



II. ERANSKINA. MEMORIA

KLIMA-ALDAKETAREN ETORKIZUNeko ESZENATOKIETAKO ITSAS MAILAREN IGOERAGATIKO ARRISKU-MAPAK

BILBO METROPOLITARREKO EREMU FUNTZIONALAREN LURRALDE PLAN PARTZIALA

2025

Informazio-iturria:

KLIMPACT proiektuaren amaierako txosten teknikoa: Itsas mailaren igoerak Euskadiko itsasertzean dituen osagai klimatikoen eraginaren ebaluazioa (Eusko Jurlaritzaren - IHOBE 2018)



1.1.KLIMPACT: Sarrera

KLIMPACT proiektuaren azken txosten teknikoan: Itsas mailak gora egitearen osagai klimatikoek euskal itsasertzean duten eraginari buruzko ebaluazioa egin da, eta Euskadiko 4 kostaldeko zonaldeen uholde-arriskuen mapak egin dira, etorkizunean itsas mailak gora egingo duen egoera kontuan hartuta, itsas baldintza ozeano-meteorologiko desberdinak kontuan hartuta. Honako lau eremu pilotu hauek aztertu dira: Bilboko Itsasadarra, Donostia, Zarautz eta Bermeo. Eremu pilotu horiek aukeratu dira, arazoak dituzten eremuak direlako eta itsas mailak gora egiteko prozesuei erantzun garbia ematen dietelako.

Eremu horietan eragin berezia du marea astronomikoarekin eta meteorologikoarekin lotutako maximoen arteko sinkronizazio-efektuak. Herri horietan, Itsasoaren Batez Besteko Maila (IBBM) igoeraren ondorioz urak har ditzakeen eremuak kartografiatzea planteatu zen, marearen gehieneko mailarekin lotuta (maiztasun altuko eta baxuko maila astronomikoa eta meteorologikoa).

Hautatutako eremuen artean, lurralde-plangintzan itsas mailaren igoeraren eragin handia duen Bilboko Itsasadarra hirigunea dago.

Uholde-arriskua ebaluatu da (egungoa eta etorkizuna, XXI. mende amaierarako aurreikusitako itsas mailak gora egin duelako) eta arrisku horren mapak sortu dira LIDAR datuetan oinarritutako bereizmen handiko Altxatze Eredu Digitalak (AED) erabiliz. Hurbilketak Chust et al-ek deskribatutako metodologia jarraitzen du, (2010, 2011), itsas mailako igoeraren azken eszenarioak erabiliz, IPCCren azken txostenean (IPCC, 2013) deskribatutako Representative Concentration Pathways (RCP).

Erreferentzia gisa, gaur egungo Itsasoaren Batez Besteko Mailari (IBBM) dagokionez, azterturiko seriearen amaierarako (2017ko iraila) lortua erabiliko da, eta horrek 2,37 m-ko balioa ematen du, portuaren Zeroari dagokionez. Hona hemen gaur egungo itsasoaren batez besteko mailari lotutako erreferentziazko balioak Bilboko mareografoan:

- IBBM_{bc}: Bilboko mareografoaren itsasoaren batez besteko maila, Bilboko portuaren zeroarekin alderatuta (Estatuko Portuen Datuak 2017ko irailera arte) = 2,37 m
- CeroAlic: Bilboko Portuaren 0aren eta IBBMA IGN-2008ren arteko aldea = 2,06 m
- IBBMB: Bilboko mareografoaren itsasoaren batez besteko maila, IBBMArekin. $IBBMB = IBBM_{bc} - CeroAlic = 2,37 \text{ m} - 2,06 \text{ m} = + 0,31 \text{ m}$

Maiztasun handiko ($T < 2 \text{ h}$) eta maiztasun baxuko ($T > 2 \text{ h}$) marea astronomikoaren eta meteorologikoaren maximoekin lotutako itsas mailaren muturrei dagokionez, erreferentzia-maila gisa gainigoera positiboa definitu da, 50 urteko birgertatze epeari lotutako gertatzeko probabilitatearekin:

- Gehieneko erreferentzia maila, GM_{T50} : 2,70 m (Bilboko IBBMari dagokionez).
- Egungo gehieneko erreferentzia maila, $IBBMB_{T50}$: $GM_{T50} + IBBMB = 2,70 \text{ m} + 0,31 \text{ m} = 3,01 \text{ m}$ (Alacantekiko). $3,01 + 2,06 = 5,07 \text{ m}$ (Bilboko portuaren zeroarekin alderatuta).

IBBMren eboluzio-aurreikuspenei dagokionez, horizonte-urtea 2100 da, eta aukeratutako eszenatokiak RCP4.5 eta RCP8.5 dira, IPCCk (IPCC, 2013) zehaztutakoak. RCP4.5ak berotegi-efektuko gasen isurketa egonkortzen du, eta RCP8.5ak gehieneko isurtzetzat jotzen du. Bizkaiko golkoan aurrez egindako azterketekiko koherentziagatik (adib. Slangen et al., 2014; Toimil et al., 2016), 2100era proiektatutako Itsasoaren Batez Besteko Mailaren Igoeraren (IBBMI) balio erregionalizatu berdinak erabiltzen dira; hau da, RCP4.5: +0,45 m eta RCP8.5: +0,65 m. Hala ere, Voudoudoukas et al. (2017) balio handixeagoak balioesten dituzte: +0,53 cm (RCP4.5) eta +0,80 cm (RCP8.5) artean XXI. mende amaierarako.

Dokumentazio kartografikoan adierazten den kostaldeko lerroa kartografia ofizialaren kostaldeko lerroa da. Lerro hau Alacanteko Itsasoaren Batez Besteko mailarekin bat dator (IBBMA IGN-2008), eta



Euskadiko kostalde osoan modu homogeenan eskuragarri dagoen informazio bakarra da. Itsasertzaren lurreko zerrenda malgukiz edo egitura bertikalez babesten den zonetan, lerro hori aurrealdeko ertzaren baliokidea izan daiteke; aldiz, hondartzetan edo itsas arrastoetan eta eremu etzanetan, IBBMA marearteko eremuaren erdian dago gutxi gorabehera; beraz, uholdeak eragindako eremu batzuk, gaur egun, itsasgoran urpean egon ohi diren guneei dagozkie. Proiektuaren helburua da aztertzea Klima Aldaketak eremu pilotuetan eta dinamika espezifikoekin (marea astronomikoa, marea meteorologikoa eta olatuen eragina, eta baita KA) izan dezakeen uholde-arriskua handitzea. Hortaz, igoera eremuen arteko aldeetatik kalkulatu da, betiere kostaldeko linea hori erreferentziatuz erabiliz (IBBMA IGN-2008 kasu honetan).

1.2.KLIMPACT: Bilboko Itsasadarreko uholdeen mapak.

Eremu hau oso zaurgarria da maiztasun handiko marea astronomikoaren eta marea meteorologikoaren ondoriozko uholdeekiko. Ondorengo taulan, gaur egun urpean gera daitezkeen eremuak zehazteko eremu pilotu honetan aintzat hartutako kotak eta KAren bi aukerak agertzen dira.

Taula. Uholde-kotak (UK) eta Bilboko Itsasadarrean aztertutako agertokiaren ukitutako eremuak. RCP4.5 eta RCP8.5 agertokiaren eremu-hazkundera gaur egun eremuarekiko alde gisa kalkulatu da.

Eszenatokia	UK Alacanteko IBBMrekiko	UK Portuko dagokionez ¹	Bilboko zeroari dagokionez	Eragindako eremua IBBMAri dagokionez (ha)	Urak har dezakeen eremua handitzea (ha)
Gaur egungoa	3,01 m	5,07 m		107	
RCP4.5	3,46 m	5,52 m		227	120
RCP8.5	3,66 m	5,72 m		331	224

Ondorengo dokumentazio grafikoan 2100ean urez bete daitezkeen eremuak aurkezten dira, bi klima-egoeren pean: RCP4.5, +0,45 m eta RCP8.5, +0,65 m.

RCP4.5 (45 zentimetroko itsas mailaren igoera) eta 8.5 (65 zentimetroko itsas mailaren igoera)) egoeretan eta muturreko gertaeren baldintza berdinetan, gaur egun urez bete daitezkeen eremuak hedatzen dira (120 ha RCP4.5-ean eta 224 ha RCP8.5-ean), batez ere eszenategi ezkorrenean. Ondorengo dokumentazio grafikoan ageri den bezala, uholdeekiko zona zaurgarrienak udalerrri hauetan daude: Bilbo, Erandio, Leioa, Barakaldo eta Trapagaran, RCP4.5 eszenatokian, eta Bilbo, Erandio, Leioa, Getxo, Barakaldo eta Trapagaran, RCP8.5 eszenatokian.



1.3.KOSTAEGOKI: Sarrera.

KOSTAEGOKI proiektua garai hartako Nekazaritza, Arrantza, Elikadura eta Ingurumen Ministerioaren (MAPAMA, gaur egun Trantsizio Ekologikoko eta Erronka Demografikoko Ministerioa) Ingurumena Bultzatzeko Plana (PIMA), AE 2017 planaren barruan kokatzen da. Plan hori autonomia-erkidegoei zuzenduta dago, Klima Aldaketara Egokitzeko Plan Nazionala (PNACC) garatzeko.

KOSTAEGOKI proiektuaren helburu nagusia erakunde eskudunei informazioa eta tresna garrantzitsuak ematea da, KZk eragindako itsasoaren batez besteko mailaren igoerari eta olatuek euskal kostaldean duten eraginari dagokionez, kostaldeko eremuen plangintzan eta kudeaketan duten erabilerak fenomeno global horren erronkei aurre egin ahal izateko.

Helburu nagusi hori lortzeko, hainbat helburu operatibo ezarri ziren, faseka banatuta. Dokumentu honek kalteberatasunaren eta arriskuaren azterketaren alderdirik nabarmenenak laburbiltzen ditu.

I fasearen helburua klima-alaketak sistema sozioekonomikoetan eta natura-ingurunean duen eragina eta arriskua kalkulatzeko da. Sistema sozioekonomikoen kasuan, uholde-inpaktuek eta kostaldeko higadurek proposatutako hainbat agertokitan izan zitzaketen ondorioak zenbatetsi ziren.

Sistema naturalari dagokionez, kostaldeko habitat eta espezieen gaineko eragina aztertu zen, proposatutako klima-agertoki beretako uholdeen ondorioz.

1.1.KOSTAEGOKI: Bilboko itsasadarreko uholde-mapak

Denbora-horizonteak egungoa dira, 2050 (epe ertainerako aldaketak) eta 2100 (epe luzerako ondorioak).

Aukera horietan oinarrituta, 100 eta 500 urteko errepikatze-denborako muturreko olatuak eta itsasoaren batez besteko mailaren igoerak konbinatzen dituzten hamar agertoki zehaztu ziren. Horiek guztiak IPCC Taldearen RCP4.5 eta RCP8.5 agertokiaren batez besteko balioak dira EAEko kostaldean, Slangen et al-ekin tokian-tokian aldatuta. (2014), itsasoaren batez besteko maila +100 cm-ra igotzen denean izan ezik, kasu ezkorrentzat erabiltzen baita.

Jarraian, aztertutako hamar agertoki klimatikoak zerrendatu eta labur deskribatzen dira:

- 1. agertokia. T1 - Egungo klima. Tr 100 urteko muturreko ekitaldiaren uholde-egoera, denbora-horizontea egungo klima duena.
- 2. egoera. T2 - Egungo klima. Tr 500 urteko muturreko ekitaldiaren uholde-egoera, denbora-horizontea egungo klima duena.
- 3. agertokia. SLR1 + T1 - 2050eko horizontea. Tr = 100 urteko muturreko gertaera eta itsas mailaren +26 cm-ko igoera konbinatzen ditu (SLR 2050 RCP 4.5 eta 8.5).
- 4. agertokia. SLR1 + T2 - 2050eko horizontea. Tr = 500 urteko muturreko gertaera eta itsas mailaren +26 cm-ko igoera konbinatzen ditu (SLR 2050 RCP 4.5 eta 8.5).
- 5. agertokia. SLLR2 + T1 - 2100 horizontea. Muturreko Tr = 100 urteko gertaerarekin eta itsas mailaren +51 cm-ko igoerarekin (SLR 2100 RCP 4.5).
- 6. agertokia. SLR3 + T1 - 2100 horizontea. Tr = 100 urteko agertokia eta itsas mailaren +70 cm-ko igoera (SLR 2100 RCP 8.5).
- 7. agertokia. SLR2 + T2 - 2100 horizontea. Tr = 500 urte eta itsas mailaren igoera +51 cm (SLR 2100 RCP 4.5).



- 8. agertokia SLR3 + T2 - 2100 horizontea. Tr = 500 urte eta itsas mailaren igoera +70 cm (SLR 2100 RCP 8.5).
- 9. agertokia. SLR4 + T1 - 2100 horizontea. Agertoki ezkorragoa (RCP 8.5), non konbinatzen baitira Tr = 100 urteko muturreko gertaera eta denborazko horizontean itsas mailaren +100 cm-ko igoera.
- 10. agertokia. SLR4 + T2 - 2100 horizontea. Agertoki ezkorragoa (RCP 8.5), non konbinatzen baitira Tr = 500 urteko muturreko gertaera eta denborazko horizontean itsas mailaren +100 cm-ko igoera.

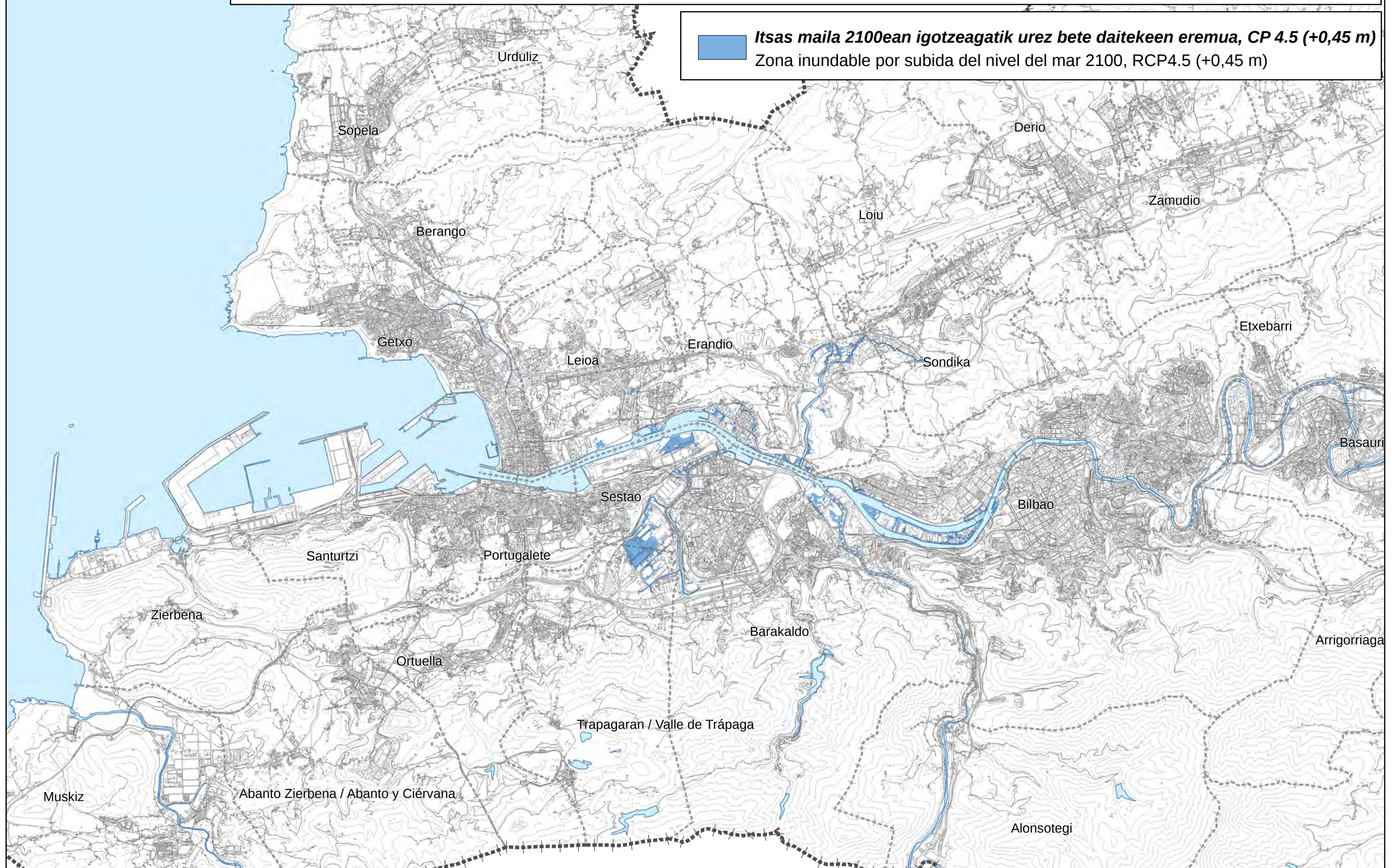
Jarraian erakusten den dokumentazio grafikoan agertoki hauek agertzen dira:

- Egungo klima. Tr 500 urteko muturreko ekitaldiaren uholde-egoera, denbora-horizontea egungo klima duena. (2. agertokia).
- 2100 horizontea. Tr = 500 urte eta itsas mailaren igoera +51 cm (SLR 2100 RCP 4.5). (7. agertokia).
- 2100 horizontea. Agertoki ezkorrena (RCP 8.5), non Tr = 500 urteko muturreko gertaera eta denborazko horizontean itsas mailaren +100 cm-ko igoera konbinatzen diren. (10. agertokia).

Hurrengo dokumentazio grafikoan ikus daitekeenez, uholde-arrisku handiena duten eremuak udalerrri hauetan daude:

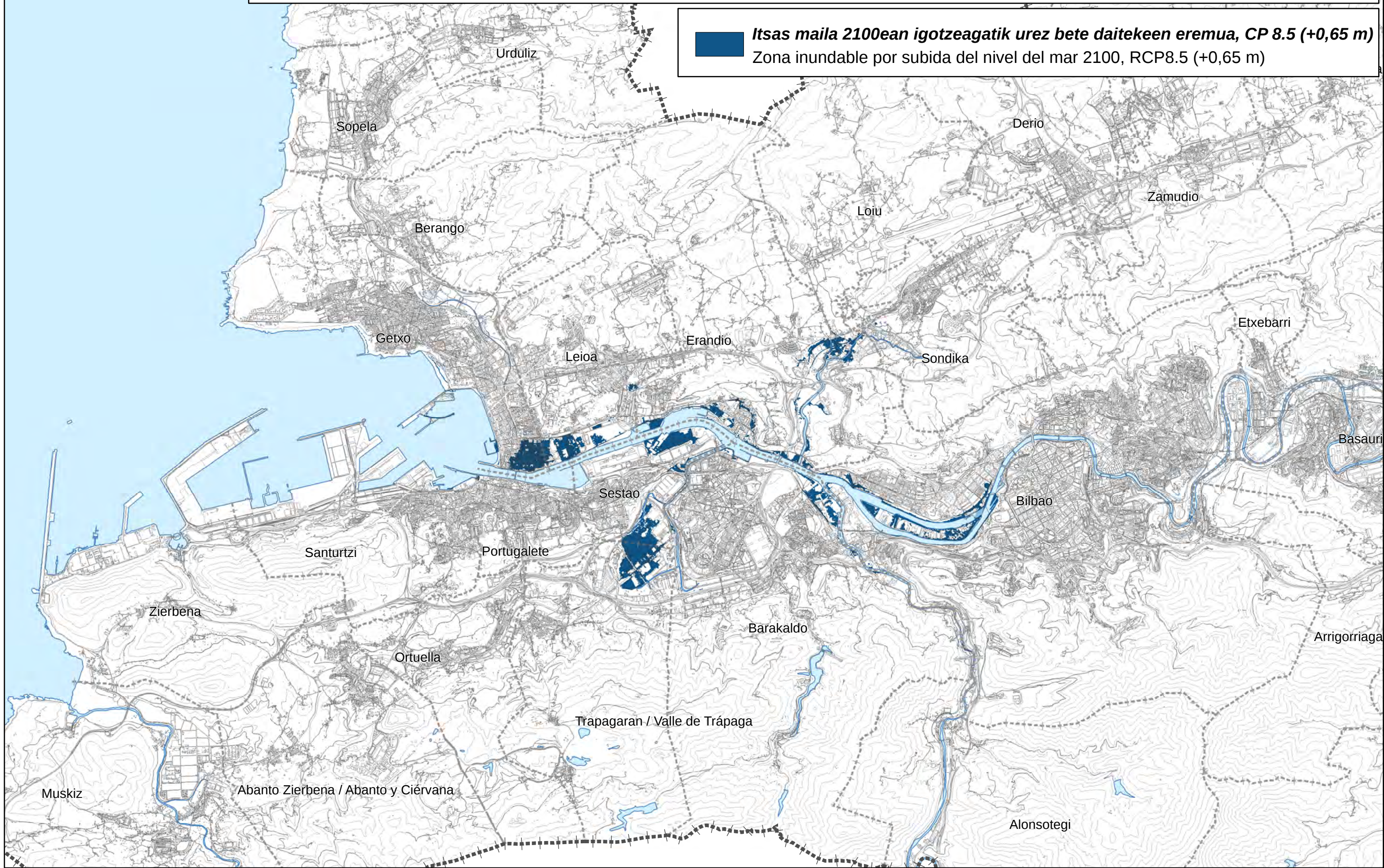
- Bilbo, Barakaldo, Erandio eta Muskiz, egungo klimaren arabera
- Bilbo, Barakaldo, Sestao, Zierbena, Muskiz, Erandio, Sondika, Leioa, Getxo eta Sopela, RCP4.5. Tr 500 agertokian, itsas mailaren igoera +51 cm
- Bilbo, Barakaldo, Sestao, Portugalete, Santurtzi, Zierbena, Muskiz, Erandio, Sondika, Leioa, Getxo eta Sopela, RCP8.5. Tr 500 itsas mailaren igoera + 100 cm agertokian.

KLIMPACT: ITSAS MAILA 2100ean IGOTZEAGATIK UREZ BETE DAITEZKEEN EREMUAK, AGERTOKI KLIMATIKOA RPC 4.5 IZANIK
KLIMPACT: ZONAS INUNDABLES POR SUBIDA DEL NIVEL DEL MAR EN 2100, BAJO EL ESCENARIO CLIMÁTICO RCP4.5



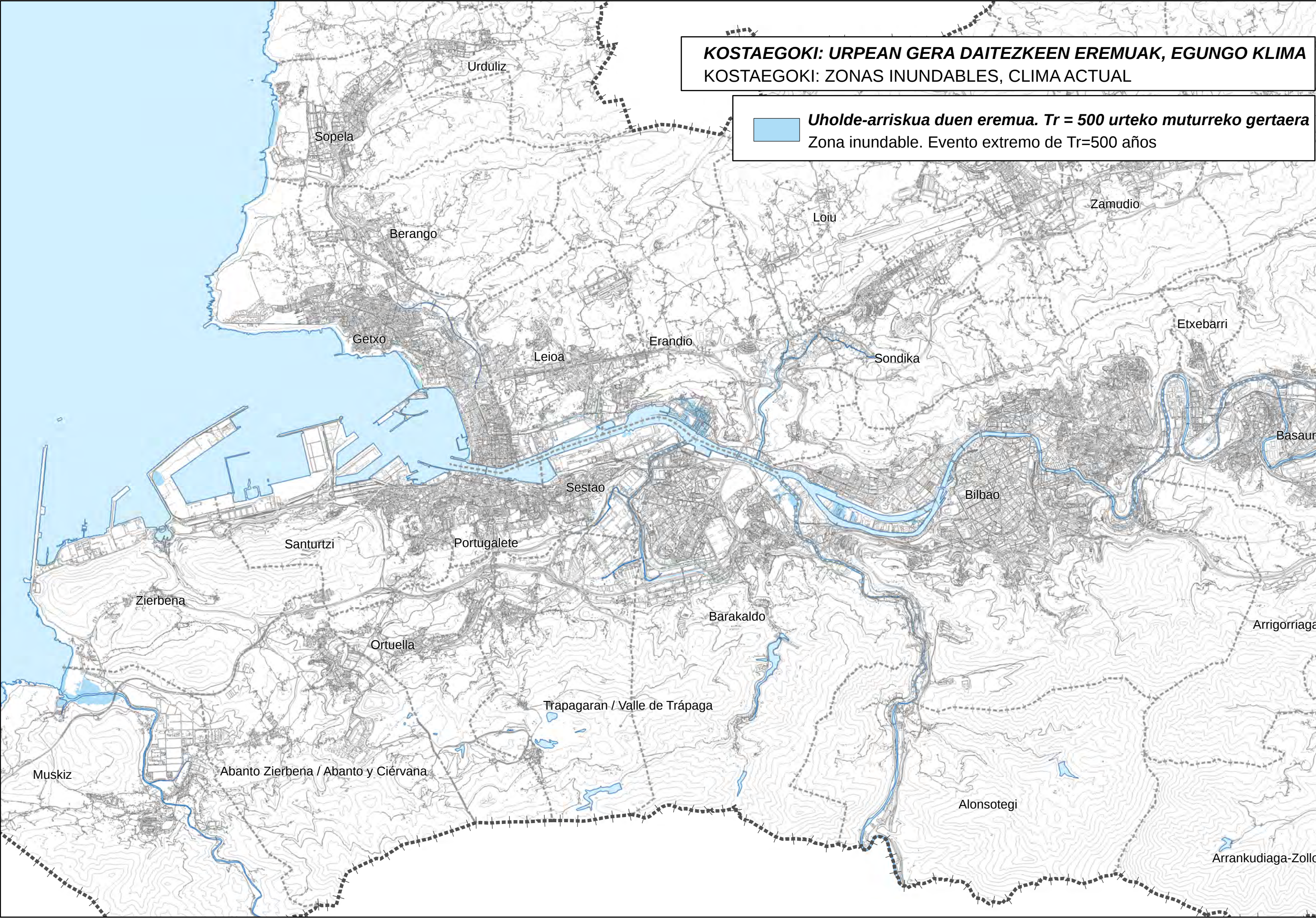
KLIMPACT: ITSAS MAILA 2100ean IGOTZEAGATIK UREZ BETE DAITEZKEEN EREMUAK, AGERTOKI KLIMATIKOA RPC 8.5 IZANIK
KLIMPACT: ZONAS INUNDABLES POR SUBIDA DEL NIVEL DEL MAR EN 2100, BAJO EL ESCENARIO CLIMÁTICO RCP8.5

 **Itsas maila 2100ean igotzeagatik urez bete daitekeen eremua, CP 8.5 (+0,65 m)**
Zona inundable por subida del nivel del mar 2100, RCP8.5 (+0,65 m)



KOSTAEGOKI: URPEAN GERA DAITEZKEEN EREMUAK, EGUNGO KLIMA
KOSTAEGOKI: ZONAS INUNDABLES, CLIMA ACTUAL

 **Uholde-arriskua duen eremua. Tr = 500 urteko muturreko gertaera**
Zona inundable. Evento extremo de Tr=500 años



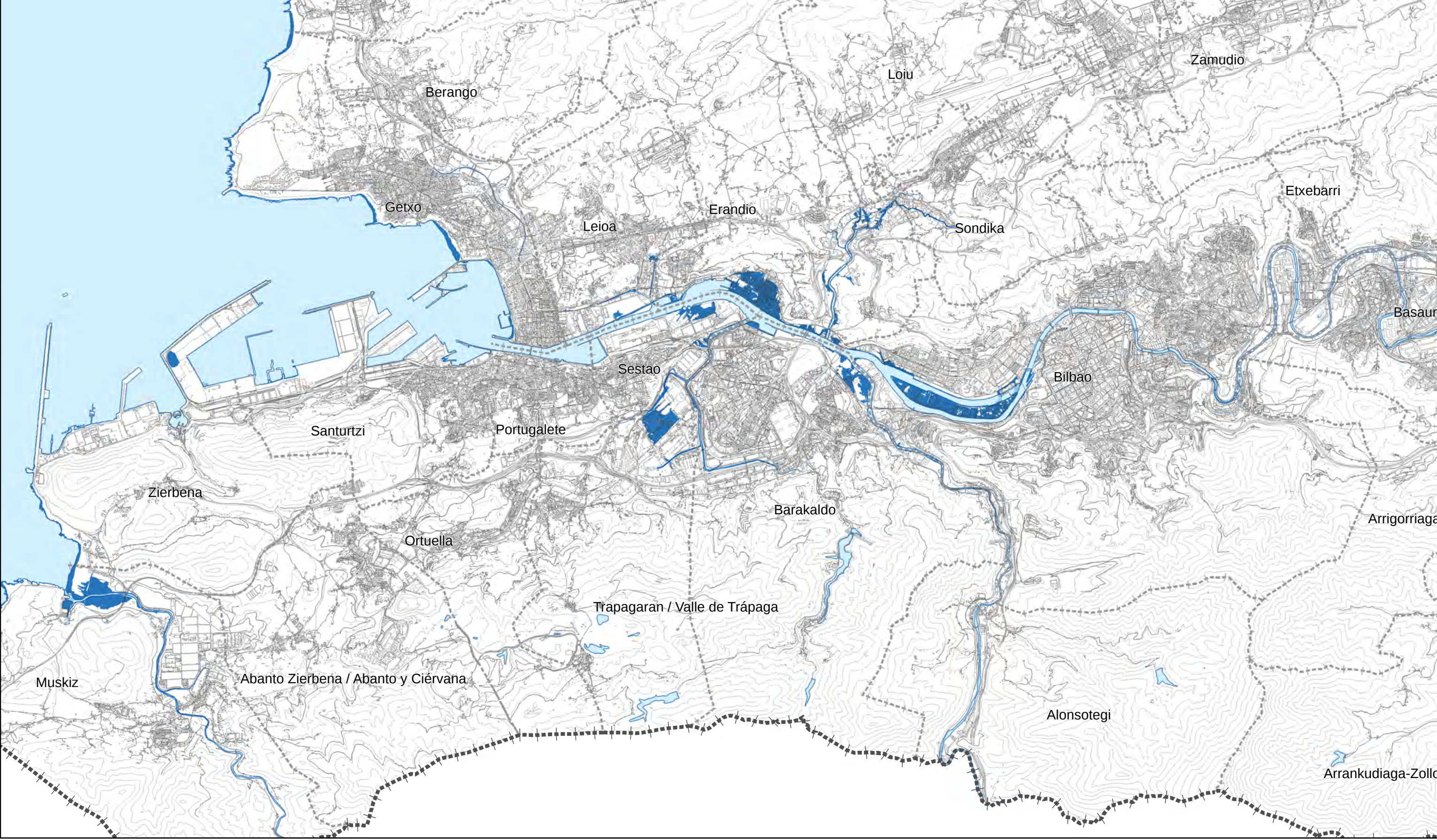
KOSTAEGOKI: 2100ean URPEAN GERA DAITEZKEEN EREMUA, RCP 4.5 AGERTOKIAREN AZPIAN

KOSTAEGOKI: ZONAS INUNDABLES EN 2100 BAJO EL ESCENARIO RCP 4.5



Uholde-arriskua duen eremua. Tr = 500 urteko muturreko gertaera eta itsas mailaren +51 cm-ko igoera konbinatzen ditu

Zona inundable. Combina el evento extremo de Tr=500 años y subida del nivel del mar de +51 cm



KOSTAEGOKI: 2100ean URPEAN GERA DAITEZKEEN EREMUA, RCP 8.5 AGERTOKIAREN AZPIAN

KOSTAEGOKI: ZONAS INUNDABLES EN 2100 BAJO EL ESCENARIO RCP 8.5



Uholde-arriskua duen eremua. Tr = 500 urteko muturreko gertaera eta itsas mailaren +100 cm-ko igoera konbinatzen ditu

Zona inundable. Combina el evento extremo de Tr=500 años y subida del nivel del mar de +100cm

