

# PLAN DE INTERVENCIÓN URBANA:

Plan Estratégico de Adaptación al Cambio Climático, Comuna de Hualpén

Rocío Orrego Oñate

---

Profesor Guía: Giovanni Vecchio  
Segundo Lector: Ricardo Truffello  
Profesora Interna: Carolina Rojas  
Profesora Externa: Micaela Jara



*Quiero agradecer a mi familia, especialmente a mi papá Luis, por haberme acompañado durante el tiempo que estuve desarrollando el magíster. Además, a mi hermano Alejandro por su talento y conocimiento gráfico que fue fundamental para poder realizar la entrega de mi PIU.*

*También agradecer a mis mejores amigos por siempre estar presentes durante este proceso. A mis compañeros de trabajo, quienes me brindaron su apoyo para poder desarrollar el magíster y elaborar este PIU. Finalmente, quiero agradecer a mi profesor guía, Giovanni Vecchio, quien aceptó el desafío de esta geógrafa con ganas de siempre hacer algo distinto.*

<b>5</b>	<b>Problematización</b>
<b>7</b>	<b>Diagnóstico</b>
<b>7</b>	Estructura Territoria
<b>11</b>	Riesgos y Cambio Climático
<b>18</b>	Síntesis
<b>21</b>	<b>Imagen Objetivo</b>
<b>22</b>	<b>Propuesta</b>
<b>24</b>	Humedal Artificial
<b>27</b>	Defensas Físicas
<b>30</b>	Bosque Urbano
<b>33</b>	Habilitación de espacios de uso turístico
<b>36</b>	Carta Gantt
<b>37</b>	<b>Actores</b>
<b>38</b>	<b>Conclusiones</b>
<b>39</b>	<b>Referencias</b>

- 7** **Tabla 1:** Usos de suelo, comuna de Hualpén.
- 10** **Tabla 2:** Población y superficie, comuna de Hualpén.
- 11** **Tabla 3:** Proyecciones de temperatura media anual (°C).
- 12** **Tabla 4:** Proyecciones de precipitación acumulada.
- 14** **Tabla 5:** Población de la comuna de Hualpén que habita en el área expuesta.
- 14** **Tabla 6:** Componentes emplazados en el área de exposición.
- 16** **Tabla 7:** Anegamiento de Hualpén (valores entre 0 y 1).

- 8** **Figura 1:** Representación de la estructura urbana de la comuna de Hualpén.
- 11** **Figura 2:** Evolución de la temperatura media anual en el periodo (1970-2069).
- 13** **Figura 3:** Área expuesta a la amenaza de cambios en el nivel medio del mar y al incremento de la frecuencia e intensidad de las marejadas.
- 15** **Figura 4:** Área vulnerable frente a la amenaza de cambios en el nivel medio del mar y al incremento de la frecuencia e intensidad de las marejadas.
- 17** **Figura 5:** Índice de riesgo centros poblados, comuna de Hualpén.
- 20** **Figura 6:** Mapa síntesis diagnóstico comuna de Hualpén.
- 23** **Figura 7:** Propuesta de proyectos.

# 1. Problematización

La zona costera corresponde al espacio territorial de transición entre el ecosistema terrestre y el ecosistema marino (Soto, 2019), definida como una franja del litoral de anchura variable, resultante del contacto entre la naturaleza y las actividades humanas que se desarrollan en el terreno bajo la influencia del mar (Morales, Winckler, & Herrera, 2019).

En Chile, la zona costera está caracterizada por formaciones geomorfológicas como playas, dunas, estuarios, fiordos, humedales, deltas, acantilados y plataformas de abrasión (Morales, Winckler, & Herrera, 2019). En particular, los humedales costeros constituyen cuerpos de agua que ofrecen una serie de servicios ecosistémicos, como los de retención y remoción de nutrientes, estabilización de la línea de costa, secuestro de carbono, contención de sedimentos, provisión y mejoramiento de la calidad del agua y aminoramiento del efecto de las tormentas, inundaciones y otros desastres naturales, ya que cumplen el rol de atenuar la intensidad y altura del oleaje (Marquet, Abades, & Barría, 2012; Morales, Winckler, & Herrera, 2019).

Por una parte, las zonas costeras han experimentado profundas transformaciones socio-territoriales durante las últimas décadas, debido a los procesos de antropización derivados del crecimiento demográfico, la industrialización, la urbanización y la ocupación descontrolada del territorio (Soto, 2019). El desarrollo de la industria inmobiliaria, los cultivos marinos, la energía, el turismo y el movimiento portuario, por mencionar algunas de las actividades más recurrentes, han promovido la ocurrencia creciente de controversias que se generan entre los diferentes usuarios (Morales, Winckler, & Herrera, 2019). Es un hecho que la antropización ha afectado negativamente los ecosistemas costeros, reduciendo su extensión y afectando sus características y condiciones biofísicas (Bergamini, et al., 2022). Esta situación, junto con la ausencia de planificación territorial y de un adecuado manejo costero se han constituido como las principales amenazas para el desarrollo armónico y sustentable de la zona costera y sus habitantes, dificultando la posibilidad de preservar las áreas naturales costeras (Soto, 2019).

Por otra parte, el cambio climático ha surgido como un nuevo generador directo de degradación de los ecosistemas, contribuyendo a una modificación más rápida y evidente de las zonas costeras (Soto, 2019). Bajo el escenario de altas emisiones SSP5-8.5, se proyecta un aumento generalizado de las temperaturas para el periodo 2035-2065

(Ministerio del Medio Ambiente, 2025). Existe una relación causal entre la temperatura atmosférica y aquellas variables que generan impacto en las costas, como lo son el oleaje, el nivel del mar y la marea meteorológica (Ministerio del Medio Ambiente, 2019). El patrón de temperatura condiciona los campos de presión atmosférica y viento que actúan las mareas meteorológicas; el oleaje y las corrientes oceánicas se generan producto del forzamiento del viento en la superficie del océano; y el aumento de la temperatura es causante de la expansión térmica del océano y del derretimiento de los glaciares, que en conjunto explican el aumento del nivel absoluto del mar (Ministerio del Medio Ambiente, 2019). Los ecosistemas más perjudicados por los impactos del cambio climático son el litoral arenoso, los humedales costeros y los campos dunares, reduciendo su extensión y afectando de manera significativa sus características y condiciones, aumentando el riesgo de erosión, y por ende, la exposición al riesgo de los asentamientos humanos (Martínez, Arenas, Bergamini, & Urrea, 2019; Bergamini, et al., 2022). De esta forma, el cambio climático influenciaría el aumento del riesgo y vulnerabilidad de la zona costera (Soto, 2019).

El Ministerio del Medio Ambiente (2019), establece que todos los asentamientos bajo los 10 metros sobre el nivel del mar (msnm) se encuentran expuestos a las amenazas asociadas a cambios en el nivel medio del mar y al incremento de la frecuencia e intensidad de las marejadas derivadas del aumento de las temperaturas considerando el escenario de emisiones RCP 8.5. Bajo esta premisa, la comuna de Hualpén presenta el mayor porcentaje de superficie comunal del país expuesto a las amenazas mencionadas, con cerca del 50% de su superficie total comunal bajo los 10 msnm. Esta superficie abarca los asentamientos humanos de la comuna, pudiendo tener implicancias económicas y sociales (Ministerio del Medio Ambiente, 2019).

La comuna de Hualpén se emplaza en la desembocadura de la cuenca del río Biobío, la cual se constituye como la principal hoya hidrográfica de la Región del Biobío, además de ser la más extensa del país (Municipalidad de Hualpén, 2021). En esta ubicación destaca la presencia del Humedal Costero Lengua y los Humedales Urbanos Vasco de Gama y Price, los cuales, junto con otros 2 humedales, son de gran importancia biológica, ecosistémica y paisajística (Martínez, 2014; Municipalidad de Hualpén, 2021). Sin embargo, estos humedales se encuentran deteriorados por causas antrópicas, debido a su ocupación para uso urbanístico y/o el desarrollo de actividades de carácter industrial, lo que sumado a la ausencia de una legislación que los

regule y proteja su uso, favorece su degradación histórica (Martínez, 2014).

Frente a la amenaza del cambio climático, Hualpén debe hacer uso de los servicios ecosistémicos que ofrece su ubicación en la zona costera. Esto implica rescatar los beneficios de estos ecosistemas, a través de la implementación de medidas de protección de estos y de la promoción de un desarrollo sostenible, con el fin de poder ajustarse al clima y a sus efectos actuales o esperados y reducir el riesgo de desastres naturales en sus asentamientos humanos.

El cambio climático ha forzado la adopción de medidas y acuerdos internacionales para atenuar las consecuencias de este fenómeno (Ministerio de Medio Ambiente, 2019). Debido a que los impactos de este fenómeno se han exacerbado, los esfuerzos han tenido que enfocarse en la adaptación al cambio climático, para lo cual es necesario entender los riesgos en distintos componentes del sistema productivo, ambiental y social del territorio (Ministerio de Medio Ambiente, 2019).

En este contexto, la Ley Marco de Cambio Climático, establece en su Artículo 12:

“Las municipalidades deberán elaborar planes de acción comunal de cambio climático, los que serán consistentes con las directrices generales establecidas en la Estrategia Climática de Largo Plazo y en los planes de acción regional de cambio climático.” (Ministerio del Medio Ambiente, 2022).

De acuerdo con esto, se propone el presente Plan de Adaptación en la Comuna de Hualpén como una primera aproximación a los principales aspectos a considerar en un plan comunal de acción climática.

## 2. Diagnóstico

### Estructura Territorial

La comuna de Hualpén pertenecía al territorio de la comuna de Talcahuano hasta el año 2004, cuando fue creada como comuna independiente por la Ley N°19.936. Actualmente, la comuna cuenta con un Plan Regulador Comunal vigente, aprobado y publicado en 2023, además pertenecer al Área Metropolitana del Gran Concepción que cuenta con un instrumento normativo de nivel superior, correspondiente al Plan Regulador Metropolitano de Concepción, cuyo territorio intercomunal incluye las áreas de 11 comunas, correspondientes a aquellas que se ubican en el curso inferior del Río Biobío (Municipalidad de Hualpén, 2022).

La superficie comunal de Hualpén equivale a 5.363 hectáreas, donde 2.650 hectáreas, equivalentes a el 49,41% se encuentran bajo régimen de Santuario de la Naturaleza. Del resto de superficie, la mayor cantidad corresponde a cuerpos de agua, terrenos sin construcción y otros, lo que representa el 31,51% de la superficie comunal (Municipalidad de Hualpén, 2022). Aquí destacan los 6 humedales de la comuna, que presentan importantes servicios ecosistémicos, tales como fuente de agua, controladores de inundaciones y equilibradores de temperatura (Municipalidad de Hualpén, 2021). Luego, se encuentra el área urbana consolidada, la cual representa el 14,12% y su uso es principalmente residencial. En esta, existe un 4,96% adicional de superficie correspondiente a un área industrial, la cual se caracteriza por generar las mayores externalidades que afectan al normal funcionamiento y ocupación del territorio por los habitantes de la comuna, aun cuando es el área de menor representación dentro del territorio (Municipalidad de Hualpén, 2022).

ÁREA	SUPERFICIE (HÁ)	PORCENTAJE
Santuario de la Naturaleza	2.650	49,41%
Cuerpos de Agua y otros	893	16,65%
Terrenos Sin Construcción	797	14,86%
Área Urbana Consolidada	758	14,12%
Área Industrial	265	4,96%
<b>Total</b>	<b>5.363</b>	<b>100%</b>

**Tabla 1:** Usos de suelo comuna de Hualpén.

Fuente: Plan Regulador Comunal de Hualpén (2014)

# COMUNA HUALPÉN



- CALETAS PESQUERAS
- RED VIAL
- ZONA URBANA
- ÁREA INDUSTRIAL
- HUMEDALES
- SANTUARIO DE LA NATURALEZA

0 0,5 1 2 km

## Santuario de la Naturaleza

La Península de Hualpén es un área de gran valor ecológico ubicada en el costado norte de la desembocadura del Río Biobío que alberga ecosistemas para la diversidad biológica regional, tales como el Humedal de Lengua y los fragmentos de bosque nativo existentes en el sector peninsular (GCC Consultores, 2014). Es por estos motivos que fue designada Santuario de la Naturaleza en virtud del Decreto Supremo N°566 del 10 de junio de 1976.

El Santuario de la Naturaleza cuenta con un Plan de Manejo del año 2003 el cual se encuentra en proceso de actualización (Ministerio de Medio Ambiente, S/F). En este instrumento, los usos de suelo que se le dan a gran parte del área son distintos a los de conservación, debido a las condiciones de propiedad privada del terreno. De esta forma, los principales usos identificados son agrícolas, forestales o ganaderos, así como viviendas de los propietarios e inquilinos (GCC Consultores, 2014).

Este hecho da cuenta de la gran debilidad regulatoria respecto de la protección efectiva de los Santuarios de la Naturaleza, en cuanto en la práctica no se impide a los dueños particulares de los terrenos su intervención, ya que esta queda supeditada al uso de suelo acordado a través del PRC y el Plan de Manejo aprobado por el Consejo de Monumentos Nacionales (León, 2021).

En este sentido, el uso de suelo de la Península de Hualpén establecido en el Plan Regulador Comunal (2022) es Áreas de Protección de Recursos de Valor Natural, es decir:

“En estas zonas se restringe o se prohíbe toda construcción, atendiendo a que se encuentran protegidas por el ordenamiento jurídico vigente.” (p. 66)

Aquí se establecen distintos tipos de zonas, entre las que se incluyen la Zona de Uso Residencial, la cual permite una densidad máxima de 24 hab/há y una altura de edificación máxima de 7 metros (Municipalidad de Hualpén, 2022).

Sin perjuicio de lo anterior, se advierte que la protección otorgada por la designación de Santuario de la Naturaleza es simplemente legal, no logrando impedir las construcciones, loteos, plantaciones y talas de monocultivo realizadas por los dueños de los terrenos, quienes no cuentan con permisos, ni cumplen con la legislación vigente, o bien, han sido concedidos por la Dirección de Obras Municipales,

amparados en el respectivo PRC que permite la construcción y urbanización de las zonas en cuestión (León, 2021).

Adicionalmente, los ecosistemas del Santuario se encuentran insertos en un escenario fuertemente intervenido, especialmente por grandes industrias de importancia nacional como Petrox y Huachipato y el Puerto de San Vicente (GCC Consultores, 2014).

Finalmente, se advierte en la península la presencia de desechos de diversas características, dispuestos clandestinamente (GCC Consultores, 2014). Estos residuos se encuentran presentes en microbasurales, los cuales se pueden apreciar en mayor medida en Caleta Lengua, siendo depositados en el borde del estuario, lugar que se presenta como uno de los atractivos más grandes del Santuario, debido a su biodiversidad y a la cantidad de aves que ocupan dicho sector como hábitat (GCC Consultores, 2014).

### Humedales

La comuna alberga varios humedales de importancia ecológica. En primer lugar, el Humedal Lengua, el cual se emplaza en el Santuario de la Naturaleza Península de Hualpén. En segundo lugar, el Humedal Vasco de Gama fue declarado Humedal Urbano el 16 de septiembre de 2024, fortaleciendo su protección y promoviendo su conservación. Luego, el Humedal Desembocadura Río Biobío fue declarado Santuario de la Naturaleza mediante el Decreto N°28 de 2023, emitido por el Ministerio de Medio Ambiente. Y, finalmente, el Humedal Price fue declarado Humedal Urbano el 27 de abril de 2023.

### Humedal Lengua

El Humedal Lengua es uno de los más importantes del Gran Concepción, por su gran tamaño y la variedad de especies que lo habitan, además de ser el recurso más valioso del polo turístico desarrollado en el sector de Caleta Lengua (Peña, 2021).

Desde el verano de 2021 el humedal ha sufrido una disminución de su caudal, lo que ha conllevado a la detención del flujo de agua dulce hacia el mar, generando una barrera de arena en su desembocadura, evitando el ingreso de agua salada durante la alta marea (Peña, 2021). Así, se origina una notoria sequía del humedal.

Las causas de la disminución se deben, por un lado, al aumento de los meses secos de verano, lo que ha hecho bajar la napa freática a niveles

que no permiten el flujo de agua dulce hacia el humedal, debido a la dependencia que tiene el humedal a la lluvias de verano (Peña, 2021).

Por otro lado, la construcción de la costanera en el sur del área urbana de Hualpén compactó los suelos, disminuyendo el flujo de agua subsuperficial. Asimismo, el desarrollo inmobiliario desde la Industria Petroquímica hasta el Humedal Laguna Price restó superficie de la cuenca de abastecimiento de agua al humedal e impermeabilizó el suelo, alterando cerca del 15% de la superficie total de la cuenca (Peña, 2021).

Finalmente, los aumentos de temperatura debidos al cambio climático dan como resultado una mayor salida de agua por transpiración de la vegetación y una mayor evaporación de la superficie de agua de los esteros o canales y las lagunas, lo que está ocurriendo en el Humedal Lengua (Peña, 2021).

Se indica que para mitigar el problema de la sequía del humedal se debe evitar el desarrollo inmobiliario en la cuenca del humedal. En Chile se pueden encontrar a lo largo de toda la costa como estuarios, lagunas costeras o marismas, los que en mayor o menor cantidad, suministran hábitat para peces, crustáceos, anfibios, reptiles, aves migratorias, entre otros.

### Humedal Vasco de Gama

El Humedal Vasco de Gama es un humedal de 63,6 hectáreas de superficie, perteneciente al Sistema Humedal Rocuant-Andalién-Vasco Da Gama-Paicaví-Tucapel Bajo, el cual se encuentra delimitado por un polígono que obedece a la figura de sitio prioritario para la conservación por parte del Ministerio de Medio Ambiente (URBANCOST, 2021).

En este humedal, se desarrollan actividades de desarrollo del turismo de aves según estacionalidad, visitas guiadas en alianza con establecimientos educacionales, actividad pesquera que incluye recreación y esparcimiento, jornadas culturales, entre otras (URBANCOST, 2021).

### Servicios Ecosistémicos

Los servicios ecosistémicos (SSEE) se definen como los beneficios que las personas obtienen de forma directa o indirecta de los ecosistemas, los que incluyen servicios de aprovisionamiento, tales como alimento y agua; servicios reguladores, tales como la regulación de inundaciones,

sequías, degradación de los suelos; servicios de apoyo, tales como formación de suelo y ciclos de nutrientes; y servicios culturales de tipo recreativo, espiritual, religioso y otros beneficios no materiales (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005).

Los ecosistemas de los humedales, que incluyen ríos, lagos, marismas y zonas costeras, proveen muchos servicios que contribuyen al bienestar humano y a la mitigación de la pobreza (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005). En este sentido, los humedales tienen una función clave en el tratamiento y detoxificación de una variedad de desechos. Además, una de las funciones más importantes de los humedales radica en la regulación del cambio climático global a través de la captura y emisión de una gran proporción del carbono fijado en la biósfera. Finalmente, el aumento del nivel del mar y el incremento de las tormentas asociados al cambio climático darán como resultado la erosión de las costas y sus hábitats, rangos alterados en las mareas en los ríos y bahías y aumento de inundaciones costeras, lo que, a su vez, podría aumentar la vulnerabilidad de las poblaciones costeras. En este sentido, los humedales pueden jugar un papel crucial como amortiguadores físicos de los impactos del cambio climático (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005).

De acuerdo con la Política de Biodiversidad de la Región de Biobío (2022), la Región del Biobío posee aproximadamente 67.809,86 hectáreas de humedales registrados en el Inventario Nacional de Humedales realizado por el Ministerio de Medio Ambiente. De esta superficie, cerca del 48% corresponde al Humedal Desembocadura Río Biobío. Este humedal corresponde al mayor valorado por parte de la sociedad, seguido por el Humedal Lengua, los cuales destacan por los servicios de diversidad paisajística y embellecimiento escénico, además del servicio de zona de localización de áreas urbanas ribereñas (Seremi del Medio Ambiente; Gobierno Regional del Biobío, 2022).

### Área Urbana Consolidada

De acuerdo con los registros del Censo 2017, Hualpén cuenta con una población total de 91.773 habitantes, lo que representa el 5,89% de la población de la Región del Biobío, posicionándose como la sexta comuna con mayor población de la región, después de Concepción, Los Ángeles, Talcahuano, San Pedro de la Paz y Coronel.

En cuanto a la superficie construida de la comuna, se analizó la superficie del continuo de construcciones, la cual fue medida a través

del área urbana consolidada por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, contando con registro de los años 2002, 2011 y 2022. De esta forma, se tiene que la superficie ha crecido en 225,51 hectáreas, lo que se manifiesta en una tasa promedio anual del 1,04%.

Ahora bien, al relacionar los datos de población estimados y proyectados a partir del Censo 2017 con la superficie construida para los mismos años, se tiene que la densidad poblacional ha disminuido a una tasa de -0,54%. Esto da cuenta de que el desarrollo urbano de la comuna se ha dado a través de una dinámica extensiva.

AÑO	2002	2011	2021	Tasa Promedio Anual
Población	88.926	93.561	97.536	97.536
Superficie (há)	1.042,71	1.156,79	1.268,22	1.268,22
Densidad	85,28	80,88	76,91	76,91

**Tabla 2:** Población y superficie, comuna de Hualpén.

Fuente: MINVU (2021) & INE (2017).

A partir de esto, se reconoce que existe una escasez de suelo disponible para el crecimiento residencial en el área urbana consolidada, debido a que esta se encuentra limitada por el sector industrial, el Santuario de la Naturaleza y el cono de aproximación del aeródromo Carriel Sur (Municipalidad de Hualpén, 2018).

### Área Industrial

En Hualpén se emplaza el complejo petroquímico y energético más importante del país, con alrededor de 20 industrias que operan con materias primas aportadas por Refinería Biobío, constituyéndose un importante polo industrial (Municipalidad de Hualpén, 2022).

Una de las industrias más importantes es la Empresa Nacional del Petróleo (ENAP), que cuenta con una sede instalada en la comuna de Hualpén. Se trata de una planta de refinación de petróleo, que abarca una superficie amplia de terreno, que emana un alto nivel emisiones con capacidad de alterar la composición química del aire (Sandoval, 2020).

El polo industrial se relaciona con impactos ambientales sobre el aire, en cuanto el aporte de emisiones de material particulado deteriora la calidad del aire, además de impactos por la generación de ruidos (Municipalidad de Hualpén, 2022).

Este polo industrial se encuentra adyacente al área residencial de la comuna, específicamente a las poblaciones Patricio Aylwin, La Foresta III, Esfuerzo Unido y El Triángulo, las cuales se ven afectadas considerablemente por la contaminación (Sandoval, 2020). De esta forma, se reconoce una carencia de zonas de amortiguación que protejan a los barrios próximos a la industria (Municipalidad de Hualpén, 2018).

# Cambio Climático

## Escenarios de cambio climático

El Quinto Informe de Evaluación del IPCC (AR5), define escenarios de cambio climático a través de las vías de concentraciones de gases de efecto invernadero representativas (RCP), que proveen un rango de emisión y concentraciones de GEI con un mismo nivel de forzamiento radiativo y que modulan la respuesta climática futura (Centro de Cambio Global UC (CCG-UC), 2022). Se definen cuatro escenarios según el nivel de emisiones respecto de la época preindustrial, a saber: RCP-2.6, RCP-4.5, RCP-6.0 y RCP-8.5. En particular, este último escenario prevé un forzamiento radiativo de 8,5 W/m<sup>2</sup> hacia 2100, considerando un aumento continuo de las emisiones durante todo el siglo XXI (Centro de Cambio Global UC (CCG-UC), 2022).

En agosto de 2021 se publicó el Sexto Informe de Evaluación del Cambio Climático del Grupo de Trabajo I del IPCC (AR6). Este AR6 presentó nuevos escenarios de cambio climático, tomando como punto de partida las denominadas Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP), las cuales, además de tener en cuenta los aspectos ambientales y su incidencia en el comportamiento de la atmósfera, consideran, a diferencia de los RCP, un componente socioeconómico que abre la posibilidad a distintos futuros potenciales en base a aspectos como: cambios en la economía, migraciones, niveles de desigualdad, crecimiento demográfico, entre otros (Centro de Cambio Global UC (CCG-UC), 2022). Todos estos componentes inciden sobre las emisiones de GEI y, por consiguiente, en su efecto en el sistema climático. De esta forma, se definen cinco escenarios, a saber: SSP1, SSP2, SSP3, SSP4 y SSP5. Este último escenario denominado "Dependencia en combustibles fósiles" establece que aún existe una dependencia muy grande en combustibles fósiles, lo que lleva a un alto desarrollo económico, pero con elevadas emisiones y desafíos respecto a la mitigación (Centro de Cambio Global UC (CCG-UC), 2022). Basado en estos nuevos escenarios se indica que el nivel de calentamiento global considerado aceptable entre 1,5°C y 2°C se superará durante el siglo XXI a menos que las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y otros GEI se reduzcan en forma importante en las próximas décadas (Centro de Cambio Global UC (CCG-UC), 2022).

Posteriormente, estos escenarios de trayectorias socioeconómicas se combinan con los forzamientos radiativos concordantes para generar escenarios de proyección climática conjuntos que incluyen tanto el efecto de los componentes asociados a mitigación y adaptación, junto con los efectos de las modulaciones tierra-atmósfera-océano (Centro

de Cambio Global UC (CCG-UC), 2022). El escenario optimista con el menor nivel de emisión de GEI (RCP 2.6 y SSP1-2.6) para un periodo cercano (2021-2040) establece una alta incertidumbre respecto de si se supera el umbral de 1,5°C, mientras que el escenario pesimista con el mayor nivel de emisión de GEI (RCP 8.5 y SSP5-8.5) para un periodo lejano (2081-2100) establece una menor incertidumbre de que se sobrepase el umbral durante el periodo 2021-2040 en casi todo Chile, con excepción de las latitudes más al norte y australes (Centro de Cambio Global UC (CCG-UC), 2022).

## Proyecciones climáticas

### Temperatura media

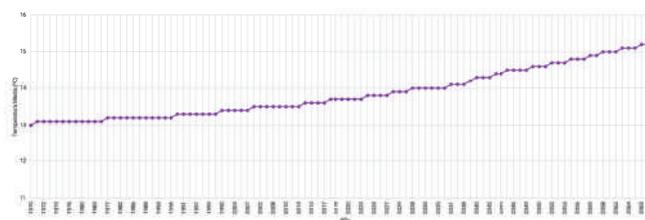
El factor temperatura media anual corresponde al valor medio de temperatura diaria para un año completo. De acuerdo con la información disponible en el Explorador de Amenazas Climáticas del Atlas de Riesgos Climáticos (ARCLIM) del Ministerio de Medio Ambiente (2020), los valores de temperatura media se diferencian entre clima presente/histórico (1980-2010) y clima futuro (2035-2065), bajo el escenario de emisiones SSP5-8.5, de manera que se puede proyectar la temperatura media a través de la diferencia entre el clima futuro y el clima presente. En la Tabla 3 se observan las proyecciones, en donde se sugiere que existirá un aumento de 1,29°C de la temperatura media anual en la comuna de Hualpén.

AÑO PRESENTE	AÑO FUTURO	CAMBIO PRESENTE-FUTURO
13,30°C	14,59°C	1,28°C

**Tabla 3:** Proyecciones de temperatura media anual (°C).

Fuente: MMA (2020).

La evolución de los valores de temperatura media anual a lo largo del periodo 1970-2069 se puede observar en la siguiente figura.



**Figura 2:** Evolución anual de la temperatura media.

Fuente: MMA (2020).

## Precipitación acumulada

La precipitación acumulada corresponde a la cantidad de precipitación en forma de lluvia y nieve acumulada durante un año. Estos datos entregados por ARCLIM se diferencian de la misma forma en la que lo hace la temperatura media anual, desde lo cual se sugiere que habrá una disminución del 13% en la comuna.

la zona costera de Chile continental e insular frente a los efectos del cambio climático antropogénico, restringiendo la exposición a las amenazas mencionadas anteriormente (Ministerio del Medio Ambiente, 2019). El área de exposición consiste en el área que se encuentra bajo los 10 metros sobre el nivel del mar (msnm).

AÑO PRESENTE	AÑO FUTURO	CAMBIO PRESENTE-FUTURO
1.014,24 mm	882,38 mm	-13%

**Tabla 4:** Proyecciones de precipitación acumulada.

Fuente: MMA (2020).

## Riesgos climáticos

A partir del estudio Determinación del riesgo de los impactos del Cambio Climático en las costas de Chile (2019), financiado y desarrollado por el Ministerio del Medio Ambiente, se identificaron las proyecciones de amenaza, exposición, vulnerabilidad y riesgos de los sistemas humanos y naturales de la zona costera de 104 comunas de Chile continental, dentro de las cuales se encuentra Hualpén.

De esta forma, se determinan como principales amenazas de las zonas costeras el oleaje y el nivel medio del mar (NMM), entregando información histórica (1980-2015) y proyectada (2026-2045) de estas variables y de la cota de inundación (Ministerio del Medio Ambiente, 2019). El oleaje es el principal agente modelador de los procesos litorales en las costas abiertas de Chile y los eventos extremos del oleaje, se conocen coloquialmente como marejadas. El nivel medio del mar, por su parte, corresponde al promedio mensual del nivel de la superficie del agua (Ministerio del Medio Ambiente, 2019).

Se concluye, respecto de estas amenazas, que las alturas y el periodo del oleaje se incrementan levemente en un escenario de clima medio, mientras que los eventos extremos serán más frecuentes e intensos, aumentando los daños en la infraestructura costera (Ministerio del Medio Ambiente, 2019). Por otra parte, se concluye que en todo Chile se espera un ascenso de 0,15 a 0,18 m del NMM (Ministerio del Medio Ambiente, 2019).

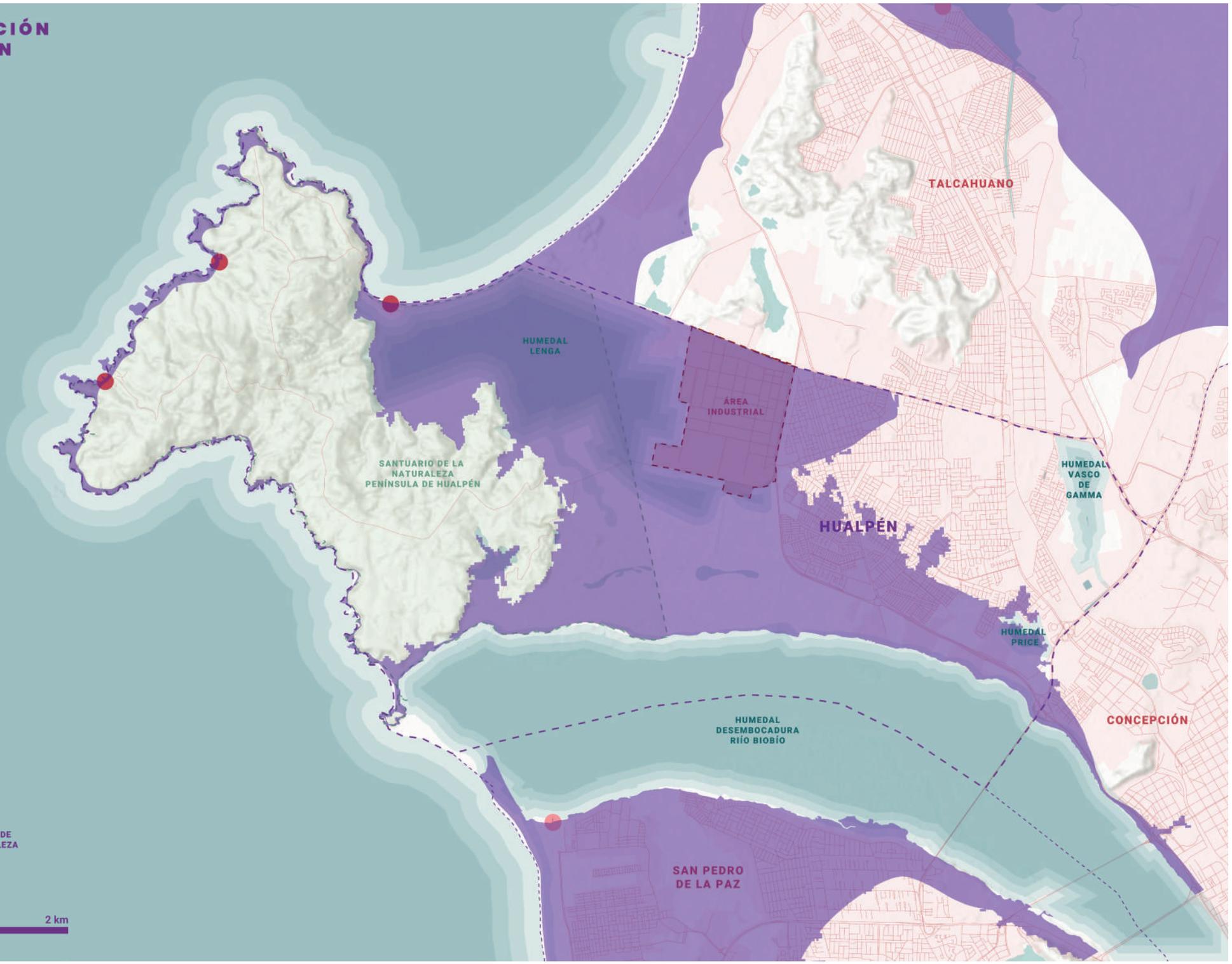
A mayor abundamiento, el estudio determinó un área de exposición de

# EXPOSICIÓN HUALPÉN



- CALETAS PESQUERAS
- RED VIAL
- ZONA URBANA
- ÁREA INDUSTRIAL
- HUMEDALES
- SANTUARIO DE LA NATURALEZA
- ÁREA DE EXPOSICIÓN

0 0,5 1 2 km



La determinación del área de exposición entregó como resultado que el 49,39% de la comuna de Hualpén se encuentra expuesta, posicionándose como la comuna de mayor superficie comunal expuesta (Ministerio del Medio Ambiente, 2019).

La población de la comuna de Hualpén que habita en el área expuesta se presenta en la siguiente tabla, en la cual es posible observar que más del 50% de la población se encuentra habitando esta área.

POBLACIÓN	PORCENTAJE
Mujeres	47,76%
Hombres	52,24%
0-5 años	6,5%
6-14 años	11,38%
15-64 años	73,05%
65+ años	9,06%
<b>Población total</b>	<b>54,65%</b>

**Tabla 5:** Población de la comuna de Hualpén que habita en el área expuesta. Fuente: Elaboración propia en base a MMA (2019).

Además de la determinación del área expuesta, el estudio calculó un Índice Comunal de Exposición (ICE) frente al cambio climático en zonas costeras, que considera las componentes de área, población, infraestructura, equipamiento, actividades y sistemas naturales, estandarizándolo en valores entre 0 y 1, donde los valores cercanos a 0 se interpretan como comunas que tienen bajo nivel de exposición y los valores cercanos a 1 se interpretan como comunas altamente expuestas (Ministerio del Medio Ambiente, 2019).

La componente de infraestructura corresponde entidades de infraestructura de transporte, industria, energía, agua, instalaciones navales, puertos y obras e instrumentos costeros (Ministerio del Medio Ambiente, 2019). Cabe destacar que, respecto a la infraestructura industrial, Hualpén es una de las comunas con mayor cantidad de establecimientos industriales en áreas expuestas, guardando relación con el área industrial indicada anteriormente (Ministerio del Medio Ambiente, 2019).

En cuanto al equipamiento, este corresponde a instalaciones de bomberos, salud, educación y policía. (Ministerio del Medio Ambiente, 2019). A su vez, las actividades económicas consideradas corresponden a la pesca, acuicultura y turismo (Ministerio del Medio Ambiente, 2019), donde las tres caletas pesqueras de la comuna se encuentran en el área de exposición. Finalmente, los sitios del sistema natural corresponden a dunas, playas y humedales (Ministerio del Medio Ambiente, 2019), donde destaca la presencia de los humedales de la comuna.

POBLACIÓN	PORCENTAJE
Infraestructura	14
Equipamiento	52
Actividades Económicas	3
Sistema Natural	9
Índice Comunal de Exposición	0,25

**Tabla 6:** Componentes emplazados en el área de exposición. Fuente: Elaboración propia en base a MMA (2019).

Respecto a la vulnerabilidad de Hualpén frente a estas amenazas, el estudio generó un polígono de vulnerabilidad a partir de las cotas de inundación históricas (1985-2004) y cotas de inundación proyectadas (2026-2045) para el escenario RCP 8.5 (Ministerio del Medio Ambiente, 2019). Estos datos para el caso específico de Hualpén son de 3,2 y 3,4, mientras que el polígono de vulnerabilidad de unificado para 71 comunas de Chile considera una cota de 3,7 msnm (Ministerio del Medio Ambiente, 2019). De esta forma se identificaron aquellos elementos que se encuentran vulnerables, como playas, caletas, puertos y humedales. El resultado de este proceso indicó que la comuna de Hualpén cuenta con 173 elementos vulnerables en la proyección, que no son vulnerables en el período histórico, ubicándola en el puesto 22 de las 88 comunas que se encuentran dentro del polígono de vulnerabilidad (Ministerio del Medio Ambiente, 2019).

# VULNERABILIDAD HUALPÉN



- CALETAS PESQUERAS
- RED VIAL
- ZONA URBANA
- ÁREA INDUSTRIAL
- HUMEDALES
- SANTUARIO DE LA NATURALEZA
- ÁREA DE VULNERABILIDAD

0 0,5 1 2 km



Adicionalmente, se analiza el riesgo como el impacto asociado a la anegación de asentamientos costeros debido a las marejadas y el alza del nivel del mar. El riesgo de mayor anegación de asentamientos costeros debido a las marejadas y el alza del nivel del mar se cuantifica como la multiplicación de la amenaza, la sensibilidad y la exposición.

NOMBRE	TIPO	ÍNDICE	VALOR	CATEGORÍA
Hualpén	Ciudad	Índice de Amenaza (Futuro)	0,9098	Alta
		Índice de Exposición (Presente)	0,2071	Alta
		Índice de Vulnerabilidad (Presente)	0,3957	Baja
		Índice de Riesgo (Futuro)	0,0746	Alto
Caleta Lenga	Aldea	Índice de Amenaza (Futuro)	0,9089	Alta
		Índice de Exposición (Presente)	0,0008	Moderada
		Índice de Vulnerabilidad (Presente)	0,4443	Alta
		Índice de Riesgo (Futuro)	0,0003	Moderado

**Tabla 7:** Anegamiento de Hualpén (valores entre 0 y 1).

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, 2020.

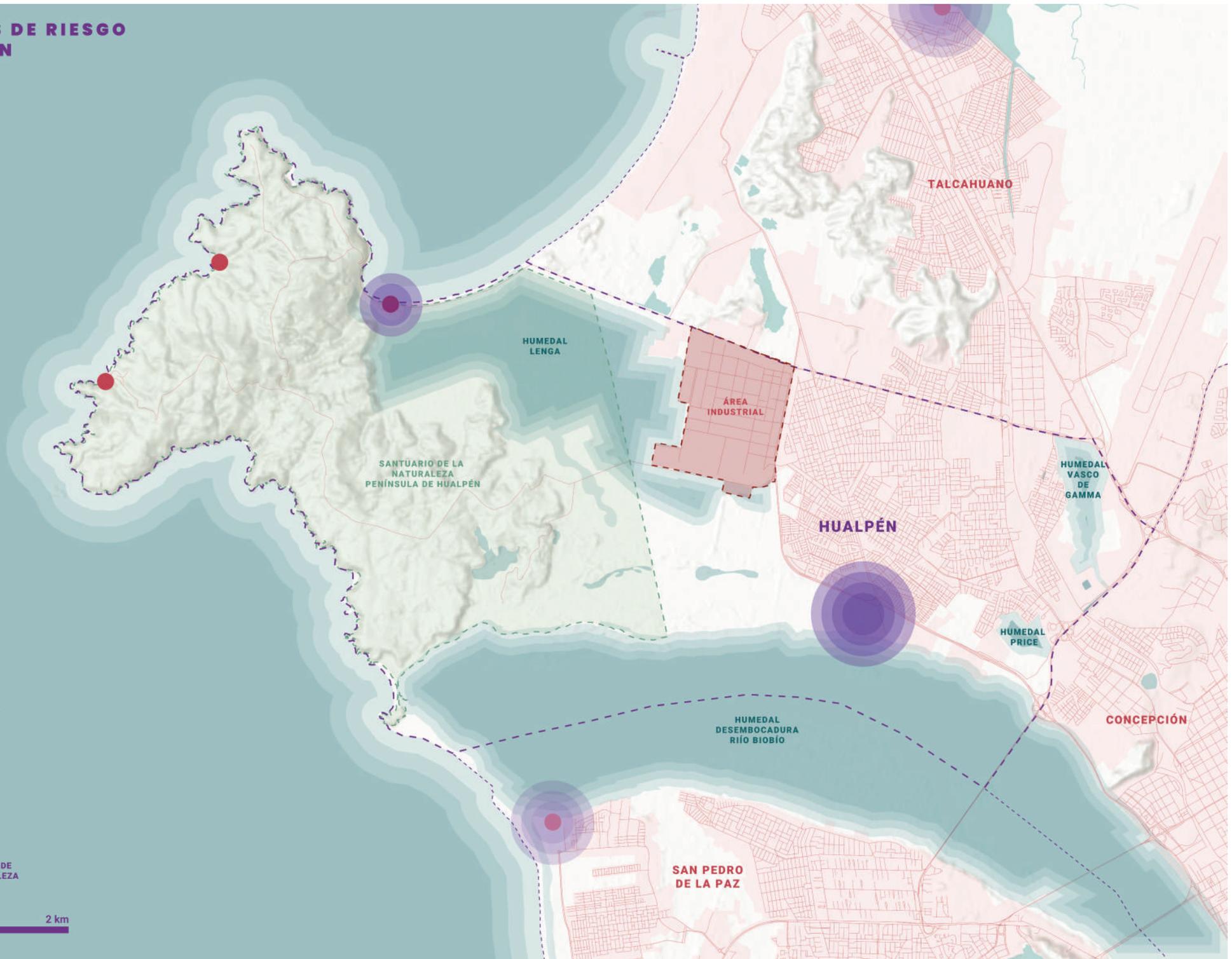
Por otra parte, el riesgo de degradación de humedales costeros por efecto del aumento de las cotas de inundación se observa en un índice de 0,7 (valores entre 0 y 1). Estos se encuentran amenazados por la anegación permanente debido a un incremento del nivel del mar, como por la alteración de la composición de su columna de agua ocasionada por el aumento de ingreso de agua de mar asociado a eventos de marejadas (Ministerio del Medio Ambiente, 2020).

# INDICES DE RIESGO HUALPÉN



- INDICE MODERADO
- INDICE ALTO
- INDICE MUY ALTO
- CALETAS PESQUERAS
- RED VIAL
- ZONA URBANA
- ÁREA INDUSTRIAL
- HUMEDALES
- SANTUARIO DE LA NATURALEZA

0 0,5 1 2 km



## Síntesis

El objetivo de adaptación establecido en el Acuerdo de París y considerado en la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP) corresponde al fortalecimiento de la resiliencia a través del aumento de la capacidad de adaptación y la reducción de la vulnerabilidad al cambio climático, reconociendo la importancia de evitar o reducir al mínimo las pérdidas y los daños relacionados con los efectos adversos del cambio climático.

Se reconoce que Hualpén cuenta con elementos naturales que entregan numerosos servicios ecosistémicos para dar frente a las amenazas del cambio climático en el futuro. Estas amenazas se refieren al aumento de temperaturas y disminución de precipitaciones, así como el incremento e intensidad de marejadas. Sin embargo, la amenaza antrópica sobre estos recursos posiciona a Hualpén en una posición de vulnerabilidad para enfrentar los escenarios de cambio climático.

Por un lado, las actividades productivas de la industria petroquímica de la comuna generan externalidades que impactan a la biodiversidad de su entorno y a la población aledaña, particularmente en cuanto a las emisiones de material particulado y de gases de efecto invernadero (GEI), así como del riesgo de derrame de petróleo en la marisma del Humedal Lengua. Así, se identifica una carencia de zonas de amortiguación que protejan el entorno de la industria de estas externalidades.

Por otro lado, la escasez de suelo disponible para el crecimiento residencial en el área urbana consolidada, sumado a los atractivos ecológicos y paisajísticos de la Península de Hualpén, ha provocado que en el pasado se hayan promovido proyectos inmobiliarios de gran envergadura dentro del Santuario de la Naturaleza Península de Hualpén, amenazando sus recursos y posibilitando la pérdida de vegetación y la fragmentación del hábitat.

Asimismo, el desarrollo inmobiliario ha traído consecuencias en las condiciones hídricas de los humedales, debido a la compactación e impermeabilización del suelo producto de sus intervenciones.

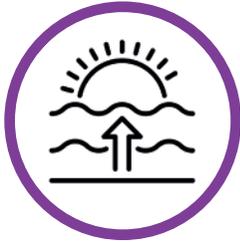
El análisis de las amenazas antrópicas hacia los elementos naturales de la comuna permite advertir que la mayor barrera para fortalecer la resiliencia, aumentar la capacidad de adaptación y reducir la vulnerabilidad al cambio climático reside en la diversidad de intereses contrapuestos sobre los recursos naturales de gran valor medioambiental comunal, intercomunal y regional.

La existencia de instrumentos normativos, como el Plan Regulador Comunal, que reconoce la importancia de estos elementos naturales; el decreto que establece la protección del Santuario de la Naturaleza; y las declaratorias de humedales urbanos, ofrecen oportunidades de protección y conservación que deben ser sostenidas a través de una gestión adecuada desde los gobiernos locales. Sin embargo, se observa que estos cuentan con limitadas capacidades para dar estas garantías, las cuales han debido ser complementadas con la acción organizada de la comunidad. Es así como se ha desarrollado una fiscalización ciudadana, impidiendo el avance de los intereses de los privados materializados en proyectos de intervención que pueden impactar significativamente sobre estos recursos.

## Síntesis

A partir de lo descrito anteriormente, se resumen las dinámicas territoriales en las siguientes dimensiones estratégicas:

Asimismo, en la siguiente figura se presenta la expresión de estas dimensiones críticas en el territorio.



**Amenazas  
climáticas**



**Industria  
peligrosa**



**Intervención  
antrópica**



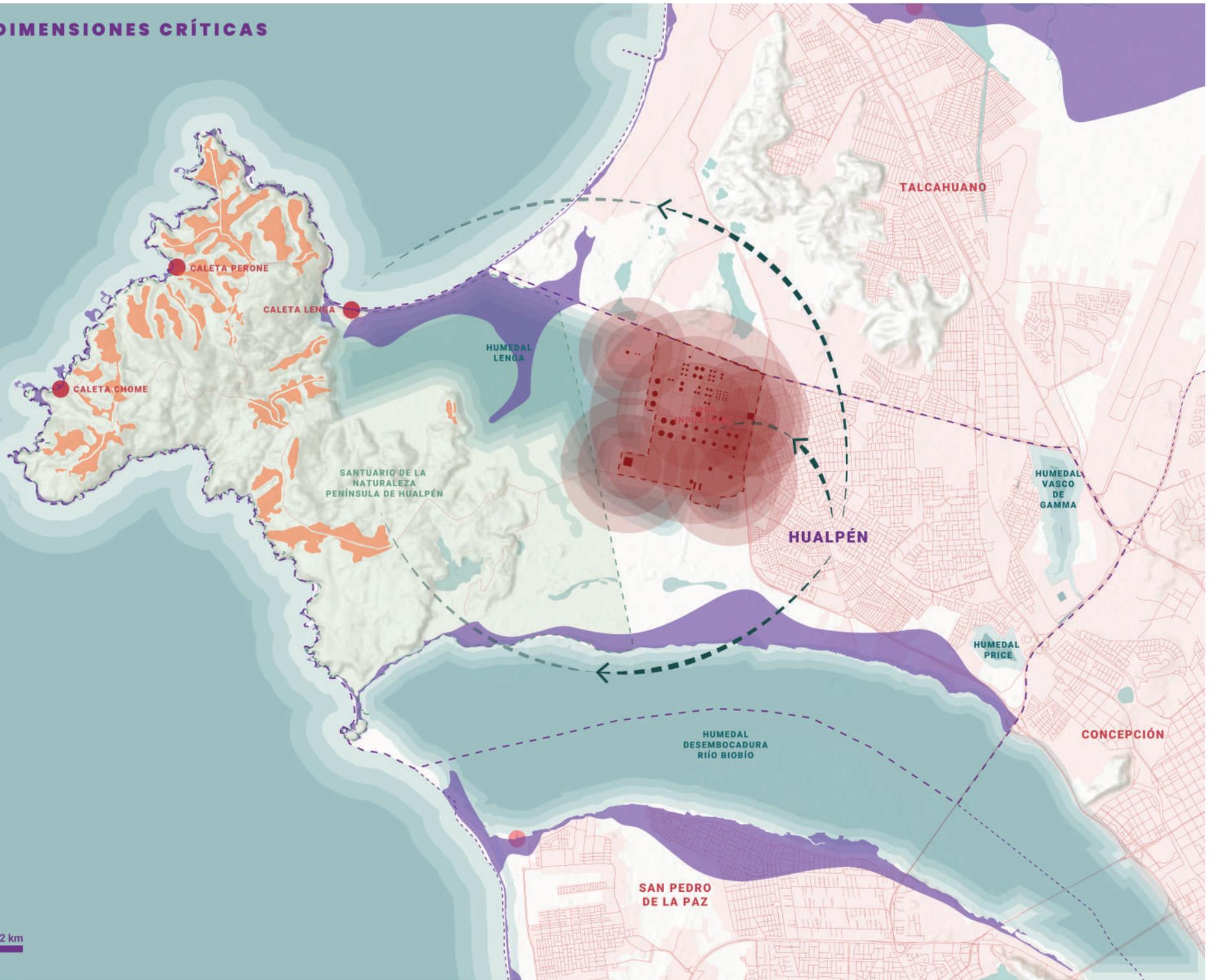
**Gobernanza  
fragmentada**

# SÍNTESIS - DIMENSIONES CRÍTICAS HUALPÉN



- CALETAS PESQUERAS
  - RED VIAL
  - ZONA URBANA
  - ÁREA INDUSTRIAL
  - HUMEDALES
  - SANTUARIO DE LA NATURALEZA
- DIMENSIONES CRÍTICAS**
- AMENAZAS CLIMÁTICAS
  - INDUSTRIA PELIGROSA
  - INTERVENCIÓN ANTRÓPICA
  - GOBERNANZA FRAGMENTADA

0 0,5 1 2 km



# 3. Imagen Objetivo

## Visión de Desarrollo

Hualpén es una comuna determinada por su ubicación en zona costera, la cual le entrega características naturales únicas, albergando importantes ecosistemas, esenciales para enfrentar el cambio climático. Para avanzar en la adaptación del territorio al cambio climático, la comuna protege y conserva sus ecosistemas, resguarda sus costumbres pesqueras y ajusta las actividades económicas y productivas, reduciendo sus externalidades e impactos tanto a los ecosistemas como los asentamientos humanos.

## Objetivo General

Aumentar la capacidad de adaptación y fortalecer la resiliencia de los distintos ámbitos de la comuna de Hualpén, al proteger y potenciar tanto sus ecosistemas, como sus asentamientos humanos.

## Objetivos Específicos

Reducir la **vulnerabilidad** ante la amenaza de cambios en el nivel medio del mar e incremento de la frecuencia e intensidad de marejadas.

Mejorar la **interacción** entre la zona urbana y el polo industrial

Promover la **conservación** del Santuario de la Naturaleza Península de Hualpén a través de la colaboración entre distintos actores

## Lineamientos

Recuperación, restauración y conservación de humedales

Generación de infraestructura de contención de marejadas

Desarrollo de zonas de amortiguación de la industria

Consolidación de infraestructura turística

# 4. Propuesta

## Objetivos Específicos

Reducir la **vulnerabilidad** ante la amenaza de cambios en el nivel medio del mar e incremento de la frecuencia e intensidad de marejadas.

Mejorar la **interacción** entre la zona urbana y el polo industrial

Promover la **conservación** del Santuario de la Naturaleza Península de Hualpén a través de la colaboración entre distintos actores

## Lineamientos

Recuperación, restauración y conservación de humedales

Generación de infraestructura de contención de marejadas

Desarrollo de zonas de amortiguación de la industria

Consolidación de infraestructura turística

## Proyectos

**Humedal Artificial**

**Defensas Físicas**

**Bosque Urbano**

**Habilitación de Espacios Turísticos**

# PROYECTOS ADAPTACIÓN HUALPÉN



- HUMEDAL ARTIFICIAL
- ORIGEN AGUAS RESIDUALES
- FLUJO DE AGUAS RESIDUALES
- ÁREA DE DEPURACIÓN DE AGUA RESIDUALES
- ÁREA DE DESTINO AGUA DEPURADA

## INFRAESTRUCTURA DE CONTENCIÓN

- ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN

## BOSQUE DE AMORTIGUACIÓN INDUSTRIAL

- BOSQUE URBANO

## INFRAESTRUCTURA TURÍSTICA

- NUEVOS ACCESOS COSTEROS
- NUEVOS PROYECTOS PLAYA - MUSEO
- HABILITACIÓN DE SENDEROS Y CICLOVÍAS

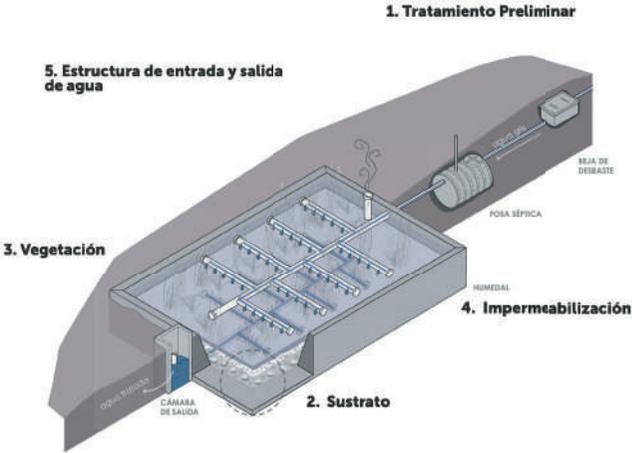
0 0,5 1 2 km



## Proyectos

<b>INICIATIVA</b>	<b>HUMEDAL ARTIFICIAL</b>			
<b>DIMENSIÓN</b>	Amenazas climáticas	Industria peligrosa	Intervención antrópica	Gobernanza fragmentada
<b>OBJETIVO ESPECÍFICO</b>	Reducir la vulnerabilidad ante la amenaza de cambios en el nivel medio del mar e incremento de la frecuencia e intensidad de marejadas			
<b>LINEAMIENTO</b>	Recuperación, restauración y conservación de humedales			
<b>ÁMBITO</b>	Humedal Lenga			
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<p>El propósito de esta iniciativa es encontrar una fuente alternativa de agua para restablecer las funciones hídras del Humedal Lenga para recuperar su potencial como contención natural de marejadas.</p> <p>De acuerdo con C40 Cities Climate Leadership Group y C40 Knowledge Hub (2022) existen tres aproximaciones principales para adaptarse al aumento del nivel del mar, a saber: (1) protección de la línea de costa con defensas contra inundaciones; (2) reducción del impacto de la inundación de la zona costera y mejorando las edificaciones e infraestructura; y (3) retirada de zonas de riesgo. En cuanto a la primera aproximación, se trata de mantener el agua alejada del medio construido, lo cual se puede efectuar a través de la restauración de los ecosistemas costeros naturales o a través de la construcción de estructuras físicas, así como también una mezcla de ambas (C40 Cities Climate Leadership Group &amp; C40 Knowledge Hub, 2022). En este sentido, la protección y restauración de la infraestructura natural ofrece una solución asequible contra el riesgo de aumento del nivel del mar. En Hualpén, la zona de inundación por el incremento de la frecuencia e intensidad de marejadas se sitúa en mayor medida sobre el Humedal Lenga y el Humedal Desembocadura del Río Biobío.</p> <p>Los humedales artificiales constituyen soluciones basadas en la naturaleza para la depuración de aguas grises y negras y su reutilización en riego y recarga de acuíferos. Corresponden a estanques superficiales construidos en tierra que reproduce mecanismos de eliminación de contaminantes presentes en el agua, cumpliendo la misma función que los humedales naturales, al contar con especies vegetales y microorganismos (CORFO, 2018).</p> <p>De esta forma, se propone depurar las aguas tratadas de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de la empresa sanitaria ESSBIO a través de un humedal artificial, para que sean conducidas posteriormente al Humedal Lenga.</p>			
<b>ACTORES</b>	Municipalidad de Hualpén – Universidades - ESSBIO			
<b>GOBERNANZA</b>	<p>A través de la Municipalidad de Hualpén se establecerá un convenio público-privado con los siguientes fines:</p> <p>(1) Coordinar la recepción de aguas originadas en la PTAS de ESSBIO para su depuración.  (2) Diseñar junto a las universidades de la región el proyecto de humedal artificial, determinando la extensión del área y el tipo de especies que se plantarán para depurar las aguas.</p> <p>Posteriormente, la Municipalidad será el actor encargado de la mantención del sistema.</p>			

## Proyectos

<p><b>FINANCIAMIENTO</b></p>	<p>CORFO ofrece un fondo concursable denominado Bienes Públicos para la Competitividad, el cual ha financiado proyectos de humedales artificiales en el pasado. Así, se pretende financiar esta iniciativa a través de este fondo, para lo cual se requiere un mandante distinto al postulante. Por lo tanto, la Municipalidad de Hualpén deberá realizar un convenio con el Gobierno Regional para postular a este fondo. Asimismo, este convenio permitirá contar con el Fondo Nacional para el Desarrollo Regional como un financiamiento alternativo.</p>
<p><b>MONTO</b></p>	<p>CL\$10-20 MM</p>
<p><b>PLAZO</b></p>	<p>2 años</p>
<p><b>REFERENTES</b></p>	<p>Marchant, C., De la Vega, X., Vera-Puerto, I., Bravo, C., Belmonte, M., Urra, A., Tomasevic, J., Moris, G., Olave, J., Herrera, L. &amp; Rodríguez-Jorquera, I. (2024). Humedales Depuradores: una Solución basada en la Naturaleza para el reúso de aguas residuales domésticas. Oportunidades y Desafíos desde la evidencia científica. Centro de Humedales Río Cruces Policy Brief N°1.</p> <p>Eulogio, P. &amp; Pérez, L. (2019). Propuesta de humedales artificiales, impulsores de biodiversidad, que depuran aguas conaminadas para la recuperación de lagunas urbanas de Concepción. Revista Hábitat Sustentable Vol. 9, N°1. Págs. 20-31.</p>   
<p><b>INDICADORES DE CUMPLIMIENTO</b></p>	<p>Aumento del espejo de agua del humedal lenga</p>



SANTUARIO  
DE LA NATURALEZA



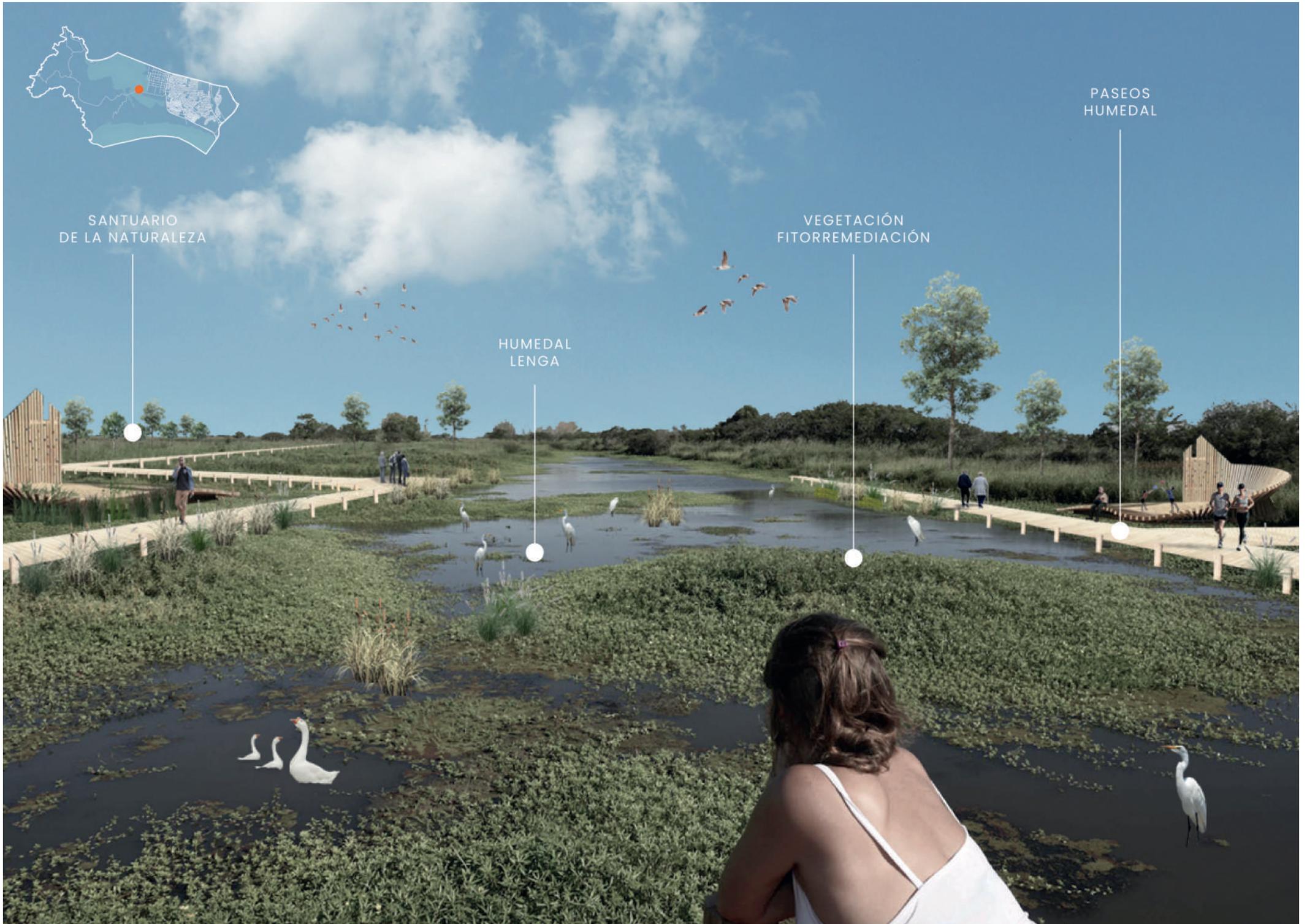
HUMEDAL  
LENGA



VEGETACIÓN  
FITORREMEDIACIÓN



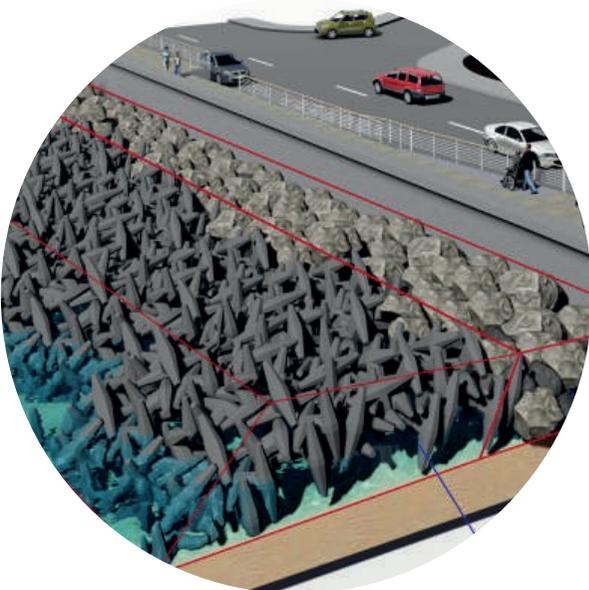
PASEOS  
HUMEDAL



## Proyectos

<b>INICIATIVA</b>	<b>DEFENSAS FÍSICAS</b>
<b>DIMENSIÓN</b>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid red; border-radius: 15px; padding: 5px; text-align: center;">Amenazas climáticas</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; text-align: center;">Industria peligrosa</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; text-align: center;">Intervención antrópica</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; text-align: center;">Gobernanza fragmentada</div> </div>
<b>OBJETIVO ESPECÍFICO</b>	Reducir la vulnerabilidad ante la amenaza de cambios en el nivel medio del mar e incremento de la frecuencia e intensidad de marejadas
<b>LINEAMIENTO</b>	Generación de infraestructura de contención de marejadas
<b>ÁMBITO</b>	Caleta Lengua
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<p>De acuerdo con C40 Cities Climate Leadership Group y C40 Knowledge Hub (2022) existen tres aproximaciones principales para adaptarse al aumento del nivel del mar, a saber: (1) protección de la línea de costa con defensas contra inundaciones; (2) reducción del impacto de la inundación de la zona costera y mejorando las edificaciones e infraestructura; y (3) retirada de zonas de riesgo. En cuanto a la primera aproximación, se trata de mantener el agua alejada del medio construido, lo cual se puede efectuar a través de la restauración de los ecosistemas costeros naturales o a través de la construcción de estructuras físicas, así como también una mezcla de ambas (C40 Cities Climate Leadership Group &amp; C40 Knowledge Hub, 2022).</p> <p>Se deberá construir estructuras físicas que impidan el sobrepaso del oleaje en el sector de Caleta Lengua, implementando infraestructura que aumente la porosidad, quitando fuerza al oleaje.</p>
<b>ACTORES</b>	Municipalidad de Hualpén – Ministerior de Obras Públicas - Gobierno Regional - Comunidad
<b>GOBERNANZA</b>	Para construir las estructuras propuestas se debe elaborar un estudio previo de marejadas, con el fin de determinar la extensión del área de exposición que debe ser atendida por medio de las estructuras. Luego, la Municipalidad de Hualpén deberá gestionar, a través del Gobierno Regional, la participación del Ministerio de Obras Públicas, quien es la institución a cargo de licitar el diseño y construcción de estas infraestructuras a través de la Dirección de Obras Portuarias.

## Proyectos

<b>FINANCIAMIENTO</b>	Las infraestructuras de contención de marejadas son financiadas y desarrolladas por el Ministerio de Obras Públicas, a través de la Dirección de Obras Portuarias.
<b>MONTO</b>	CL\$5.000 MM
<b>PLAZO</b>	2 años
<b>REFERENTES</b>	<p>Rompeolas Avenida Perú en Viña del Mar. Infraestructura de protección de borde costero (escollera) compuesta por roca de diferentes tamaños con rangos que van desde los 500 kg a 8 toneladas, un talud heterogénea que genera resistencia para disipar la energía del oleaje.</p>  
<b>INDICADORES DE CUMPLIMIENTO</b>	Impacto nulo en las viviendas y edificaciones del borde costero



CONTENCIÓN  
MAREJADAS

SANTUARIO  
DE LA NATURALEZA

CALETA  
LENGA



## Proyectos

<b>INICIATIVA</b>	<b>BOSQUE URBANO</b>
<b>DIMENSIÓN</b>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; text-align: center;">Amenazas climáticas</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; text-align: center;">Industria peligrosa</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; text-align: center;">Intervención antrópica</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; text-align: center;">Gobernanza fragmentada</div> </div>
<b>OBJETIVO ESPECÍFICO</b>	Mejorar la interacción entre la zona urbana y el polo industrial
<b>LINEAMIENTO</b>	Desarrollo de zonas de amortiguación de la industria
<b>ÁMBITO</b>	Zona Urbana
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<p>Los bosques urbanos tienen un gran potencial para mitigar el calor urbano y la contaminación del aire. Protegen los ríos, interceptando lluvia, incrementando la infiltración, entre otras funciones. Además, secuestran carbono y regulan los ciclos del agua, a través de la retención del agua, la infiltración y la evapotranspiración y mejoran la calidad del aire y del agua, ya que absorben y retienen una cantidad significativamente mayor a la de las superficies pavimentadas (World Bank, 2021).</p> <p>De esta forma, se propone el desarrollo de un bosque urbano en los predios ubicados en la zona urbana de la comuna de Hualpén, entre el área industrial y el área residencial, terreno conformado por 10 hectáreas aproximadamente. Para el desarrollo de este bosque se deberá acondicionar un sustrato de alta calidad mineral y estructural, para lo cual se deberá estudiar las condiciones de profundidad y acidez, entre otros aspectos, para preparar el suelo (World Bank, 2021).</p> <p>Posteriormente, se deberá determinar el tipo de especies a considerar en el bosque, las cuales deberán ser una mezcla entre especies nativas y sotobosque, de forma de generar una mezcla de especies que imiten el hábitat de los bosques naturales de la región.</p> <p>Luego de 5 años después del establecimiento del bosque, este deberá contar con una mantención que incluya poda, limpieza de hierbas, entre otros aspectos.</p>
<b>ACTORES</b>	Municipalidad de Hualpén – Universidades – Industrias Petroquímicas – MMA - Comunidad
<b>GOBERNANZA</b>	<p>La Municipalidad de Hualpén deberá liderar el proyecto, iniciándose con la identificación de la propiedad del terreno donde se piensa desarrollar el bosque, con el fin de establecer los convenios necesarios para su adquisición, además de la tramitación del financiamiento.</p> <p>Asimismo, se deberán instaurar relaciones con las universidades de la región, para poder diseñar el proyecto, determinando las necesidades de preparación de los predios, además de definir cuáles serán las especies que constituirán el bosque urbano. El diseño de este proyecto deberá involucrar a la comunidad de Hualpén, la que incluye a los vecinos de la zona residencial aledaña a la industria y las organizaciones para la protección del territorio.</p> <p>Posteriormente, se deberá coordinar la mantención del bosque, a partir del quinto año de implementación.</p>

## Proyectos

<b>FINANCIAMIENTO</b>	La iniciativa se financiará a través de un Fondo GEF, el cual se tramitará a través del Ministerio de Medio Ambiente. De acuerdo con los requisitos de GEF, el proyecto deberá ser cofinanciado en una proporción de 1:6, lo cual se realizará por medio de un convenio público-privado con las empresas de la industria petroquímica de Hualpén, apelando a la Responsabilidad Social Empresarial.
<b>MONTO</b>	CL\$180 MM
<b>PLAZO</b>	20 años
<b>REFERENTES</b>	 The 'REFERENTES' section contains four circular images. The top-left image shows a paved path with a person walking through a lush green park. The top-right image is an aerial view of a modern building complex surrounded by trees. The bottom-left image is an aerial view of a large green park area with a winding path. The bottom-right image shows a park area with a building in the background and people walking.
<b>INDICADORES DE CUMPLIMIENTO</b>	Disminución en el registro de mediciones de material particulado en poblaciones aledañas Aumento de áreas verdes



ESPEJOS  
DE AGUA

ZONA  
INDUSTRIAL

PARQUE  
AMORTIGUACIÓN



## Proyectos

<b>INICIATIVA</b>	<b>HABILITACIÓN DE ESPACIOS PARA USO TURÍSTICO</b>
<b>DIMENSIÓN</b>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; text-align: center;">Amenazas climáticas</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; text-align: center;">Industria peligrosa</div> <div style="border: 1px solid orange; border-radius: 15px; padding: 5px; text-align: center; color: orange;">Intervención antrópica</div> <div style="border: 1px solid orange; border-radius: 15px; padding: 5px; text-align: center; color: orange;">Gobernanza fragmentada</div> </div>
<b>OBJETIVO ESPECÍFICO</b>	Promover la conservación del Santuario de la Naturaleza Península de Hualpén a través de la colaboración entre distintos actores
<b>LINEAMIENTOS</b>	Consolidación de infraestructura turística Recuperación, restauración y conservación de humedales
<b>ÁMBITO</b>	Santuario de la Naturaleza Península de Hualpén
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<p>El objetivo de esta iniciativa es desincentivar los usos de suelo distintos a la conservación en la Península de Hualpén, a través de la convergencia de distintos intereses dentro del territorio en el desarrollo turístico. De esta forma, se busca generar infraestructura que conecte las playas de la península, reconociendo estas como el principal atractivo turístico de la comuna. De esta forma, se podrá aumentar la accesibilidad al turismo, generando que esta actividad sea rentable y se priorice por sobre proyectos inmobiliarios.</p> <p>La infraestructura consiste, por un lado, en ciclovías y senderos que inicien su recorrido en la costanera del área urbana de Hualpén y que conecte Playa El Bote, Playa Los Burros, Caleta Chome, Caleta Perone, Playa Ramuntcho, Playa Los Cuervos y Caleta Lenga. Por otro lado, se busca que esta habilitación de espacios incentive a los propietarios de los predios donde se emplazan Playa El Bote, Playa Los Burros y Playa Los Cuervos a construir accesos, los que permitan visitar esos lugares, y desarrollar otras actividades que sean rentables.</p>
<b>ACTORES</b>	Propietarios - Comunidad - Municipalidad de Hualpén
<b>GOBERNANZA</b>	<p>Los propietarios de los terrenos de la Península de Hualpén se posicionan como el actor principal en la ejecución de esta iniciativa, en cuanto ellos son los tomadores de decisiones en cuanto a la construcción de los accesos a las playas y al otorgamiento de autorización para implementar los senderos y las ciclovías.</p> <p>Contando con la colaboración de los propietarios privados, se espera que estos involucren a la comunidad en la implementación de la infraestructura, además de generar empleos y asociaciones para ofrecer servicios turísticos. Dentro de la comunidad se encuentran los habitantes de la Caleta Lenga, quienes se reconocen por los servicios gastronómicos que ofrecen, además de servicios de paseos en bote por las costas de la caleta.</p> <p>Finalmente, se espera que la Municipalidad de Hualpén colabore entregando financiamiento y promoviendo la asistencia a estos lugares de los visitantes de la comuna.</p>

## Proyectos

<b>FINANCIAMIENTO</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Aportes de los propietarios privados.</li><li>- Fondos Concursables de la Municipalidad de Hualpén.</li></ul>
<b>MONTO</b>	CL\$20 MM
<b>PLAZO</b>	8 meses
<b>REFERENTES</b>	
<b>INDICADORES DE CUMPLIMIENTO</b>	Aumento de población flotante en sector Península de Hualpén



SENDERO  
DEMARCADOS

LIMITACIÓN  
ACCESO VEHICULAR

PROYECTOS  
TURÍSTICOS

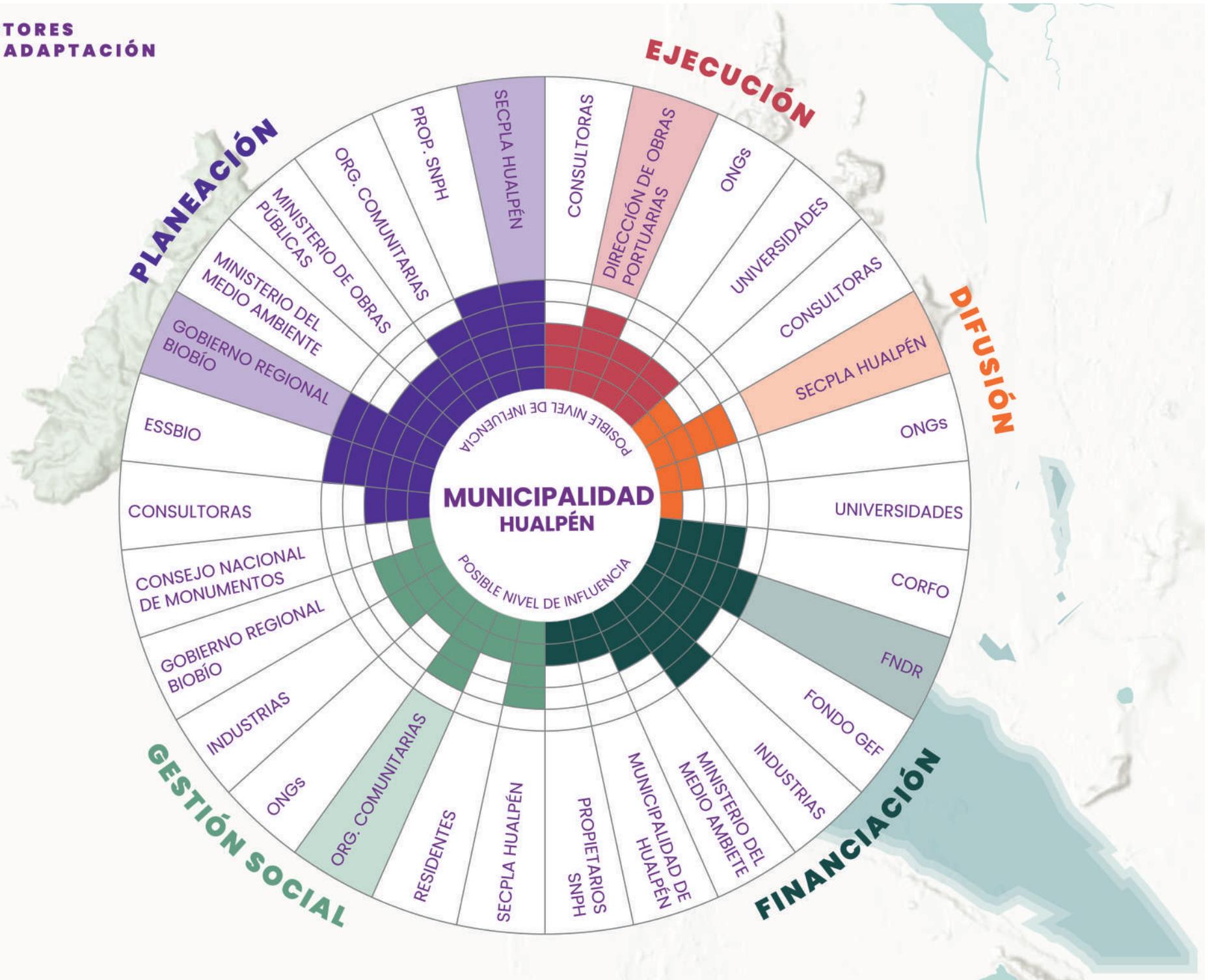
OFICIALIZACIÓN  
MIRADORES



# Carta Gantt

ACTIVIDAD	2025		2026		2027		2028		2029		2030		2031		2032		2033		2034		2035		2036		2037		2038		2039		2040	
	E-J	J-D																														
<b>Humedal Artificial</b>	█																															
Disposición de agua desde PTAS	█																															
Desarrollo de humedal artificial		█	█																													
Construcción canal de conducción hasta Hunedal Lengua				█																												
<b>Defensas Físicas</b>	█																															
Construcción de infraestructura	█																															
<b>Bosque Urbano</b>	█																															
Construcción de infraestructura de espacio público	█																															
Habilitación de suelos	█																															
Plantación de ejemplares		█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
Mantenición de ejemplares												█	█																			
Crecimiento total de ejemplares																																
<b>Habilitación de espacios para el uso turístico</b>	█																															
Construcción de senderos	█																															
Construcción de ciclovías	█																															
Construcción de acceso a playas	█	█																														

**MAPA DE ACTORES  
PROYECTOS ADAPTACIÓN**



## 5. Conclusiones

La Ley Marco de Cambio Climático, establece en su Artículo 12:

“Las municipalidades deberán elaborar planes de acción comunal de cambio climático, los que serán consistentes con las directrices generales establecidas en la Estrategia Climática de Largo Plazo y en los planes de acción regional de cambio climático.” (Ministerio de Medio Ambiente, 2022).

De acuerdo con esto, el Plan de Adaptación de la Comuna de Hualpén elaborado en el presente Plan de Intervención Urbana se propone como una primera aproximación a los principales aspectos a considerar en un plan de acción climática.

En esta línea, se reconocen las principales amenazas climáticas que van a desafiar a la comuna en el escenario climático futuro, siendo estas el aumento del nivel medio del mar y el incremento en la frecuencia e intensidad de marejadas. Asimismo, se observan las principales amenazas antrópicas que aumentan la vulnerabilidad de la comuna ante el cambio climático, es decir, la impermeabilización del suelo producto de la construcción de edificación y caminos, la presión inmobiliaria y las actividades productivas. Estas amenazas generan afectación a la población y degradación de los ecosistemas.

La comuna cuenta con los recursos para hacer frente al cambio climático. No obstante, para potenciar estos recursos, es fundamental la acción colaborativa y coordinada de los distintos actores de la comuna, cuyas interacciones se encuentran tensionadas y desvinculadas en la actualidad.

A partir de la identificación de estas amenazas se proponen medidas dentro de la comuna con el enfoque de soluciones basadas en la naturaleza, para potenciar los recursos disponibles. Además, se propone un enfoque para aunar los distintos intereses de los actores del territorio, con el fin de establecer una relación positiva entre estos y avanzar hacia la construcción de un modelo de gobernanza, que además siga los lineamientos de la gobernanza multinivel.

Sin perjuicio de lo anterior, la propuesta aquí indicada tiene un enfoque estratégico, por lo que se requiere profundizar en las medidas propuestas, sobre todo en temas de diseño.

# 6. Referencias

- Bergamini, K., Guzmán, P., Moris, R., Rojas, C., Vecchio, G., & Alarcón, A. (2022). Agenda pública para la zona costera e islas. Documento de Trabajo IEUT N°20, 34.
- C40 Cities Climate Leadership Group; C40 Knowledge Hub. (2022). How to adapt your city to sea level rise and coastal flooding. C40 Knowledge Hub.  
[https://www.c40knowledgehub.org/s/article/How-to-adapt-your-city-to-sea-level-rise-and-coastal-flooding?language=en\\_US](https://www.c40knowledgehub.org/s/article/How-to-adapt-your-city-to-sea-level-rise-and-coastal-flooding?language=en_US)
- Centro de Cambio Global UC (CCG-UC). (2022). Escenarios climáticos para Chile: evidencia desde el Sexto Informe del IPCC. Preparado por Sebastián Vicuña, David Morales-Moraga, Francisco Meza, Jorge Gironás, Luis Cifuentes, Pablo Marquet, Diego González, Rosario Chubretovic, J. Pablo Herane, Oscar Melo.
- Cisterna-Osorio, P. E., & Pérez-Bustamante, L. (2019). Propuesta de humedales artificiales, impulsores de biodiversidad, que depuran aguas contaminadas para la recuperación de lagunas urbanas de Concepción, Chile. *Hábitat Sustentable*, 9(1), 20–31.
- Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. (2005). Los Ecosistemas y el Bienestar Humano: Humedales y Agua. Informe de Síntesis. Washington, DC: World Resources Institute.
- GCC Consultores. (2014). Plan de Manejo Santuario de la Naturaleza Península de Hualpén.
- León, N. (2021). El Santuario de la Naturaleza Península de Hualpén: Ideas para su protección ante las dificultades generadas por la colisión de los derechos de propiedad y libertad económica con el derecho a un medio ambiente sano. *EcoReflexiones*, Vol.1, N°6.
- Marchant, C., De la Vega, X., Vera-Puerto, I., Bravo, C., Belmonte, M., Urra, A., ... Rodríguez-Jorquera, I. (2024). Humedales Depuradores: una Solución basada en la Naturaleza para el reúso de aguas residuales domésticas. Oportunidades y Desafíos desde la evidencia científica. Centro de Humedales Río Cruces Policy Brief N°1.
- Marquet, P. A., Abades, S., & Barría, I. (2012). Distribución y Conservación de humedales Costeros: Una Perspectiva Geográfica. Ediciones UC.
- Martínez, C., Arenas, F., Bergamini, K., & Urrea, J. (2019). Hacia una ley de costas en Chile: criterios y desafíos en un contexto de cambio climático. *Serie Policy Papers CIGIDEN*, 21.
- Martínez Poblete, J. (2016). Catastro y estado de conservación de los humedales marinos/costeros en la Región del Biobío. *Tiempo y Espacio* (33), 104–130.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2019). Determinación del riesgo de los impactos del Cambio Climático en las costas de Chile: Volumen 1: Amenazas. Ministerio del Medio Ambiente.  
<https://bibliotecadigital.ciren.cl/items/22313ab1-9e11-44ea-950b-277ab7f943d4>
- Ministerio del Medio Ambiente. (2019). Determinación del riesgo de los impactos del Cambio Climático en las costas de Chile: Volumen 2: Exposición de zonas costeras. Ministerio del Medio Ambiente.  
<https://bibliotecadigital.ciren.cl/items/22313ab1-9e11-44ea-950b-277ab7f943d4>
- Ministerio del Medio Ambiente. (2019). Determinación del riesgo de los impactos del Cambio Climático en las costas de Chile: Volumen 3: Vulnerabilidad de sistemas humanos y naturales. Ministerio del Medio Ambiente.  
<https://bibliotecadigital.ciren.cl/items/22313ab1-9e11-44ea-950b-277ab7f943d4>
- Ministerio del Medio Ambiente. (2020). ARCLIM. Obtenido de Anegamiento de asentamientos costeros:  
[https://arclim.mma.gob.cl/atlas/view/asentamientos\\_costeros/](https://arclim.mma.gob.cl/atlas/view/asentamientos_costeros/)
- Ministerio del Medio Ambiente. (2020). ARCLIM. Obtenido de Degradación de humedales costeros:  
[https://arclim.mma.gob.cl/atlas/view/humedales\\_costeros\\_addcbt/](https://arclim.mma.gob.cl/atlas/view/humedales_costeros_addcbt/)
- Ministerio del Medio Ambiente. (2022). Ley N°21455: Ley Marco de Cambio Climático. Diario Oficial de la República de Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2025). Anteproyecto Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional 2025.

Ministerio del Medio Ambiente. (2025). Anteproyecto Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional 2025.

Ministerio del Medio Ambiente. (s/f). Elaboración de Planes de Manejo en Santuarios de la Naturaleza.  
[https://mma.gob.cl/biobio/elaboracion-de-planes-de-manejo-en-santuarios-de-la-naturaleza/#:~:text=AVISO,a%20sumarse%20a%20dicho%20desaf%C3%ADo.&text=La%20ficha%20debe%20ser%20entregada,del%20Biob%C3%ADo%20\(achurado%20lila\).](https://mma.gob.cl/biobio/elaboracion-de-planes-de-manejo-en-santuarios-de-la-naturaleza/#:~:text=AVISO,a%20sumarse%20a%20dicho%20desaf%C3%ADo.&text=La%20ficha%20debe%20ser%20entregada,del%20Biob%C3%ADo%20(achurado%20lila).)

Morales, E., Winckler, P., & Herrera, M. (2019). Capítulo 1: La naturaleza de la zona costera. En *Costas de Chile: Medio natural, cambio climático, ingeniería oceánica y gestión costera* (pp. 2–41). Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile.

Municipalidad de Hualpén. (2018). Informe Ambiental N°2 Plan Regulador Comunal de Hualpén.

Municipalidad de Hualpén. (2022). Plan Regulador Comunal de Hualpén. Memoria Explicativa.

Peña, E. (2021). [Opinión] Dr. Eduardo Peña Fernández explica causas de la sequía del humedal de Lengua. Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Forestales.  
<https://www.forestal.udec.cl/dr-eduardo-pena-fernandez-explica-causas-de-la-sequia-del-humedal-de-lengua/>

Sandoval, B. (2020). Narrativas de (in)justicia ambiental e inmunidad subjetiva en poblaciones aledañas a ENAP Bío-Bío, Chile. Concepción: Tesis de Magíster en Investigación Social y Desarrollo, Universidad de Concepción.

Seremi del Medio Ambiente; Gobierno Regional del Biobío. (2022). Política Pública Regional para la Conservación de la Biodiversidad de la Región del Biobío 2022-2035.

Soto, E. (2019). Servicios ecosistémicos afectados por desastres naturales en la costa y el mar. En C. Martínez, R. Hidalgo, C. Henríquez, F. Arenas, N. Rangel-Buitrago, & M. Contreras-López, *La zona costera en Chile: adaptación y planificación para la resiliencia* (pp. 285–307). Santiago: SERIE GEOlibros N°31.

URBANCOST. (2021). Definición de límites e identificación de áreas prioritarias a restaurar del Sistema Humedal Rocuant-Andalién-Vasco

Da Gama-Paicaví-Tucapel Bajo, comunas de Concepción, Hualpén, Talcahuano y Penco, Región del Biobío.

World Bank. (2021). *A Catalogue of Nature-based Solutions for Urban Resilience*. Washington, D.C.: World Bank Group.