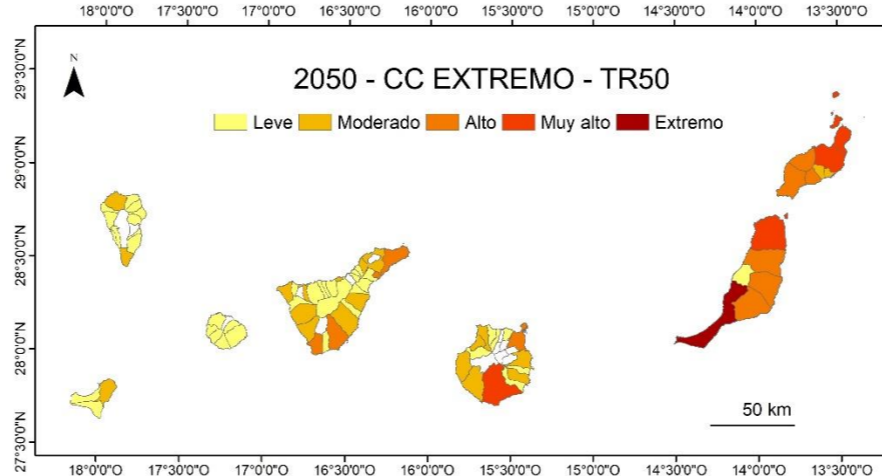
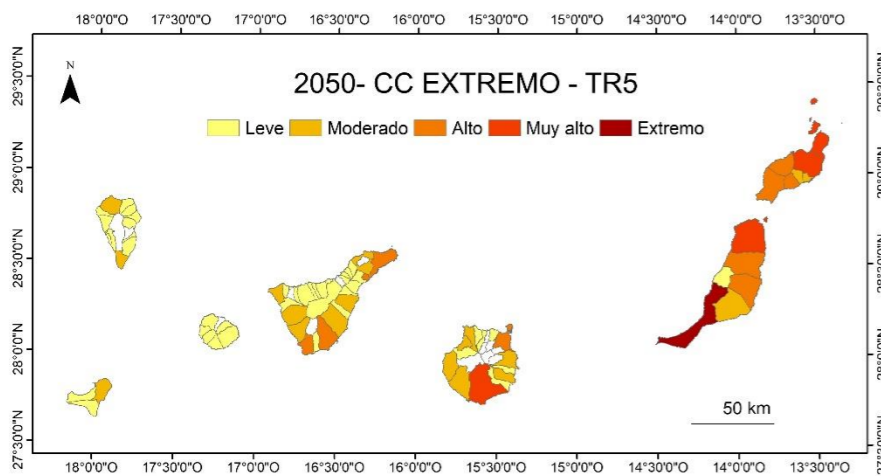
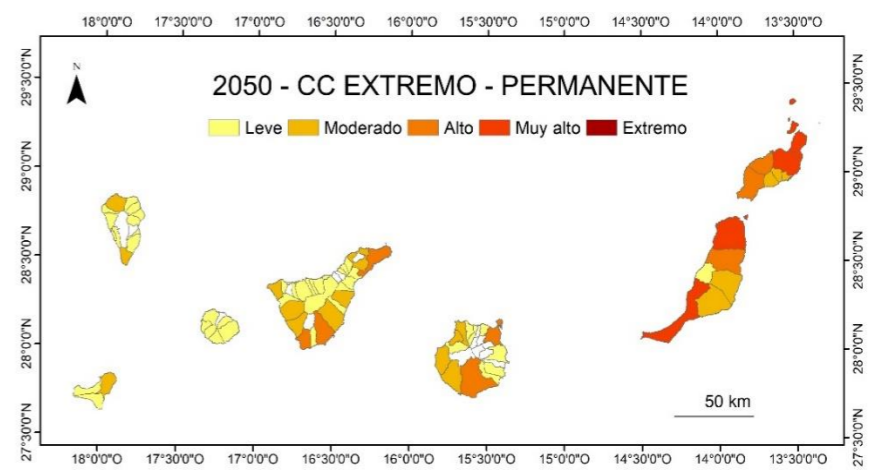
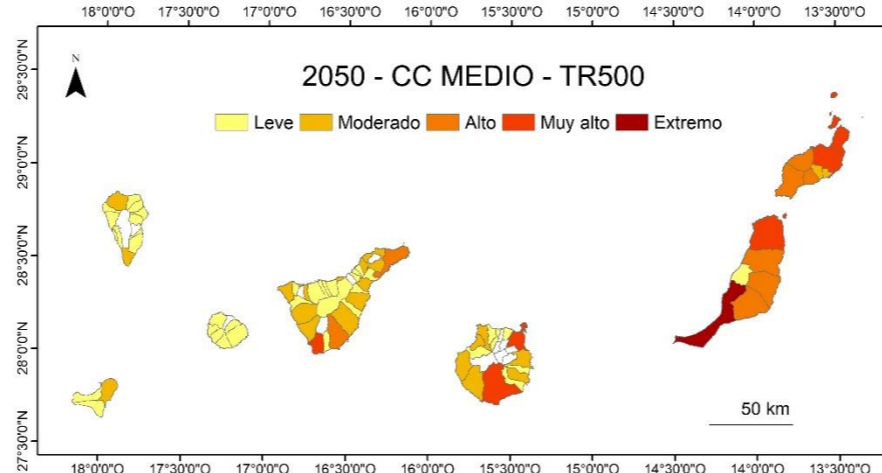
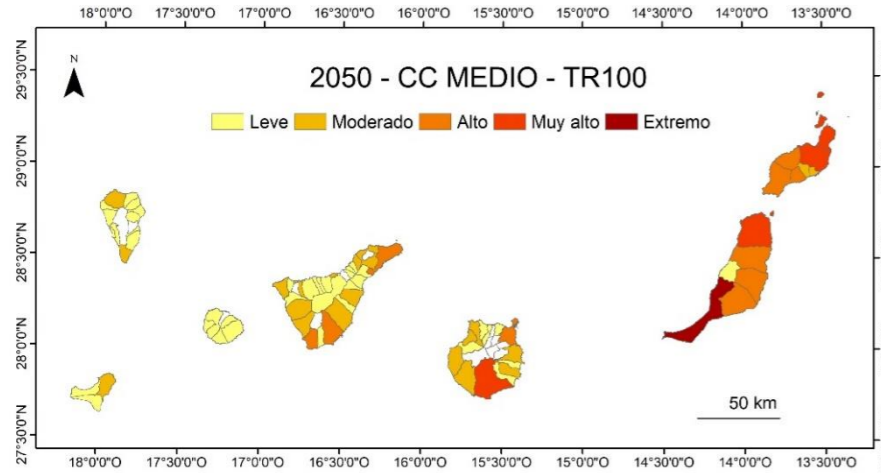
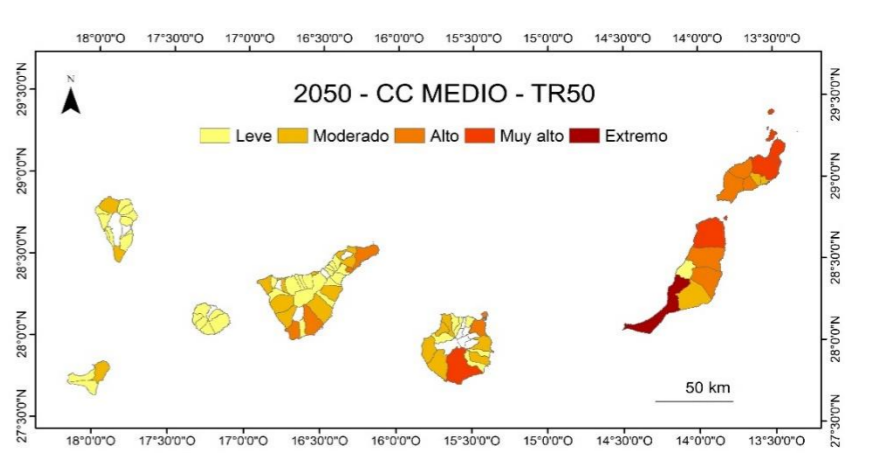
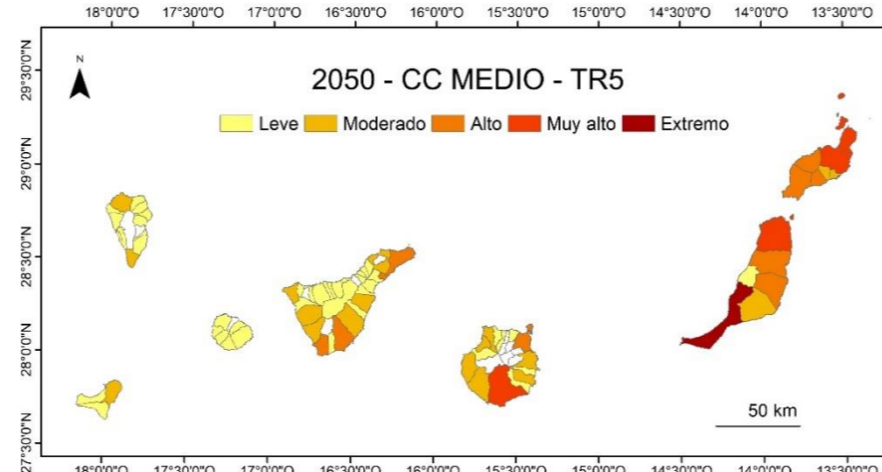
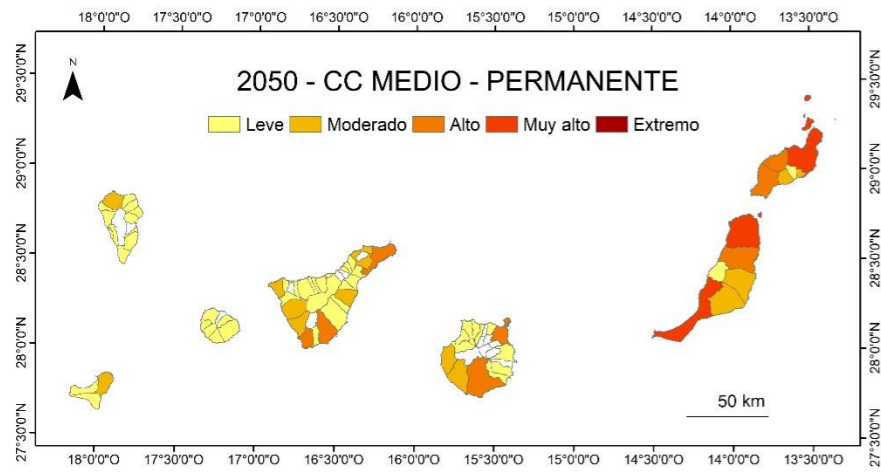
Figura 102. Hábitats y ecosistemas de los municipios de Canarias afectados en 2050 y 2100 por inundaciones y erosión costera

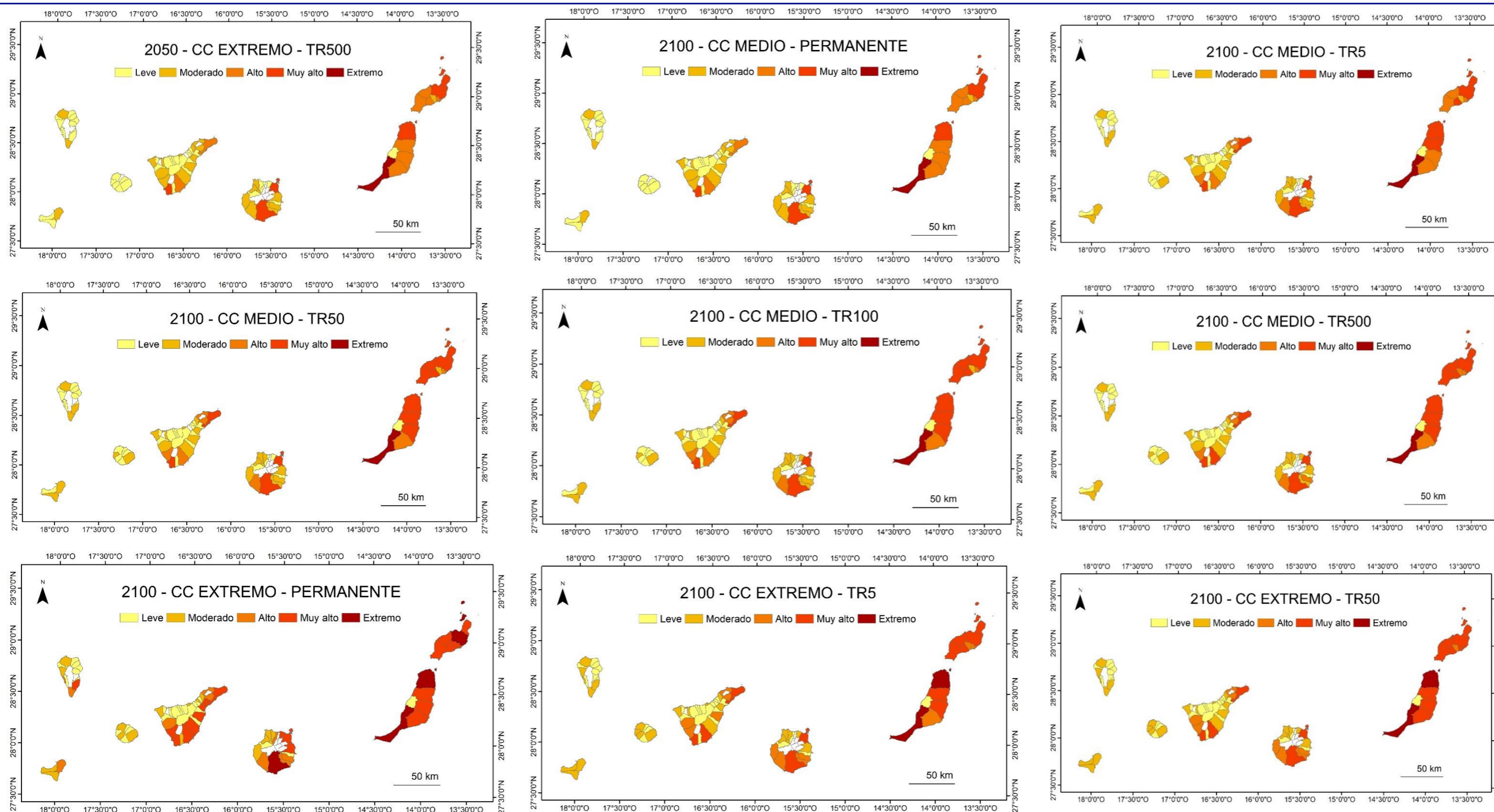
5.4.5 RIESGO GLOBAL (ÍNDICE SINTÉTICO)

El índice sintético de riesgo pretende aunar, en un solo valor de carácter comparativo, los daños probables de la erosión e inundación costera en 2050 y 2100, sobre la población (residente, turística y circulante), la economía (valor productivo de los sectores y stock de capital de los equipamientos e infraestructuras), el patrimonio (cultural y natural) y los ecosistemas y hábitats terrestres. Con este fin se ha procedido a normalizar (re-escalar) los valores de las unidades de cada tema, a una escala continua comparable [0-1], tomando como referencia el valor máximo de cada escenario (=1) y el valor mínimo (=0), y transformando el rango de valores intermedios mediante una función lineal. Así, han sido normalizadas las unidades y valores globales de impacto sobre la población (personas, N), la economía (monetario, €) y el patrimonio y los ecosistemas (superficies, ha).

Con ello se ha procedido a calcular una media ponderada para cada entidad territorial (red de hexágonos de 1 ha, municipios, islas y provincias). En esta media, las afecciones sobre la población han sido ponderadas al 40% del valor total del índice, las afecciones económicas, al 30%, las afecciones sobre el patrimonio, al 15%, y las afecciones sobre hábitats y ecosistemas, al 15%. Los pesos menores del patrimonio y los ecosistemas (15%) respecto a la economía (30%) y la población (40%), responden a la necesidad de compensar posibles efectos de solapamiento entre estos temas que podrían conducir a una sobrevaloración de las afecciones ecosistémicas sobre el resto de los factores.

Los valores del índice para cada municipio, isla y provincia de Canarias quedan recogidos íntegramente en la Tabla 68. Tomando como referencia el escenario más extremo (2100 – RCP8.5 – P95 – Tr500), y teniendo en cuenta el valor exclusivamente comparativo del índice, el riesgo global será mucho mayor en la provincia de Las Palmas (0,21) que en la de Santa Cruz de Tenerife (0,02). A nivel insular, este valor se distribuye, de mayor a menor, por Fuerteventura (0,35), Lanzarote (0,19), Gran Canaria (0,09), Tenerife (0,04), El Hierro (0,03), La Palma (0,02) y La Gomera (0,01). En Fuerteventura destacan los valores de riesgo global de Pájara (1,00) y La Oliva (0,70); en Lanzarote, el valor de Teguiise (0,49); y en Gran Canaria, el de San Bartolomé de Tirajana (0,47) y Las Palmas de Gran Canaria (0,34). En la provincia de Santa Cruz de Tenerife, siendo los valores generales significativamente más bajos, destacan los valores de riesgo de Arona (0,19), Granadilla de Abona (0,15) y Santa Cruz de Tenerife (0,14), en Tenerife; de Valverde (0,05), en El Hierro; de Garafía (0,04) y Fuencaliente (0,04), en La Palma; y de San Sebastián de La Gomera (0,04) y Valle Gran Rey (0,03), en La Gomera.





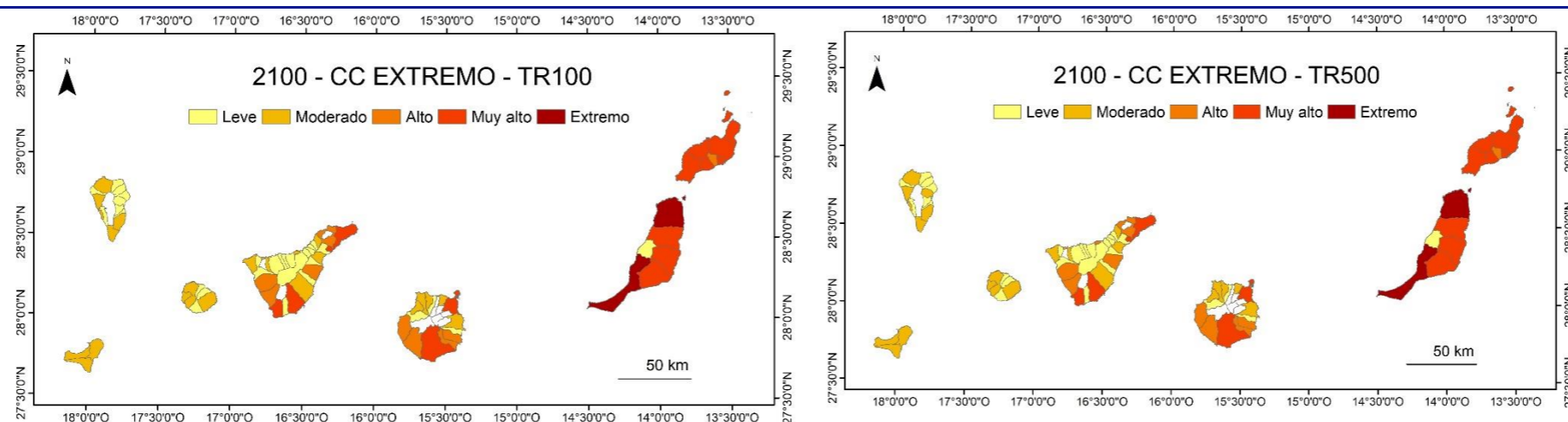


Figura 103. Índice de riesgo costero por cambio climático en 2050 y 2100 en los municipios de Canarias

5.4.6 ZONAS DE ALTO RIESGO ACUMULADO (HOTSPOTS)

En base a los resultados de riesgo obtenidos en los diferentes escenarios de cambio climático en 2050 y 2100, se han definido 47 Zonas de Alto Riesgo Acumulado (hotspots) en Canarias, que suman aproximadamente 150 km de costa. En las Zonas de Alto Riesgo Acumulado, los riesgos involucran varios de los factores relevantes del territorio, tanto socioeconómicos como ecosistémicos. Por ello, se recomienda su catalogación como Áreas de Actuación Prioritaria frente al Cambio Climático (AAPCC) y, conforme a ello, la elaboración de estudios de mayor detalle y el desarrollo de planes y medidas de adaptación específicos.

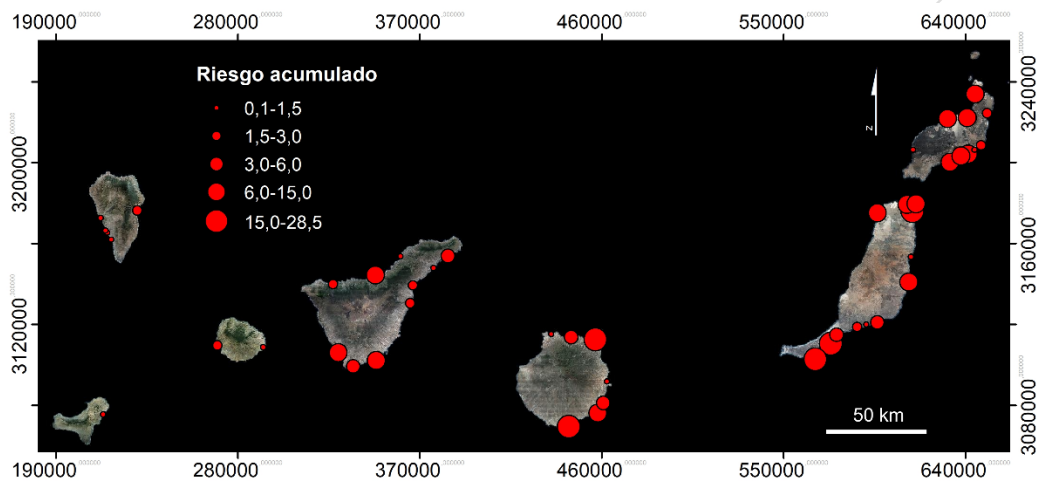


Figura 104. Mapa de las 47 Zonas de Alto Riesgo Acumulado (hotspots) definidas en Canarias.

En la isla de El Hierro ha sido establecida 1 Zona de Alto Riesgo Acumulado:

- **EH1.** Tramo de costa de 1,6 km desde Temijiraque a Playa de Tijeretas (noreste El Hierro). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 0,1. Los procesos costeros involucran riesgos sobre infraestructuras críticas de transporte y energía, e instalaciones con peligro químico.

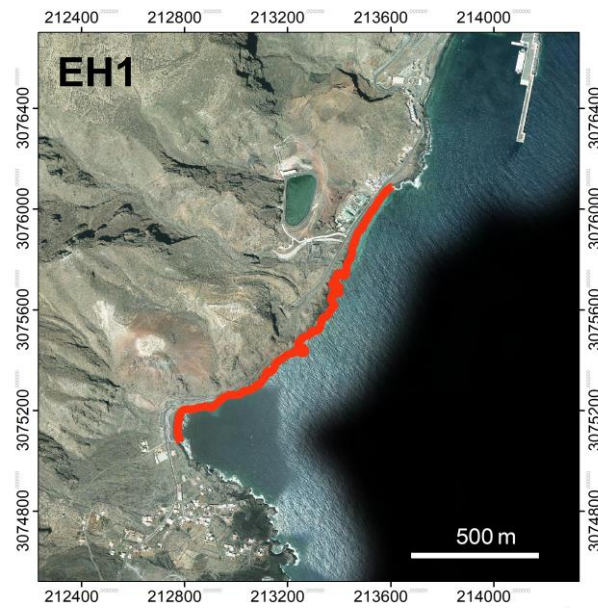
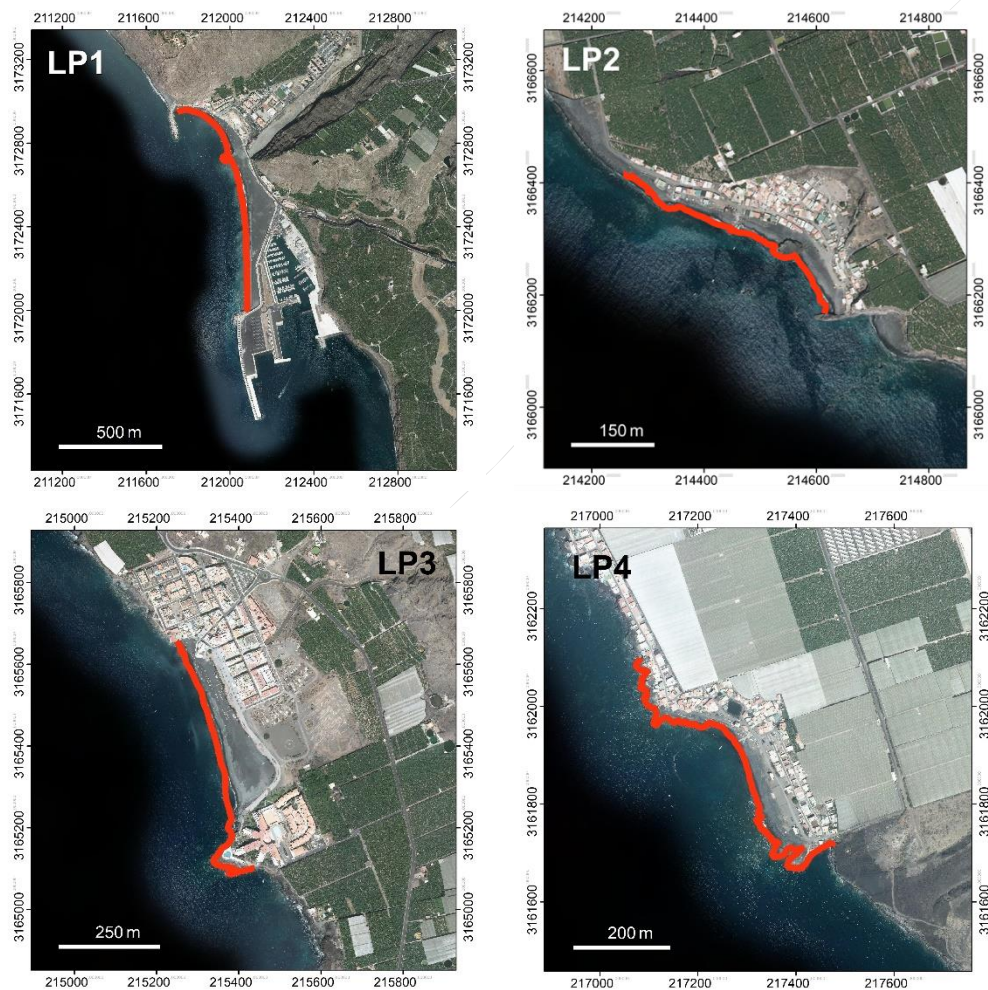


Figura 105. Zona de Alto Riesgo Acumulado (hotspot) en El Hierro.

En la isla de La Palma han sido establecidas 5 Zonas de Alto Riesgo Acumulado:

- **LP1.** Tramo de costa de 1,1 km en el Puerto de Tazacorte (oeste de La Palma). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 1,4. Los procesos costeros involucran riesgos sobre el tejido residencial y terciario-turístico de la localidad del Puerto de Tazacorte, así como sobre la propia playa del puerto. Convendría considerar, asimismo, las afecciones, no evaluadas en este trabajo, sobre la infraestructura portuaria adyacente.
- **LP2.** Tramo de costa de 450 m en el asentamiento de La Bombilla (oeste de La Palma). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 0,4. Los procesos costeros involucran riesgos sobre el tejido residencial y la población residente del asentamiento costero.
- **LP3.** Tramo de costa de 700 m en la localidad de Puerto Naos (oeste de La Palma). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 0,8. Los procesos costeros involucran riesgos sobre el tejido residencial y terciario-turístico, así como sobre la propia playa turística de la localidad.
- **LP4.** Tramo de costa de 600 m en la localidad de El Remo (oeste La Palma). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 0,3. Los procesos costeros involucran riesgos sobre el tejido residencial y las personas residentes del asentamiento costero.

- **LP5.** Tramo de costa de 1,8 km en el frente marítimo de Santa Cruz de La Palma hasta Maldonado (este de La Palma). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 2,0. Los procesos costeros involucran riesgos sobre el tejido urbano y residencial, así como sobre la actividad industrial y terciaria del frente marítimo de Santa Cruz, incluyendo la propia playa. También implica riesgos sobre el patrimonio cultural del casco histórico de la localidad. Convendría considerar, asimismo, las afecciones, no evaluadas en este trabajo, sobre la infraestructura portuaria y las defensas costeras de este entorno urbano.



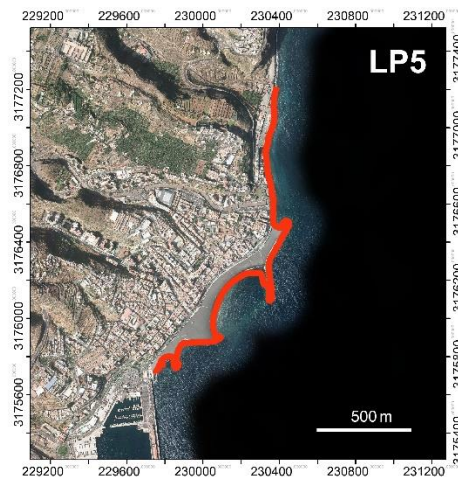


Figura 106. Zonas de Alto Riesgo Acumulado (hotspots) en La Palma.

En la isla de La Gomera han sido establecidas 2 Zonas de Alto Riesgo Acumulado:

- **LG1.** Tramo de costa de 3,2 km en Valle Gran Rey, desde Playa del Inglés hasta el puerto de Vueltas (oeste de La Gomera). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 2,4. Los procesos costeros involucran riesgos tanto socioeconómicos, sobre tejido urbano-residencial (población residente), la infraestructura turística (población turística) y la actividad agrícola, como ecosistémicos, afectando a varios espacios de la Red Natura 2000, Red Canaria de Espacios Protegidos y playas de alto valor ambiental (Playa del Inglés, Charco de Cieno, Charco del Conde). A ello convendría sumar las posibles afecciones, no evaluadas aquí, sobre la infraestructura portuaria y las defensas costeras de Valle Gran Rey.
- **LG2.** Tramo de costa de 600 metros en la localidad de San Sebastián de La Gomera (este de La Gomera). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 1,2. Los procesos costeros involucran riesgos en la población, infraestructuras, equipamientos y actividad económica del casco urbano de San Sebastián de La Gomera, incluyendo también riesgos sobre el patrimonio cultural y sobre las playas del frente marítimo de la localidad. Convendría considerar también las posibles afecciones sobre la infraestructura portuaria.

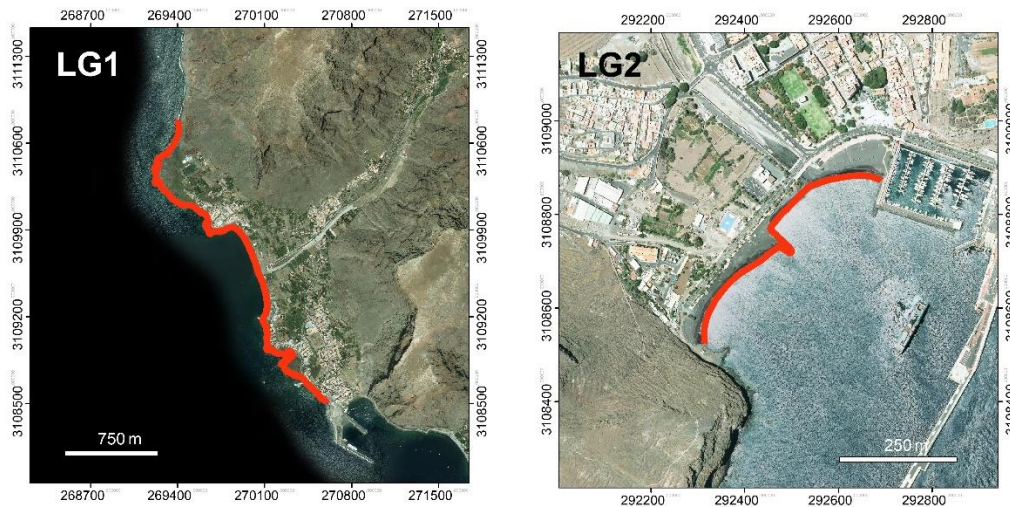


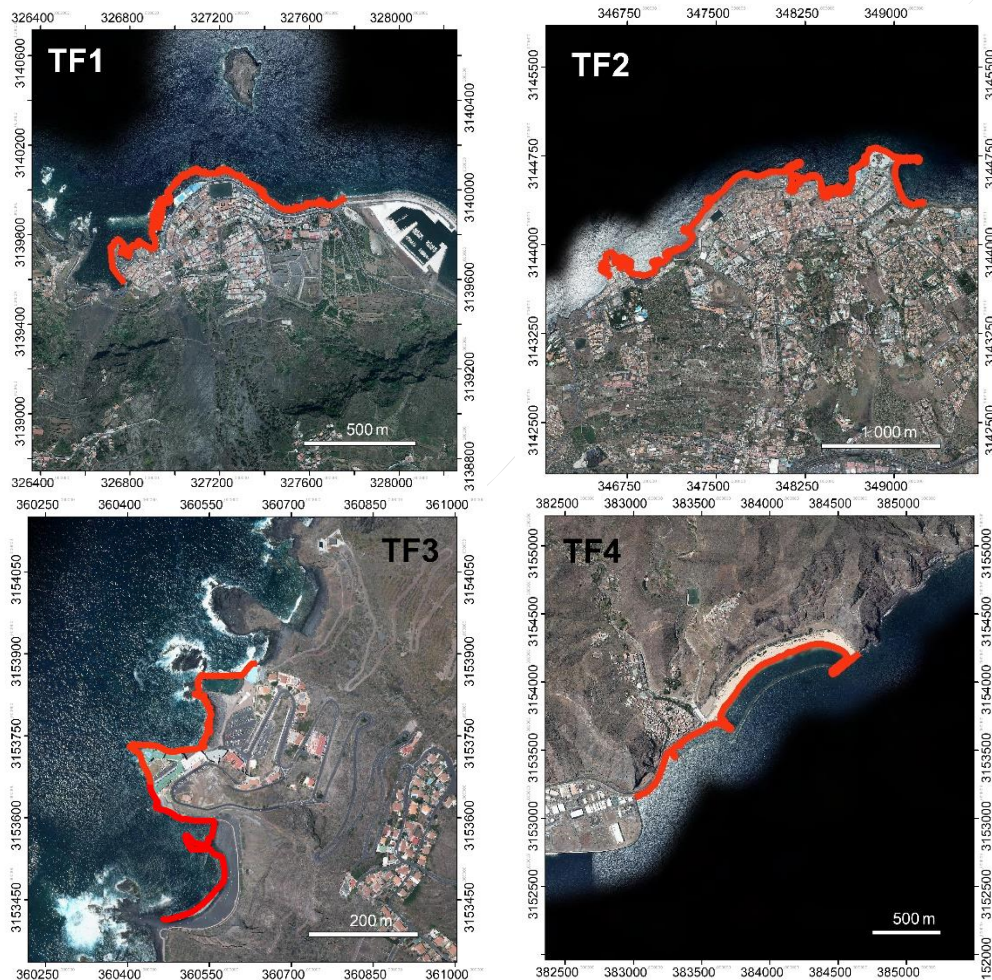
Figura 107. Zonas de Alto Riesgo Acumulado (hotspots) en La Gomera.

En la isla de Tenerife han sido establecidas 10 Zonas de Alto Riesgo Acumulado:

- **TF1.** Tramo de costa de 1,5 km en la localidad de Garachico (norte de Tenerife). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 2,8. Los procesos costeros involucran riesgos en la población, infraestructuras, equipamientos y actividad económica del casco urbano de Garachico, incluyendo riesgos en el abundante patrimonio histórico de la localidad. Convendría considerar asimismo las posibles afecciones sobre los diques y defensas costeras del frente marítimo.
- **TF2.** Tramo de costa de 4,1 km en Puerto de La Cruz, desde Punta Brava hasta Playa Martiánez (norte de Tenerife). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 8,0. Los procesos costeros involucran riesgos en la población y el tejido residencial de la localidad, pero sobre todo en sus infraestructuras urbanas, incluido el patrimonio histórico, y sobre los equipamientos urbano-turísticos, incluidas las playas turísticas del entorno. Convendría considerar también las posibles afecciones sobre los diques, defensas costeras e infraestructuras portuarias de su frente marítimo.
- **TF3.** Tramo de costa de 900 m en la Urbanización Mesa de Mar (noroeste de Tenerife). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 0,7. Los procesos costeros involucran riesgos, sobre todo, en la infraestructura y equipamientos turísticos, incluida una playa turística dentro de Paisaje Protegido, y en infraestructuras de transporte terrestre (carreteras insulares). Convendría considerar también las posibles afecciones sobre escolleras y defensas costeras.

- **TF4.** Tramo de costa 2 km de San Andrés a Playa de Las Teresitas (noreste de Tenerife). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 4,7. Los procesos costeros involucran riesgos sobre la playa de Las teresitas, de carácter turístico, y sus infraestructuras asociadas, así como sobre la fachada marítima de la localidad de San Andrés (incluida vía TF-12), ya afectada por inundaciones en la actualidad. Asimismo, convendría considerar también las posibles afecciones sobre diques, escolleras y defensas costeras de este tramo.
- **TF5.** Tramo de costa de aproximadamente 2,3 km desde el Parque Marítimo César Manrique hasta el Muelle de Hondura (noreste de Tenerife). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 0,4. Los procesos costeros involucran riesgos sobre equipamientos turísticos (Parque Marítimo César Manrique), patrimonio histórico (Castillo de San Juan) e instalaciones con peligro químico asociadas a la refinería de petróleo de Santa Cruz.
- **TF6.** Tramo de costa de 2,8 km entre Candelaria y Las Caletillas (este de Tenerife). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 2,0. Los procesos costeros involucran una variedad de riesgos sobre población residente y turística, servicios y equipamientos urbanos, así como sobre las vías de comunicación, actividad terciaria, playas y espacios públicos del frente marítimo, y, al norte del tramo, sobre la central térmica de Caletillas.
- **TF7.** Tramo de costa de 1,3 km en el Puertito de Güímar (este de Tenerife). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 2,4. Los procesos costeros involucran riesgos sobre el tejido urbano-residencial y turístico de la fachada marítima de la localidad, incluyendo el frente marítimo de playas, con espigones y diques asociados. Convendría asimismo evaluar las posibles afecciones sobre el puerto deportivo.
- **TF8.** Tramo de costa de 6,5 km en El Médano desde Punta del Pesquero hasta Playa de La Tejita (sureste de Tenerife). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 10,4. Los procesos costeros involucran riesgos tanto socioeconómicos, sobre tejido y población urbano-residencial y turística, y actividad terciaria asociada, como ecosistémicos, sobre playas y sistemas de playa-duna con alto valor ambiental dentro espacios naturales protegidos de la Red Canaria y Red Natura 2000.
- **TF9.** Tramo de costa de 1,2 km en la localidad de Las Galletas (sur de Tenerife). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 4,1. Los procesos costeros involucran riesgos sobre el caso urbano residencial de Las Galletas (Urb. Alborada), su acceso por TF-66, y sobre la playa y muelle de Las Galletas.

- TF10.** Tramo de costa de 8,2 km desde Playa del Veril (Costa Adeje) a Playa de Los Cristianos (suroeste de Tenerife). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 13,9. Los procesos costeros involucran riesgos muy elevados sobre este conjunto urbano-turístico, y sus infraestructuras, espacios públicos abiertos, equipamientos y fuerte tejido productivo asociado. En especial, serán predominantes los efectos sobre las playas turísticas del entorno, así como sobre las obras costeras (diques, espigones, puertos) que mantienen las condiciones actuales de este tramo.



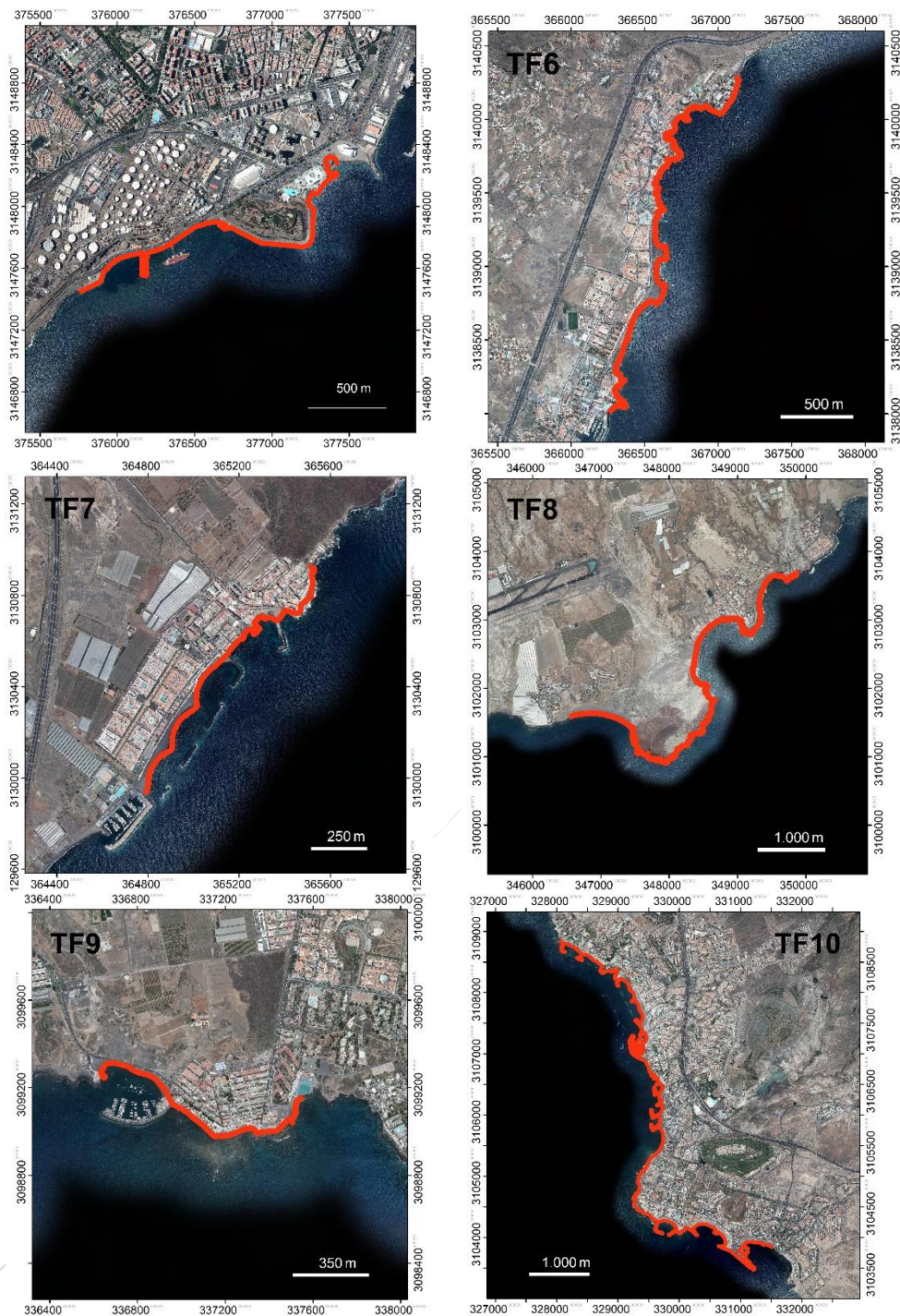


Figura 108. Zonas de Alto Riesgo Acumulado (hotspots) en Tenerife.

En la isla de Gran Canaria han sido establecidas 7 Zonas de Alto Riesgo Acumulado:

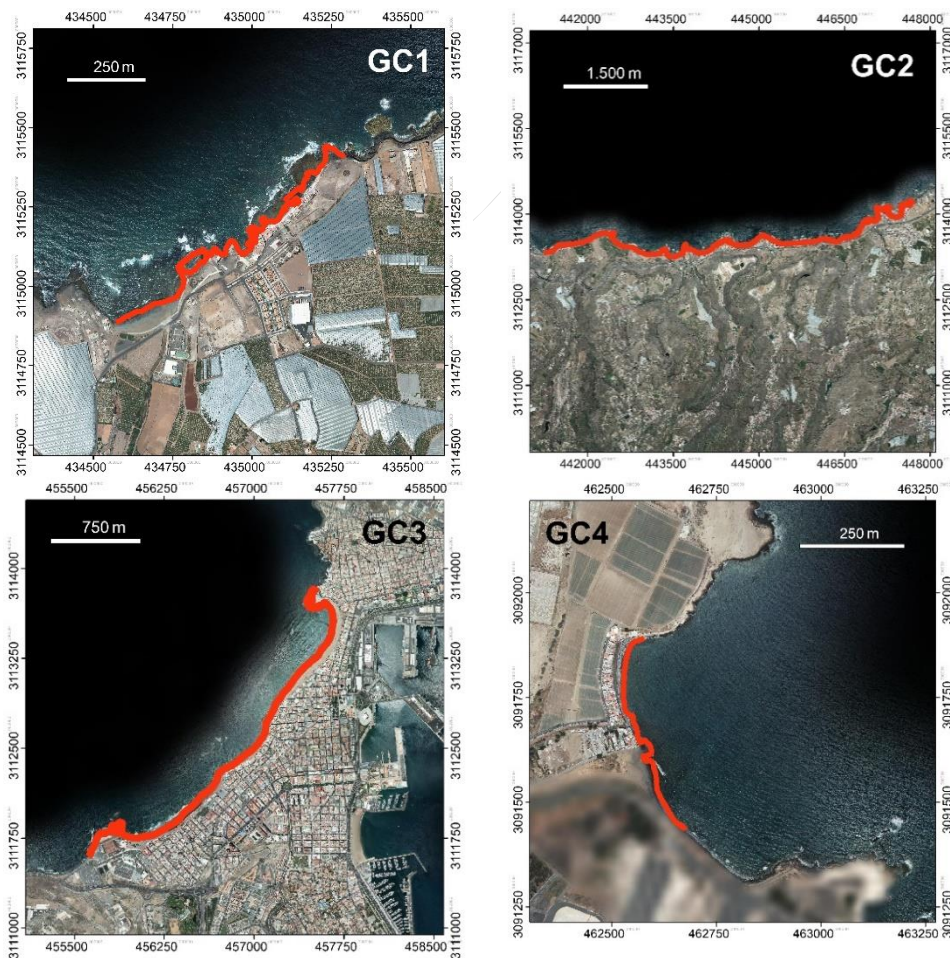
- **GC1.** Tramo de costa de 900 m desde Playa de Bocabarranco de Gáldar a Punta de La Guancha (norte de Gran Canaria). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 0,5.

Los procesos costeros involucran riesgos sobre una variedad de elementos: asentamientos residenciales (El Agujero), patrimonio histórico (necrópolis de La Guancha), infraestructuras críticas de nivel 2 (planta desaladora/potabilizador) y playas de alto de valor ambiental (playa de Bocabarranco).

- **GC2.** Tramo de costa de 7,5 km desde San Felipe hasta El Puertillo de Bañaderos (norte de Gran Canaria). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 3,5. Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 0,5. 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.
- **GC3.** Tramo de costa de 4 km en el istmo de Guanarteme (norte de Gran Canaria). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 25,1. Los procesos costeros involucran riesgos muy elevados sobre el tejido urbano y turístico de Las Palmas en el istmo de Guanarteme, incluyendo población residente y turística, multitud de equipamientos e infraestructuras urbanas, actividad terciaria e industrial, playas turísticas y espacios recreativos. Sobre ello convendría una evaluación detallada de los posibles efectos sobre el Puerto de La Luz (el más grande Canarias y octavo más grande de España) en la fachada oriental de la ciudad.
- **GC4.** Tramo de costa de 500 m en la localidad de Ojos de Garza (este de Gran Canaria). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 0,6. Los procesos costeros involucran riesgos sobre la población del asentamiento residencial Caserío de Ojos de Garza, su playa, vías de acceso por GC-140 y actividades agrícolas del entorno.
- **GC5.** Tramo de costa de 1,4 km en la Bahía de Arinaga (sureste de Gran Canaria). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 3,4. Los procesos costeros involucran riesgos sobre la población y el tejido urbano-residencial de la localidad de Arinaga, así como sobre las actividades comerciales y productivas del frente marítimo, sus espacios públicos (paso marítimo y playas) y su patrimonio cultural Casas de Los Picos.
- **GC6.** Tramo de costa de 2,2 km en la desembocadura del Bco. de Tirajana (sureste de Gran Canaria). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 8,6. Los procesos costeros involucran riesgos sobre infraestructuras críticas de nivel 2 (estación potabilizadora, aerogeneradores e instalaciones del Instituto Tecnológico de Canarias, ITC) y sobre Bienes de

Interés Cultural (Salinas de Tenefé). Por su proximidad convendría hacer, asimismo, un análisis detallado de los posibles efectos sobre la central térmica de del Barranco de Tirajana y sus escolleras de protección.

- **GC7.** Tramo de costa de 7,5 km entre el Faro de Maspalomas y playa de Las Burras (sur de Gran Canaria). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 28,2, el mayor entre los hotspots definidos en Canarias. Los procesos costeros involucran riesgos muy elevados sobre el complejo urbano-turístico de Maspalomas (uno de los más importantes de Canarias), incluidos los elementos del patrimonio natural que lo sostiene: las playas que se extienden hasta el Faro de Maspalomas, el campo dunar de Maspalomas (Reserva Natural Especial), su laguna costera (Charca de Maspalomas) y palmerales. El tramo incluye también afecciones sobre patrimonio histórico del entorno del El Oasis y ecosistemas marinos de alta sensibilidad aguas adentro (ZEC de Sebadales de Playa del Inglés).



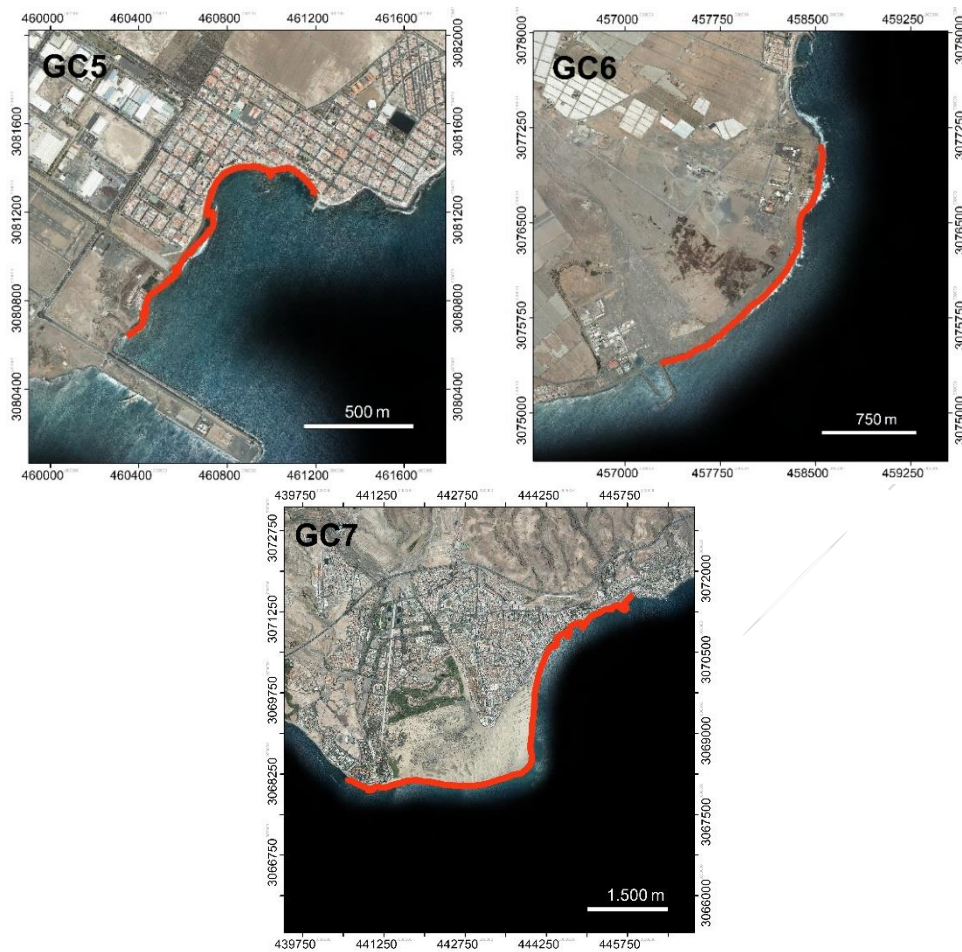


Figura 109. Zonas de Alto Riesgo Acumulado (hotspots) en Gran Canaria.

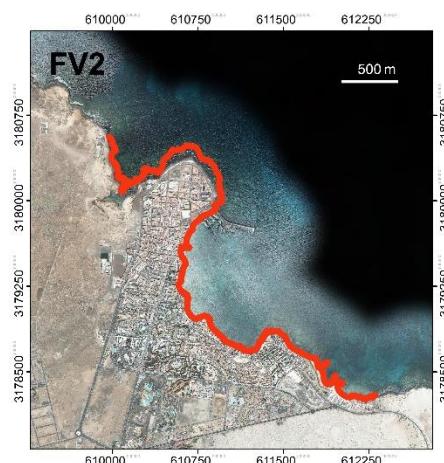
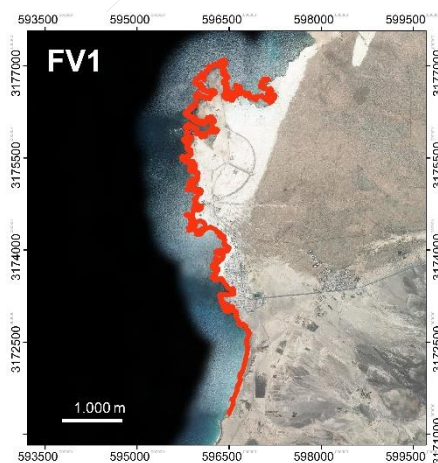
En la isla de Fuerteventura han sido establecidas 12 Zonas de Alto Riesgo Acumulado:

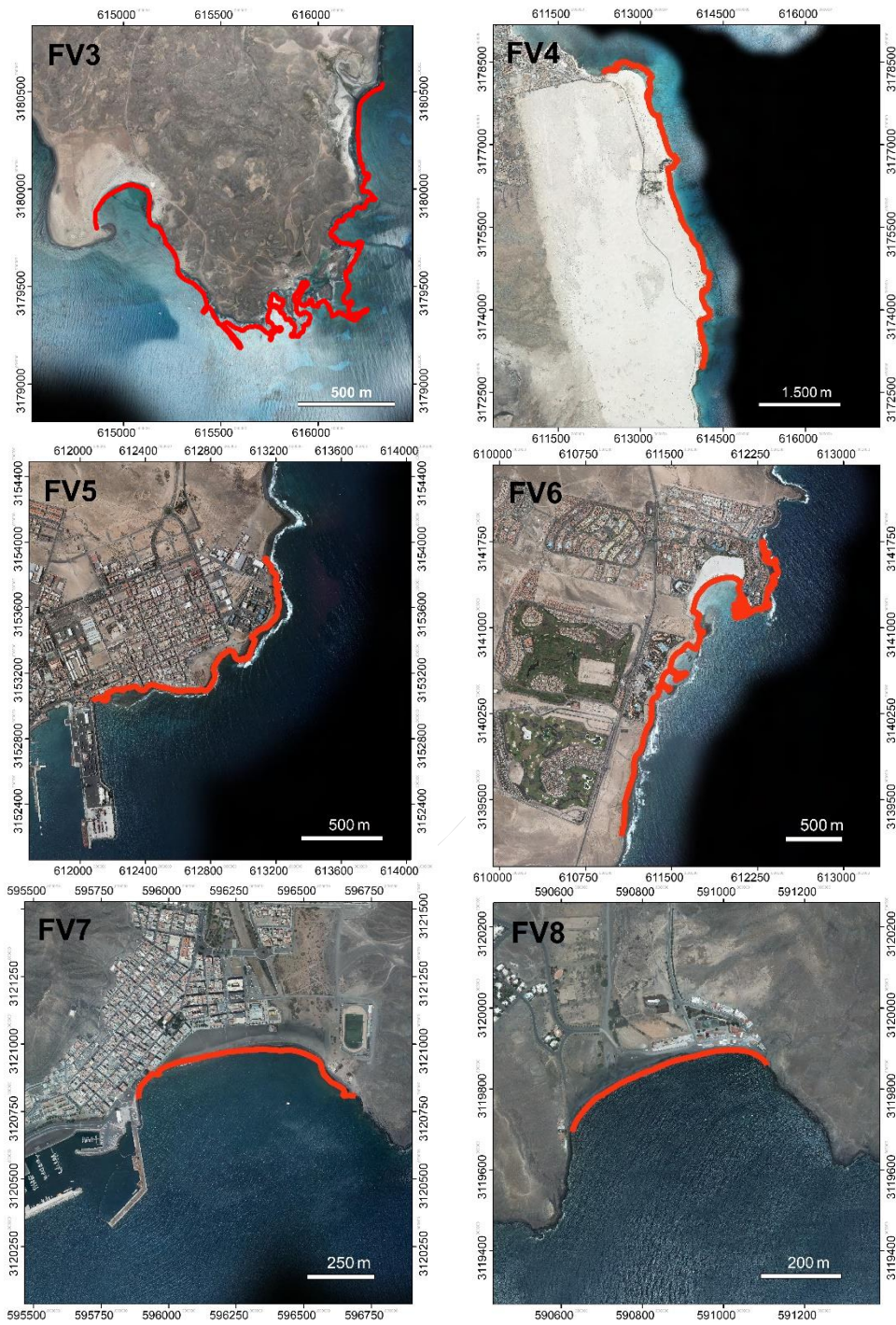
- FV1.** Tramo de costa de 6 km en El Cotillo, desde Playa del Castillo hasta Caleta del Marrajo (norte de Fuerteventura). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 11,6. Los procesos costeros involucran elevados riesgos ambientales sobre los sistemas costeros (playas y dunas) en todo el tramo (ZEPA Costa Norte de Fuerteventura), y sobre la población y actividades productivas del tejido urbano-turístico y residencial de la localidad de El Cotillo. Habría que incluir además las posibles afecciones sobre el muelle.
- FV2.** Tramo de costa de 5 km en la localidad de Corralejo (norte de Fuerteventura). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 9,0. Los procesos costeros involucran elevados riesgos sobre las infraestructuras, equipamiento y población (urbana y turística) del caso urbano del Corralejo, y sobre las playas ocluidas de su frente marítimo. Habría que incluir además posibles afecciones sobre el muelle deportivo y comercial.

- **FV3.** Tramo de costa de 3 km desde Playa de La Calera a Playa de Las Lagunitas (isla de Lobos). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo próximo a 6,8. Los procesos costeros involucran riesgos sobre todo ecosistémicos, tanto en la parte terrestre (playas, dunas y humedales), como en la sumergida (ZEC Sebadales de Corralejo). También se cuentan riesgos socioeconómicos en las Casas del Puertito y en su acceso por mar a través del muelle.
- **FV4.** Tramo de costa de 6,7 km en el Parque Natural de las Dunas de Corralejo (norte de Fuerteventura). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 20,7. Los procesos costeros involucran riesgos sobre todo ecosistémicos, tanto en la parte terrestre (playas y dunas del PN de Dunas de Corralejo, además de espacios ZEC y ZEPA), como en la sumergida (ZEC Sebadales de Corralejo).
- **FV5.** Tramo de costa de 1.7 km desde el Muelle de Puerto del Rosario hasta la zona industrial las Salinas (este Fuerteventura). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 0,9. Los procesos costeros involucran riesgos sobre tejido industrial con infraestructuras críticas de nivel 1 (central térmica UNELCO) y 2 (planta desaladora) y sobre el tejido urbano-residencial de El Charco. A ello habría que sumar las posibles afecciones sobre el muelle comercial de Puerto del Rosario.
- **FV6.** Tramo de costa de 3,7 km en Caleta de Fustes, desde Caleta del Espino hasta Casas de La Guirra (este de Fuerteventura). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 8,2. Los procesos costeros involucran riesgos altos sobre complejos predominantemente turísticos, incluidos sus espacios públicos y tejido comercial, y sobre todo sobre las propias playas turísticas ocluidas en el frente costero. También se cuentan afecciones sobre abundante patrimonio cultural a lo largo del tramo y se recomienda una evaluación de detalle sobre posibles afecciones en el muelle deportivo.
- **FV7.** Tramo de costa de 950 m en la localidad de Gran Tarajal (sureste de Fuerteventura). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 3,7. Los procesos costeros involucran riesgos sobre el tejido urbano-residencial y turístico, y su población, infraestructuras, espacios y equipamientos asociados, así como sobre la propia playa turística ocluida en el frente costero. Se recomienda también una evaluación detallada de las posibles afecciones en el Puerto pesquero y comercial de Gran Tarajal.
- **FV8.** Tramo de costa de 550 en la localidad de Giniginamar (sureste de Fuerteventura). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 1,0. Los procesos costeros

involucran riesgos sobre la población del asentamiento costero de Giniginamar y sobre la playa de arena que lo protege.

- **FV9.** Tramo de costa de 1,1 km en la localidad de Tarajalejo (sureste de Fuerteventura). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 2,5. Los procesos costeros involucran riesgos sobre la población, infraestructuras y equipamientos del frente costero del complejo urbano-residencial y turístico de Tarajalejo, así como sobre la playa arenosa oculta que lo protege.
- **FV10.** Tramo de costa de 3 km en la Urbanización Costa Calma (sureste de Fuerteventura). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 3,7. Los procesos costeros involucran riesgos sobre tanto el complejo turístico de alto valor económico y su población asociada, pero sobre todo sobre la propia playa oculta en el frente costero (playa turística de alto valor económico) y sobre los ecosistemas marinos de la ZEC Playas de Sotavento de Jandía.
- **FV11.** Tramo de costa de 6 km Playa de Sotavento de Jandía (sur de Fuerteventura). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 27,4. Los procesos costeros involucran riesgos muy elevados predominantemente ecosistémicos: playas de sotavento, laguna de Jandía, y dunas y saladares de alto valor ambiental y económico. En la parte sumergida, los riesgos se dirigen hacia los ecosistemas marinos de la ZEC Playas de Sotavento de Jandía.
- **FV12.** Tramo de costa de 4 km en la Playa del Matorral (sur de Fuerteventura). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 22,1. Los procesos costeros involucran riesgos muy elevados sobre los ecosistemas costeros (playa del Matorral y Saladar de Jandía) y sobre el tejido urbano-turístico, residencial y económico del entorno.





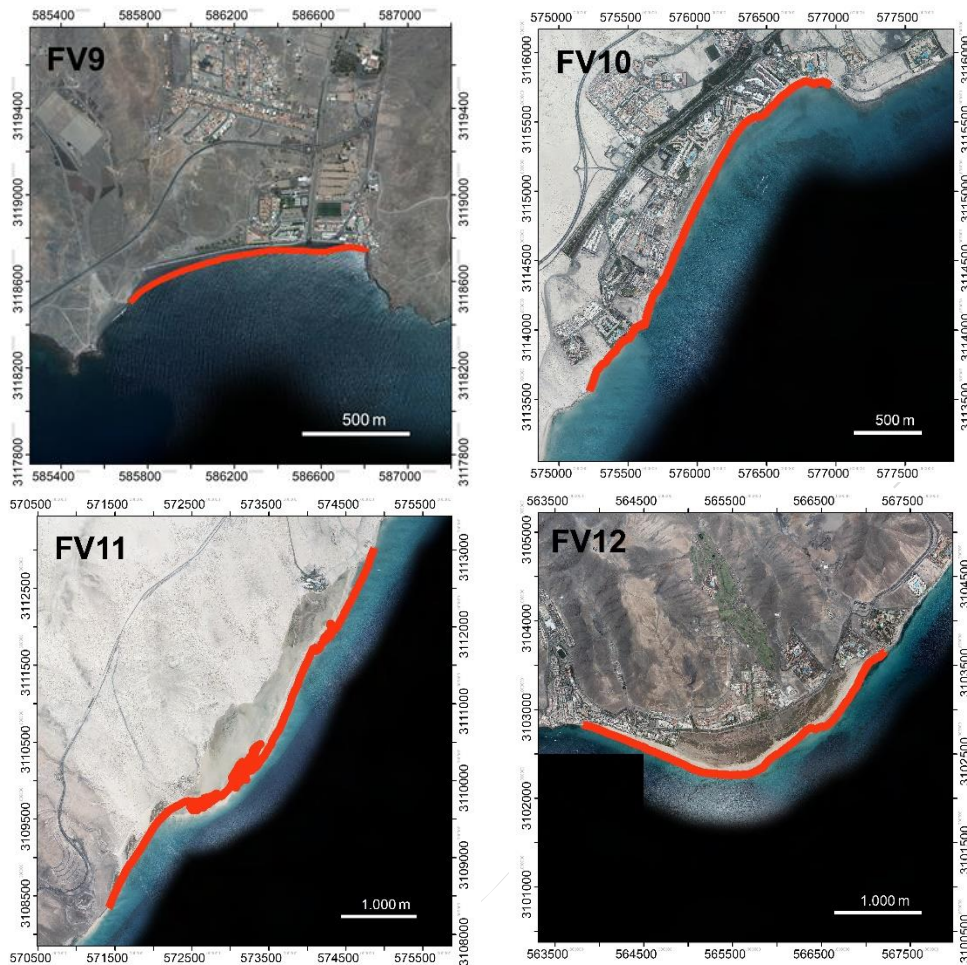


Figura 110. Zonas de Alto Riesgo Acumulado (hotspots) en Fuerteventura.

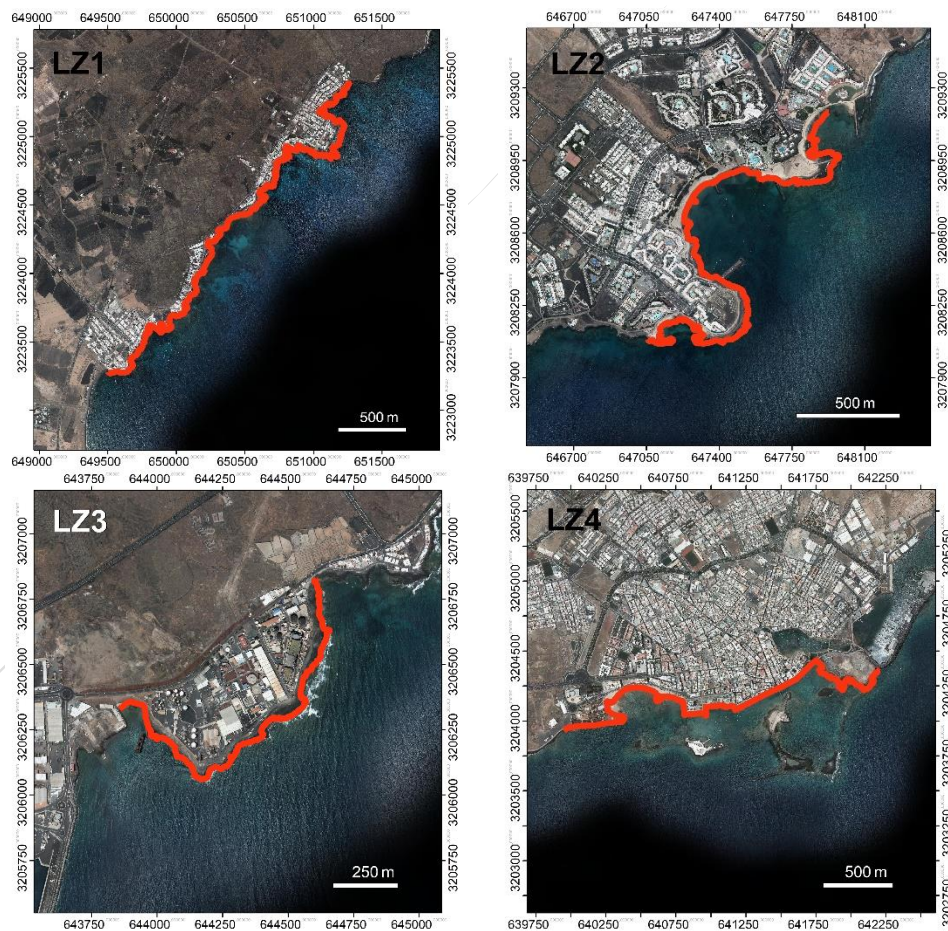
En la isla de Lanzarote y La Graciosa han sido establecidas 10 Zonas de Alto Riesgo Acumulado:

- LZ1.** Tramo de costa de 3,2 km entre las localidades de Punta Mujeres y Arrieta (oeste de Lanzarote). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 1,8. Los procesos costeros involucran riesgos sobre la población y las infraestructuras de los asentamientos costeros desarrollados a lo largo del este tramo litoral.
- LZ2.** Tramo de costa de 2,5 km en Costa Teguise, de Playa del Jablillo a Playa de los Charcos (este de Lanzarote). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 3,0. Los procesos costeros involucran riesgos sobre la población, infraestructuras y equipamientos urbanos del complejo turístico, y sobre todo sobre las playas encajadas y ocluidas que dan el servicio recreativo principal del entorno.

- **LZ3.** Tramo de costa de 1,5 km en Las Caletas (oeste de Lanzarote). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 1,3. Los procesos costeros involucran riesgos sobre una zona de alta actividad industrial donde se concentran infraestructuras críticas de nivel 1 (central térmica e instalaciones de distribución de gas–peligro químico-) y de nivel 2 (planta desaladora).
- **LZ4.** Tramo de costa de 2,7 km en Arrecife, desde La Bufona hasta el Islote del Francés (este de Lanzarote). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 10,2. Los procesos costeros involucran riesgos elevados sobre el frente marítimo de la ciudad de arrecife, incluyendo tejido urbano y económico de alto valor, espacios públicos recreativos (paseos, playas), infraestructuras, equipamientos y abundantes bienes del patrimonio histórico-cultural. Se recomienda además una evaluación de detalle sobre los posibles efectos en el Puerto de Arrecife.
- **LZ5.** Tramo de costa de 2 km en la Urbanización Playa Honda (este de Lanzarote). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 8,5. Los procesos costeros involucran riesgos sobre el entorno urbano, de tipo residencial y turístico, próximo a la costa, y sobre sus sistemas de playa, catalogados como de interés turístico, así como sobre la ZEC Seadales de Guasimeta en la parte marítima.
- **LZ6.** Tramo de costa de 6,1 km en el Puerto del Carmen, desde Playa del Cangrejo hasta Playa de Matagorda (este de Lanzarote). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 14,7. Los procesos costeros involucran riesgos sobre los entornos urbanos, predominantemente turísticos, próximos a la costa, y sobre sus sistemas de playa, catalogados como de interés turístico, así como sobre la ZEC Seadales de Guasimeta en la parte marítima.
- **LZ7.** Tramo de costa de 1,3 km desde Casas del Golfo hasta Playa del Golfo (oeste de Lanzarote). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 1,2. Los procesos costeros involucran riesgos para la población de la localidad de El Golfo y su acceso por tierra, y para elementos muy relevantes del patrimonio natural (El Golfo), con gran impacto económico en la localidad.
- **LZ8.** Tramo de costa de 8,3 km en La Santa, entre las localidades de La Santa y Caleta de Caballo (norte de Lanzarote). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 11,8. Los procesos costeros involucran riesgos sobre la población de pequeños asentamientos (La

Santa y Caleta de Caballo), sobre el complejo turístico de La Santa y sobre valores ecosistémicos (ZEC Los Risquetos) y del patrimonio cultural (zona paleontológica).

- **LZ9.** Tramo de costa de 4,3 km desde Caleta de Famara hasta Playa de Famara (norte de Lanzarote). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 8,6. Los procesos costeros involucran riesgos sobre la población e infraestructuras de localidad de Caleta de Famara, incluidos sus accesos por tierra, y sobre el elevado valor ambiental y turístico de los sistemas playa-duna del entorno (zonas ZEC y ZEPA).
- **LGr 1.** Tramo de costa de 4,5 km desde Caleta de Sebo hasta Playa Francesa (La Graciosa). Tiene un valor acumulado por hectárea en el índice de riesgo de 7,7. Los procesos costeros involucran riesgos sobre la población e infraestructuras de localidad residencial y turística de Caleta de Sebo (y probablemente también de infraestructura portuaria), así como sobre los ecosistemas terrestres (playas, dunas y lagunas costeras) y marinos (ZEC sebadales de La Graciosa).



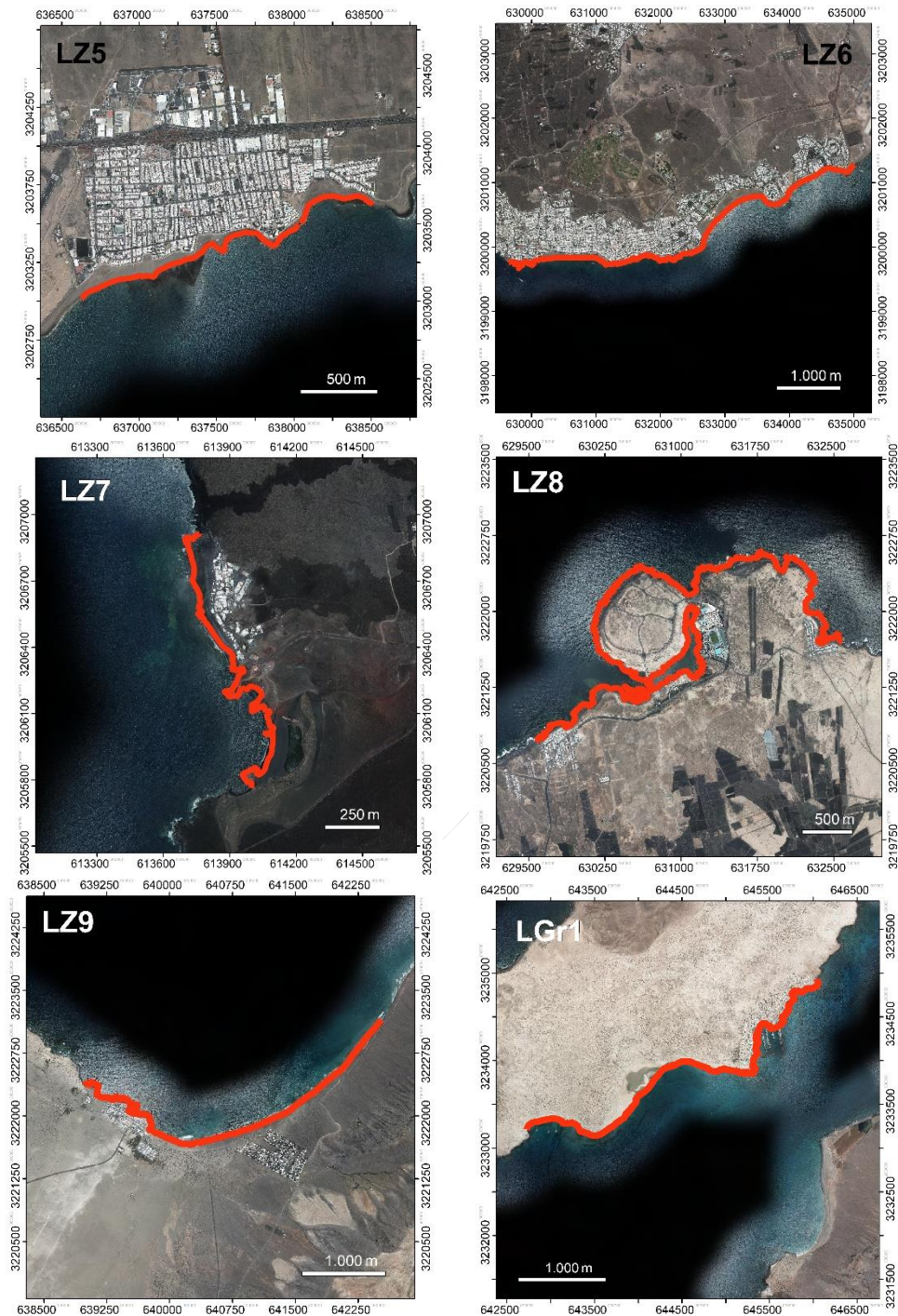


Figura 111. Zonas de Alto Riesgo Acumulado (hotspots) en Lanzarote y La Graciosa.

6 CONCLUSIONES

Cartográfica de Canarias S.A. (GRAFCAN) ha dirigido este trabajo de ASISTENCIA TÉCNICA PARA EL DESARROLLO PIMA ADAPTA COSTAS 2017 EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE CANARIAS, cuyos resultados han sido resumidos en el presente documento. Junto con el equipo de trabajo de GRAFCAN, el desarrollo del proyecto se ha llevado a cabo con la intervención de cuadros técnicos y científicos del Instituto de Hidráulica ambiental de Cantabria (IHC), en la proyección de inundaciones, erosión, SST y evaluación de riesgos, y de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC), en el asesoramiento acerca de la vulnerabilidad de las comunidades marinas de Canarias frente a la SST.

Con la culminación de este trabajo se responde al objetivo de estimar, con un nivel del detalle suficiente, los efectos del cambio climático en el ámbito de las zonas costeras de la CCAA de Canarias, mediante la determinación del riesgo de las inundaciones, erosión y SST sobre sus sistemas socioeconómicos y ecológicos. Mediante este trabajo se persigue realizar una contribución significativa al Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) y a la implementación de la Estrategia de Adaptación de la Costa Española al Cambio Climático.

El estudio utiliza un enfoque basado en el análisis secuencial de los tres componentes del riesgo: peligro, exposición y vulnerabilidad, y cubre el conjunto de los territorios costeros de Canarias. Esto incluye las ocho islas que componen el archipiélago (El Hierro, La Palma, La Gomera, Tenerife, Gran Canaria, Fuerteventura, Lanzarote y La Graciosa), más sus islotes, lo que suma más de 1.500 km de costa.

Al término del análisis, se ofrecen resultados cuantitativos y cualitativos sobre el impacto social, económico y ecosistémico de tres procesos derivados del cambio climático: (i) las inundaciones costeras, (ii) la erosión costera, y (iii) la subida de la temperatura media del mar. El alcance, intensidad y riesgo asociados a estos fenómenos, que constituyen los componentes de peligrosidad, han sido proyectados para mediados de siglo y finales de siglo XXI bajo dos hipótesis de cambio climático, una de intensidad media (RCP4.5 y percentil 50% de subida del nivel del mar) y otra de intensidad alta (RCP8.5 y percentil 95% de subida del nivel del mar). Dentro de cada escenario, se han elaborado resultados de impactos para cinco situaciones marítimas (pleamar máxima viva equinoccial –PMVE- y temporales marítimas con periodos de retorno de 5, 50, 100 y 500 años). En aras de mejorar la comprensión de los resultados, se ha procedido a simplificar la gran variedad de escenarios y modelos existentes, teniendo en cuenta un total de 25 modelos. Se espera que la variedad de situaciones probables que se puedan dar en un futuro, derivadas de la multitud de escenarios de concentraciones de GEIs y de modelos de ascenso del nivel medio del mar, se encuentren comprendidas entre estos escenarios, y esto sirva para dar una

aproximación fiable al rango de las situaciones probables, permitiendo a los gestores tomar decisiones y adoptar medidas de lucha contra los efectos del cambio durante el presente siglo.

Dada la escala regional del estudio, y a pesar del esfuerzo por lograr una resolución de detalle en los modelos de peligrosidad (2,5 m en los modelos de inundación y 6.527 puntos de modelización de la erosión) y exposición (1:1.000/1.5.000 en la mayoría de los temas que componen la base cartográfica y 3 m de resolución en la distribución de valores poblacionales y económicos), los impactos estimados de las inundaciones, erosión costera y SST, en este trabajo, deben considerarse de carácter orientativo. Las resoluciones obtenidas están derivadas de procedimientos de re-escalado y buscan, en último término, señalar entidades territoriales, sectores y puntos de la costa que puedan presentar riesgos altos para la población y para el sistema económico y ecosistémico de Canarias, apoyando y guiando acciones de adaptación y posteriores estudios locales y de detalle. Conviene señalar que en este trabajo no se realizan proyecciones socioeconómicas dado el alto nivel de incertidumbre, asociada tanto a la evolución temporal de los indicadores sociodemográficos y macroeconómicos, como a la localización de las nuevas poblaciones y actividades. En este sentido, y dado el carácter orientativo del trabajo, se ha considerado más razonable e informativo realizar las estimaciones de los fenómenos de peligrosidad futuros sobre un escenario socioeconómico presente.

La cuantificación de impactos recopilada en este trabajo responde a una hipotética situación de ausencia total de aplicación de medidas de adaptación, con el fin de dar una estimación aproximada de los costes de no intervención. A modo de resumen, pueden destacarse las siguientes consecuencias de los procesos costeros en 2050 y 2100:

- Los cambios permanentes en la costa, asociados a la inundación permanente por subida del nivel medio del mar y retranqueo estructural de la costa, tendrán una afección espacialmente limitada sobre la población, pero de consecuencias muy significativas debido a la necesidad de reubicación que conllevan sobre esas poblaciones. Se calcula que, en el conjunto de Canarias, unas 500 personas puedan verse obligadas a reubicarse en el peor escenario climático de 2050 y más de 5.000 en el peor escenario climático de 2100.
- Las inundaciones episódicas afectarán a un contingente poblacional más amplio a medida que se amplía la magnitud del temporal marítimo probable. En el peor escenario (y también menos probable), los temporales costeros podrán poner en riesgo a un ~1% de la población de Canarias en 2050 y a un ~2% de la misma en 2100.
- Las pérdidas económicas estimadas, asociadas tanto a los procesos erosivos como a los procesos de inundación costera, pueden alcanzar un 11% del PIB actual en el peor escenario de cambio

climático en 2100. Esta cifra representa el capital (de stock y productivo) en riesgo para un determinado año a finales de 2100. La recurrencia de estos daños debe ser calculada con respecto a la recurrencia media de los temporales, asociada a sus periodos de retorno (como ejemplo cabe esperar que los efectos de un temporal marino con periodo de retorno de 5 años, se produzcan 4 veces en el periodo 2080-2100).

- La mayor parte de afecciones modelizadas sobre las infraestructuras críticas se producirán sobre tramos puntuales de carreteras insulares y autovías. Al margen de las vías de transporte terrestre, las afecciones a excepción de la afectación probable de centrales de producción eléctrica (térmica) en varias islas, que pueden conllevar riesgos importantes sobre el abastecimiento energético del archipiélago, y de algunas instalaciones peligrosas que deberán recibir una atención particular. No obstante, hay que tener en cuenta que el trabajo no determina las afecciones sobre infraestructuras portuarias, lo cual debe acometerse con estudios específicos.
- Uno de los impactos más importantes y que podrán componer hasta el 75% de las pérdidas económicas estimadas, corresponde a los efectos de la erosión estructural o permanente sobre las playas turísticas del archipiélago. Se estima que en el peor escenario climático de 2050 puedan verse afectadas 147 playas turísticas con una pérdida total de superficie del 10,6% y un valor productivo de más de 1.000 millones de euros al año; y que, en 2100, estas cifras puedan ascender a 153 playas, 45,2% de la superficie total y un valor productivo de más de 4.500 millones de euros al año.
- Los hábitats y ecosistemas podrán experimentar una reducción sensible de sus superficies debido a los efectos permanentes de la inundación y la erosión estructural. Esta reducción será, en general, de carácter limitado, pero podrá tener una dimensión significativa en las islas orientales (Fuerteventura y Lanzarote), de menor relieve, y en las costas bajas de las vertientes surorientales de Tenerife y Gran Canaria. La superficie total de playas que se pueda perder durante el avance progresivo y permanente de la erosión por SNMM (estructural) durante el siglo XXI, asciende al 9,6% en el escenario RCP4.5 de 2050, al 11,9% en el RCP8.5 de 2050, al 30,4% en el RCP4.5 de 2100 y al 44,5% (casi la mitad de la superficie total de playas en Canarias) en el escenario RCP8.5 de 2050.

Las estimaciones en unidades poblacionales, monetarias y superficiales han sido re-escaladas y normalizadas para ser combinadas y obtener un índice sintético de riesgo que permita detectar y centrar los esfuerzos de adaptación en las áreas más problemáticas de Canarias en términos de riesgos costeros asociados cambio climático. En este índice se ha dado un peso específico mayor a la variable poblacional

(40%), seguida de la variable económica (30%) y de las variables patrimonio (15%) y ecosistemas (15%). Los resultados indican un patrón este-oeste en la distribución geográfica del riesgo asociado al cambio climático en Canarias. En este sentido, los territorios de las islas orientales, Fuerteventura y Lanzarote, estarán sometidos a los riesgos más elevados en 2050 y 2100, destacando los municipios de Pájara y La Oliva, en Fuerteventura, y Arrecife, en Lanzarote. En las islas centrales, Gran Canaria y Tenerife, los riesgos costeros se concentrarán en las costas sur y orientales, destacando los municipios de San Bartolomé de Tirajana y Las Palmas de Gran Canaria, en Gran Canaria, y Adeje, Abona o Granadilla en Tenerife. Los riesgos serán, en general, bajos, o de carácter leve, en los territorios de las islas occidentales (La Gomera, La Palma y El Hierro).

Teniendo en cuenta todos los impactos socioeconómicos y ecosistémicos modelizados, se han identificado 47 tramos de costa de Alto Riesgo Acumulado (hotspots) en Canarias, que deberán ser objeto prioritario de estudios de detalle y de planes de adaptación al cambio climático a nivel local.

7 RECOMENDACIONES

De cara a realizar avances futuros, se señalan a continuación una serie de recomendaciones para abordar estudios de carácter local sobre la base de este trabajo:

(1) En este estudio se tratan la inundación y la erosión como procesos separados, modelizando la inundación sobre las topografías actuales, al igual que la erosión. No obstante, se recomienda que los nuevos análisis, de carácter más local, los consideren como procesos acoplados. Esto significa que las inundaciones deberán proyectarse sobre los propios cambios geomorfológicos generados por los fenómenos erosivos (sobre todo los de carácter estructural). De esta forma, considerando las inundaciones sobre topografías erosionadas, cabe esperar la obtención de resultados de mayor magnitud tanto en el dimensionado de la peligrosidad como en la estimación de impactos y riesgos asociados a ella.

(2) La velocidad de flujo puede llegar a ser más importante que la propia altura de la lámina de agua en las inundaciones de cara a la estimación de daños, por lo que se recomienda que los estudios locales de detalle que se puedan derivar del presente trabajo, consideren la modelización de esta variable para realizar estimaciones de impactos y daños materiales sobre los bienes e infraestructuras.

(3) En el sentido del punto anterior, y dadas las limitaciones de datos que hemos encontrado en este estudio, se hace necesaria la modelización de daños mediante curvas de vulnerabilidad específicas para el archipiélago canario. Puesto que no existen trabajos de esta naturaleza, recomendamos el desarrollo de estudios que ponga a disposición de los nuevos proyectos, estimaciones estadísticas de daños causados por los temporales en Canarias, la magnitud de tales eventos y su relación con las características constructivas en el archipiélago.

(4) Se recomienda asimismo la realización de estudios de detalle sobre las afecciones a infraestructuras críticas relacionadas en este informe.

(3) Un efecto significativo de la subida del nivel medio del mar, no evaluado en este informe, es la intrusión salina en las costas, que puede amenazar seriamente el aprovechamiento de los pozos y las formas de abastecimiento de aguas de riego. Se recomienda, por lo tanto, abordar este problema en los proyectos venideros que tengan por objetivo evaluar los efectos del cambio climático en las costas de Canarias.

(4) A pesar de presentar una mayor resistencia a la erosión y periodos de respuesta erosiva de amplitud considerablemente mayor, se recomienda incluir en futuros análisis, la erosión de escarpes y acantilados en las costas rocosas del archipiélago, fundamentalmente por los siguientes motivos: (i) la mayor parte de la costa canaria es de naturaleza acantilada y rocosa, (ii) existe una tendencia a la

localización de viviendas e infraestructuras en las proximidades de acantilados y escarpes costeros en Canarias, y (iii) los acantilados y escarpes costeros pueden tener grados de resistencia muy diferentes y, por lo tanto, respuestas erosivas muy contrastadas en función de las características de los materiales.

(5) Por precaución, dado su elevado nivel de incertidumbre, en este trabajo no se han realizado proyecciones socioeconómicas. Se recomienda, por lo tanto, que los datos de este trabajo vayan siendo actualizados en los próximos años, a medida que se puedan conocer con mayor precisión las evoluciones socioeconómicas y también vayan siendo perfeccionadas las proyecciones climáticas.

(6) En cuanto a los ecosistemas, se recomienda llevar a cabo estudios específicos sobre: (i) la actualización y seguimiento de la evolución de los ecosistemas marinos de Canarias, con particular atención sobre el impacto de la subida de la temperatura marina sobre las comunidades de Cymodocea nodosa; (ii) el efecto de la subida del nivel del mar y de las alteraciones del hidropériodo en la comunidades animales y vegetales del intermareal canario y de su aprovechamiento como recursos; (iii) la influencia y control la acidificación del agua y calentamiento en la distribución de especies sensibles y aquellas que puedan tener un comportamiento invasor (tanto nativas como introducidas).

(7) Se recomienda que los estudios en las costas sedimentarias vayan más allá de las playas y recojan los efectos de la erosión y las inundaciones asociadas al cambio climático sobre los sistemas dunares y humedales costeros de Canarias, sus atributos ecológico-paisajísticos y su valor económico asociado.

(8) Este proyecto aborda los impactos desde el análisis de los peligros naturales y de los elementos expuestos y sus factores de vulnerabilidad. Una forma recomendable de completarlo sería añadiendo una última variable de resiliencia socioeconómica y ecosistémica, que se refiere a la capacidad adaptativa y de recuperación que tiene un sistema impactado, por lo que puede modificar los resultados del riesgo final. A nivel regional, esta dimensión podría abordarse mediante el uso de indicadores socioeconómicos y ambientales.

8 REFERENCIAS

- Afonso-Carrillo, J. (2014). Lista actualizada de las algas marinas de las islas Canarias, 2014. Elaborada para la Sociedad Española de Ficología (SEF): Las Palmas, Spain, 64.
- Alexandre, A., & Santos, R. (2020). Competition for nitrogen between the seaweed *Caulerpa prolifera* and the seagrass *Cymodocea nodosa*. *Marine Ecology Progress Series*, 648, 125-134
- Alfonso, B., Sangil, C., & Sansón Acedo, M. (2019). Gelidiales (Rhodophyta) in the Canary Islands: previous studies and future perspectives.
- Almada, C. H. B. A. (2015). Estudio florístico y ecológico de las algas bentónicas del Archipiélago de Cabo Verde (Doctoral dissertation, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria).
- Álvarez Canali, D. S. (2015). Morfología vegetativa y reproductora de *Styopodium zonale* (Dictyotales, Phaeophyceae) en las Islas Canarias.
- Ashton, A. D., & Murray, A. B. (2006). High-angle wave instability and emergent shoreline shapes: 1. Modeling of sand waves, flying spits, and capes. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, 111(4). <https://doi.org/10.1029/2005JF000422>
- Basso, D. (2012). Carbonate production by calcareous red algae and global change. *Geodiversitas*, 34(1), 13-33.
- Bates, P. D., Horritt, M. S., & Fewtrell, T. J. (2010). A simple inertial formulation of the shallow water equations for efficient two-dimensional flood inundation modelling. *Journal of Hydrology*, 387(1–2), 33–45. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2010.03.027>
- Belkin, I. M. (2009). Rapid warming of large marine ecosystems. *Progress in Oceanography*, 81(1-4), 207-213.
- Birkemeier, W. A. (1985). Field data on seaward limit of profile change. *Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering*, 111(3), 598–602. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-950X\(1985\)111:3\(598\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-950X(1985)111:3(598))
- Bosence, D., & Wilson, J. (2003). Maerl growth, carbonate production rates and accumulation rates in the NE Atlantic. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13(S1), S21-S31.
- Bruen M, Dzakpasu M. (2012). WARNDIS Project Final Report: A Review of Climate Change-related Hazards and Natural Disaster Vulnerabilities and of Agencies Involved in Warning and Disaster Management.
- Camus P., F. J. Mendez, R. Medina (2011). A hybrid efficient method to downscale wave climate to coastal areas. *Coastal Engineering* 58 (2011) 851–862.
- Chefaoui, R. M., Duarte, C. M., & Serrão, E. A. (2018). Dramatic loss of seagrass habitat under projected climate change in the Mediterranean Sea. *Global change biology*, 24(10), 4919-4928.
- Cid, A., Castanedo, S., Abascal, A. J., Menéndez, M., & Medina, R. (2014). A high resolution hindcast of the meteorological sea level component for Southern Europe: the GOS dataset. *Climate dynamics*, 43(7-8), 2167-2184.
- Cox, T. E., Spalding, H. L., & Foster, M. S. (2017). Spatial and temporal variation of diverse inter-tidal algal assemblages in Southwest O ‘ahu. *Marine Ecology*, 38(3), e12429.
- Cuetara-Sanchez, M. (2020). Predicción de cambios en el fitobentos de las islas Canarias como consecuencia del calentamiento global. Universidad de La Laguna.

- Davidson, M. A., Splinter, K. D., & Turner, I. L. (2013). A simple equilibrium model for predicting shoreline change. *Coastal Engineering*, 73, 191–202. <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2012.11.002>
- Dean, R. G. (2016). *Equilibrium Beach Profiles: Characteristics and Applications* Author (s): Robert G . Dean Stable URL : <http://www.jstor.org/stable/4297805> JSTOR is a not-for-profit service that helps scholars , researchers , and students discover , use , and build upon. 7(1), 53–84.
- Díez, I., Muguerza, N., Santolaria, A., Ganzedo, U., & Gorostiaga, J. M. (2012). Seaweed assemblage changes in the eastern Cantabrian Sea and their potential relationship to climate change. *Estuarine, coastal and shelf science*, 99, 108-120.
- Falqués, A., Garnier, R., Ojeda, E., Ribas, F., & Guillen, J. (2008). Q2D-morfo: A medium to long term model for beach morphodynamics. *River, Coastal and Estuarine Morphodynamics: RCEM 2007 - Proceedings of the 5th IAHR Symposium on River, Coastal and Estuarine Morphodynamics*, 1, 71–78.
- Field, C. B., Barros, V., Dokken, D., Mach, K., Mastrandrea, M., & Bilir, T. (2014). Cambio climático 2014 Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Quinto Informe de Evaluación (GTII IE5) del IPCC.
- Gerwick, W. H., & Fenical, W. (1981). Ichthyotoxic and cytotoxic metabolites of the tropical brown alga *Styopodium zonale* (Lamouroux) Papenfuss. *The Journal of Organic Chemistry*, 46(1), 22-27.
- Gil-Díaz, T., Haroun, R., Tuya, F., Betancor, S., & Viera-Rodríguez, M. A. (2014). Effects of ocean acidification on the brown alga *Padina pavonica*: decalcification due to acute and chronic events. *PloS one*, 9(9), e108630.
- Gil-Rodríguez, M. D. L. C., Domínguez Álvarez, S., Stroobant, M., Viera-Rodríguez, M. A., & Polifrone, M. (2012). Reproductive phenology of three species of Gelidiales (Rhodophyta) in two macroalgal communities from Tenerife (Atlantic Ocean, Canary Islands, Spain). In *Anales del Jardín Botánico de Madrid*.
- Goda Y. (1985), *Random Seas and the Design of Maritime Structures*, University of Tokyo Press, Tokyo.
- Gouldby, B. P., Sayers, P. B., & Tarrant, O. (2008). Application of a flood risk model to the Thames Estuary for economic benefit assessment. *WIT Transactions on Information and Communication Technologies*, 39, 11–19. <https://doi.org/10.2495/RISK080021>
- GRAFCAN (2019). Desarrollo del PIMA ADAPTA COSTAS 2017 en la Comunidad Autónoma de Canarias. Informe de avances del proyecto, junio de 2019.
- Hanson, H., & Kraus, N. C. (2011). Long-Term Evolution of a Long-Term Evolution Model. *Journal of Coastal Research*, 59(1989), 118–129. <https://doi.org/10.2112/si59-012.1>
- Haroun, R. J., Gil-Rodríguez, M. C., de Castro, J. D., & Prud'homme Van Reine, W. F. (2002). A checklist of the marine plants from the Canary Islands (central eastern Atlantic Ocean). *Botanica marina*, 45(2), 139-169.
- Haroun, R. J., Prud'Homme Van Reine, W. F., Müller, D. G., Serrão, E., & Herrera, R. (1993). Deep-water macroalgae from the Canary Islands: new records and biogeographical relationships. *Helgoländer Meeresuntersuchungen*, 47(2), 125-143.
- Hernández, C. A., Sangil, C., Fanai, A., & Hernández, J. C. (2017). Macroalgal response to a warmer ocean with higher CO₂ concentration: a shift towards tropical ecosystems. *Phycologia*, 56(4), 77.

- Hurst, M. D., Barkwith, A., Ellis, M. A., Thomas, C. W., & Murray, A. B. (2015). Exploring the sensitivities of crenulate bay shorelines to wave climates using a new vector-based one-line model. *Journal of Geophysical Research F: Earth Surface*, 120(12), 2586–2608. <https://doi.org/10.1002/2015JF003704>
- IH Cantabria (2016). Asistencia técnica a la elaboración de un estudio sobre la adaptación al cambio climático de la costa del principado de Asturias.
- IHC (2014). Cambio climático en la costa española. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Gobierno de España.
- IHCantabria (2019). Elaboración de la metodología y bases de datos para la proyección de impactos de cambio climático a lo largo de la costa Española. Tarea 2: proyecciones de alta resolución de variables marinas en la costa Española.
- IPCC (2014). Synthesis Report. Contribution of working groups I, II and III to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change, 151(10.1017).
- Jamieson, S., Lhomme, J., Wright, G., & Gouldby, B. (2012). A highly efficient 2D flood model with sub-element topography. *Proceedings of the ICE - Water Management*, 165:581{595}.
- Khalil, A.N., Ismael, A.A., Halim, Y., El-Zayat, F.M. (2020). Is the change in biodiversity of macro-algae in Alexandria coastal waters related to climate change?. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 24(6), 435-457.
- Koch, M., Bowes, G., Ross, C., & Zhang, X. H. (2013). Climate change and ocean acidification effects on seagrasses and marine macroalgae. *Global change biology*, 19(1), 103-132.
- Komar, P. D. (1971). The mechanics of sand transport on beaches. *Journal of Geophysical Research*, 76(3), 713–721. <https://doi.org/10.1029/jc076i003p00713>
- Kristensen, S. E., Drønen, N., Deigaard, R., & Fredsoe, J. (2016). Impact of groyne fields on the littoral drift: A hybrid morphological modelling study. *Coastal Engineering*, 111, 13–22. <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2016.01.009>
- Kristensen, Sten Esbjørn, Drønen, N., Deigaard, R., & Fredsoe, J. (2013). Hybrid morphological modelling of shoreline response to a detached breakwater. *Coastal Engineering*, 71, 13–27.
- Lwin, K., & Murayama, Y. (2009). A GIS approach to estimation of building population for micro-spatial analysis. *Transactions in GIS*, 13(4), 401-414.
- Maantay, J. A., Maroko, A. R., & Herrmann, C. (2007). Mapping population distribution in the urban environment: The cadastral-based expert dasymetric system (CEDS). *Cartography and Geographic Information Science*, 34(2), 77-102.
- Martínez, B., Afonso-Carrillo, J., Anadón, R., Araújo, R., Arenas, F., Arrontes, J., et al., (2015). Regresión de las algas marinas en las Islas Canarias y en la costa Atlántica de la Península Ibérica por efecto del cambio climático.
- McGranahan, G., Balk & D., Anderson, B. (2007). The rising tide: Assessing the risk of climate change and human settlements in low elevation coastal zones. *Adapting Cities to Climate Change: Understanding and Addressing the Development Challenges*, pp. 51-76.
- Medina, R., Losada, I. J., Méndez, F. J., Olabarrieta, M., Liste, M., Menéndez, M., Luceño, A. (2004). Impacto en la costa española por efecto del cambio climático. Oficina Española de Cambio Climático–Dirección General de Costas (Ministerio de Medio Ambiente), 3.

- Mennis, J. (2009). Dasyetric mapping for estimating population in small areas. *Geography Compass*, 3(2), 727-745.
- Miller, J. K. & Dean, R. G. (2004). A simple new shoreline change model. *Coastal Engineering*, 51(7):531-556.
- Mora-García, R. T., & Marti-Ciriquian, P. (2015). Desagregación poblacional a partir de datos catastrales. *Análisis espacial y representación geográfica: innovación y aplicación*, 305-314.
- O'neil, J. M., Davis, T. W., Burford, M. A., & Gobler, C. J. (2012). The rise of harmful cyanobacteria blooms: the potential roles of eutrophication and climate change. *Harmful algae*, 14, 313-334.
- Ontoria, Y., Gonzalez-Guedes, E., Sanmartí, N., Bernardeau-Esteller, J., Ruiz, J. M., Romero, J., & Pérez, M. (2019). Interactive effects of global warming and eutrophication on a fast-growing Mediterranean seagrass. *Marine environmental research*, 145, 27-38.
- Oñate-González, M. (2018). Efectos del cambio climático en dos especies de algas pardas (Phaeophyta) de Canarias, en condiciones experimentales. Universidad de La Laguna.
- Parravicini, V., Mangialajo, L., Mousseau, L., Peirano, A., Morri, C., Montefalcone, M., et al., (2015). Climate change and warm-water species at the north-western boundary of the Mediterranean Sea. *Marine Ecology*, 36(4), 897-909.
- Paul, V. J. (2008). Global warming and cyanobacterial harmful algal blooms. *Cyanobacterial harmful algal blooms: state of the science and research needs*, 239-257.
- Perez, J., Menendez, M., & Losada, I. J. (2017). GOW2: A global wave hindcast for coastal applications. *Coastal Engineering*, 124, 1-11.
- Pérez-Ruzafa, A., Marcos, C., Bernal, C. M., Quintino, V., Freitas, R., Rodrigues, A. M., ... & Pérez-Ruzafa, I. M. (2012). *Cymodocea nodosa* vs. *Caulerpa prolifera*: Causes and consequences of a long term history of interaction in macrophyte meadows in the Mar Menor coastal lagoon (Spain, southwestern Mediterranean). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 110, 101-115.
- Ramos, E., Guinda, X., Puente, A., Camino, F., & Juanes, J. A. (2020). Changes in the distribution of intertidal macroalgae along a longitudinal gradient in the northern coast of Spain. *Marine environmental research*, 157, 104930.
- Ribeiro, C., Neto, A. I., Moreu, I., Haroun, R., & Neves, P. (2019). A new signal of marine tropicalization in the Macaronesia region: first record of the mesophotic macroalga *Avrainvillea canariensis* A. Gepp & ES Gepp in the Madeira archipelago. *Aquatic Botany*, 153, 40-43.
- Riera, R., Sangil, C., & Sansón, M. (2015). Long-term herbarium data reveal the decline of a temperate-water algae at its southern range. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 165, 159-165.
- Ruiz-Halpern, S., Vaquer-Sunyer, R., & Duarte, C. M. (2014). Annual benthic metabolism and organic carbon fluxes in a semi-enclosed Mediterranean bay dominated by the macroalgae *Caulerpa prolifera*. *Frontiers in Marine Science*, 1, 67.
- Salinas JAG, Fischer J, Montes LMV. (2013). Metodología para la desagregación espacial de la información demográfica, en ámbitos urbanos, mediante la elaboración de unidades espaciales modificables. *Geofocus: Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, (13), 5.
- Sangil, C., Sansón, M., & Afonso-Carrillo, J. (2005). Comunidades de algas esciáfilas en charcos eulitorales (La Palma, islas Canarias). *Vieraea*, 33, 323-333.

- Sangil, C., Sansón, M., Afonso-Carrillo, J., Herrera, R., Rodríguez, A., Martín-García, L., & Díaz-Villa, T. (2012). Changes in subtidal assemblages in a scenario of warming: proliferations of ephemeral benthic algae in the Canary Islands (eastern Atlantic Ocean). *Marine environmental research*, 77, 120-128.
- Sansón, M., Reyes, J., Afonso-Carrillo, J., & Muñoz, E. (2002). Sublittoral and deep-water red and brown algae new from the Canary Islands. *Botanica Marina*, 45(1), 35-49.
- Santelices, B. (1991). Production ecology of *Gelidium*. In *International Workshop on Gelidium* (pp. 31-44). Springer, Dordrecht.
- Savva, I., Bennett, S., Roca, G., Jordà, G., & Marbà, N. (2018). Thermal tolerance of Mediterranean marine macrophytes: Vulnerability to global warming. *Ecology and evolution*, 8(23), 12032-12043.
- Scawthorn, C., Blais, N., Seligson, H., Tate, E., Mifflin, E., Thomas, W, Jones, C. (2006). HAZUS-MH flood loss estimation methodology. I: Overview and flood hazard characterization. *Natural Hazards Review*, 7(2), 60-71.
- Schneiderbauer S. y Ehrlich D. (2004). Risk, Hazard and People's Vulnerability to Natural Hazards: A Review of Definitions, Concepts and Data. Luxembourg: Office for Official Publication of the European Communities.
- Signorini, S. R., Franz, B. A., & McClain, C. R. (2015), Chlorophyll variability in the oligotrophic gyres: Mechanisms, seasonality and trends. *Frontiers in Marine Science*, 2, 1–11. doi.org/10.3389/fmars.2015.00001
- Stockdon, H.F., Holman, R.A., Howd, P.A., Sallenger Jr., A.H., 2006. Empirical parameterization of setup, swash, and runup. *Coastal Engineering*, 53 (7), pp. 573- 588.
- Suárez Vega, R., Santos Peñate, D. R., & Dorta González, P. (2008). Generación de un modelo superficial de la población de Gran Canaria. *Tecnologías de la Información Geográfica para el Desarrollo Territorial*. Las Palmas de Gran Canaria: Servicio de Publicaciones y Difusión Científica de la ULPGC, 183-193.
- Terrados, J., & Ros, J. D. (1992). The influence of temperature on seasonal variation of *Caulerpa prolifera* (Forsskal) Lamouroux photosynthesis and respiration. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 162(2), 199-212.
- Thieler, E. R., & Hammar-Klose, E. S. (1999). National assessment of coastal vulnerability to sea-level rise; US Atlantic Coast (No. 99-593).
- Toimil, A., Losada, I. J., Camus, P., & Díaz-Simal, P. (2017). Managing coastal erosion under climate change at the regional scale. *Coastal Engineering*, 128(August), 106– 122. <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2017.08.004>
- Turki, I., Medina, R., Coco, G., & Gonzalez, M. (2013). An equilibrium model to predict shoreline rotation of pocket beaches. *Marine Geology*, 346, 220–232. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2013.08.002>
- Tuya, F., Ribeiro-Leite, L., Arto-Cuesta, N., Coca, J., Haroun, R., & Espino, F. (2014). Decadal changes in the structure of *Cymodocea nodosa* seagrass meadows: Natural vs. human influences. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 137, 41-49.
- Ukabi, S., Dubinsky, Z., Steinberger, Y., & Israel, A. (2013). Temperature and irradiance effects on growth and photosynthesis of *Caulerpa* (Chlorophyta) species from the eastern Mediterranean. *Aquatic botany*, 104, 106-110.

- Vaquer-Sunyer, R., Duarte, C. M., Jordà, G., & Ruiz-Halpern, S. (2012). Temperature dependence of oxygen dynamics and community metabolism in a shallow Mediterranean macroalgal meadow (*Caulerpa prolifera*). *Estuaries and Coasts*, 35(5), 1182-1192.
- Vera Rodríguez, J. M., & Albarracín Calderón, A. P. (2017). Methodology for analysis of vulnerability for flood hazards, mass movements and watershed torrent flow. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 27(2), 109-136.
- Vieira, C. (2015). *Lobophora: biotic interactions and diversification* (Doctoral dissertation, Ghent University).
- Viner, D., Ekstrom, M., Hulbert, M., Warner, N. K., Wreford, A., & Zommers, Z. (2020). Understanding the dynamic nature of risk in climate change assessments—A new starting point for discussion. *Atmospheric Science Letters*, 21(4), e958.
- Vitousek, S., Barnard, P. L., Limber, P., Erikson, L., & Cole, B. (2017). A model integrating longshore and cross-shore processes for predicting long-term shoreline response to climate change. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, 122(4), 782–806. <https://doi.org/10.1002/2016JF004065>
- Vos, K., Harley, M. D., Splinter, K. D., Simmons, J. A., & Turner, I. L. (2019). Sub-annual to multi-decadal shoreline variability from publicly available satellite imagery. *Coastal Engineering*, 150(April), 160–174. <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2019.04.004>
- Wentworth, C. K. (1922). A scale of grade and class terms for clastic sediments, *J. Geol.*, 30, 377–392.
- Wilson, S., Blake, C., Berges, J. A., & Maggs, C. A. (2004). Environmental tolerances of free-living coralline algae (maerl): implications for European marine conservation. *Biological conservation*, 120(2), 279-289.
- Wong, P.P. (2014). Coastal systems and low-lying areas. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, Cambridge, 361-40.
- Young, Davis A. (1995). *The biblical Flood: a case study of the Church's response to extrabiblical evidence*. Grand Rapids, Mich: Eerdmans. ISBN 0-8028-0719-4. Archivado desde el original el 31 de marzo de 2007. Consultado el 16 de septiembre de 2008.

