

Diciembre/2021

# Estudio de Vulnerabilidad Climática Regional y de las opciones de mitigación y adaptación con énfasis en el borde costero: “Caso de estudio Comuna de Coronel”

---

Entregable final

Elaborado para:



# Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>4</b>
<b>2. Objetivos</b>	<b>5</b>
2.1. <i>Objetivo General</i>	5
2.2. <i>Objetivos específicos</i>	5
<b>3. Análisis de riesgo climático</b>	<b>6</b>
3.1. <i>Riesgo climático por sectores productivos</i>	6
3.1.1. Riesgo climático en la región Biobío	10
3.1.1.1. Turismo	10
3.1.1.2. Forestal	10
3.1.1.3. Salud y Bienestar	11
3.1.1.4. Vivienda y Construcción	11
3.1.1.5. Industria manufacturera	12
3.1.1.6. Energético	12
3.1.1.7. Agropecuario	13
3.1.1.8. Pesca	13
3.1.1.9. Acuicultura	13
3.1.1.10. Portuario	13
3.1.1.11. Minería	14
3.1.2. Riesgo climático en la comuna Coronel	14
3.1.2.1. Turismo	14
3.1.2.2. Forestal	15
3.1.2.3. Salud y Bienestar	15
3.1.2.4. Vivienda y Construcción	15
3.1.2.5. Energético	15
3.1.2.6. Agropecuario	15
3.1.2.7. Pesca	15
3.1.2.8. Acuicultura	15
3.1.2.9. Portuario	16
3.1.2.10. Minería	16
3.2. <i>Brechas de información y desafío</i>	16
<b>4. Priorización de sectores</b>	<b>19</b>
4.1. <i>Metodología</i>	19
4.1.1. Criterios de priorización	19
4.1.2. Puntuación	20
4.2. <i>Resultados y evaluación</i>	20
4.2.1. Priorización regional	20
4.2.2. Priorización: comuna Coronel	21
<b>5. Propuesta de medidas de adaptación</b>	<b>24</b>
5.1. <i>Metodología</i>	24

---

5.2.	<i>Medidas priorizadas</i> .....	26
5.2.1.	Región del Biobío .....	26
5.2.2.	Comuna de Coronel .....	34
<b>6.</b>	<b>Propuesta de medidas de mitigación</b> .....	<b>39</b>
6.1.	<i>Metodología</i> .....	39
6.2.	<i>Contextualización</i> .....	40
6.2.1.	Inventario de emisiones regional .....	40
6.2.2.	Fuentes de emisión de GEI: Comuna Coronel .....	43
6.2.2.1.	Industrias energéticas .....	43
6.2.2.2.	Transporte .....	44
6.2.2.3.	Calefacción domiciliaria .....	44
6.3.	<i>Medidas priorizadas</i> .....	44
6.3.1.	Energía Estacionaria .....	44
6.3.2.	Sector Transporte .....	48
<b>7.</b>	<b>Propuesta de plan de acción</b> .....	<b>50</b>
7.1.	<i>Medidas de adaptación</i> .....	50
7.2.	<i>Medidas de mitigación</i> .....	56
<b>8.</b>	<b>Referencias</b> .....	<b>59</b>
<b>9.</b>	<b>Anexos</b> .....	<b>60</b>

## 1. Introducción

En el marco de la consultoría “Estudio de Vulnerabilidad Climática Regional y de las opciones de mitigación y adaptación con énfasis en el borde costero: Caso de estudio Comuna Coronel”, anteriormente se presentó un análisis de la situación institucional y se identificaron brechas, actores relevantes y sus capacidades para responder al problema del cambio climático para la región en donde se identificó la importancia del Comité Regional para Cambio Climático (CORECC) en el desarrollo del Plan de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC) y, ante las brechas, se propuso un trabajo articulado intersectorialmente, mayor difusión de información, fortalecimiento institucional y priorizar las acciones de adaptación al cambio climático. Asimismo, se analizaron las políticas y regulaciones vigentes y sus potencialidades, en el contexto de un PARCC, donde se identificó una sinergia entre los diferentes instrumentos y políticas, las cuales abarcan desde un enfoque nacional, hasta un enfoque regional y comunal, considerando los diferentes alcances sectoriales y territoriales; además, según el proyecto de Ley Marco de Cambio Climático, la jerarquización de los instrumentos no guarda relación directa con la temporalidad de estos y los PARCC se encuentran en un nivel medio, en donde su construcción dependerá de insumos a nivel local.

Del mismo modo, tomando como referencia otras clasificaciones, se identificaron y caracterizaron las distintas actividades que se desarrollan en la región en 11 divisiones: agricultura, pesca, acuicultura, forestal, portuario, turismo, energía, vivienda y construcción, salud y bienestar, manufactura y minería. Finalmente, en base a dicha caracterización se desarrolló un análisis de riesgo frente al cambio climático en la región, revisando estudios de vulnerabilidad y riesgo climático (según costa, valle y cordillera), antecedentes regionales de impactos climáticos y medidas de adaptación al cambio climático. Los resultados indican que los sectores de turismo, salud y bienestar, forestal, vivienda y construcción y manufactura presentan un nivel de riesgo superior.

Para el presente informe se realizará el análisis de riesgo climático según el Atlas de Riesgo Climático (ARClím) a nivel comunal sintetizándose la información en una matriz y se identificarán y plantearán propuestas de cadena de impacto. Se priorizarán los sectores a nivel regional y de la comuna de Coronel en base a la caracterización y el análisis de riesgo climático. Con esta información se generarán las propuestas de medidas de adaptación y mitigación que serán insumos básicos para la elaboración del PARCC.

## 2. Objetivos

### 2.1. Objetivo General

Realizar un **análisis de vulnerabilidad** frente al cambio climático con énfasis en el borde costero y la comuna de Coronel, y una **propuesta de medidas para la mitigación y adaptación** a la realidad local con el fin de contar con **insumos básicos** para la **elaboración del Plan Regional de Cambio Climático**.

### 2.2. Objetivos específicos

- Desarrollar un análisis de vulnerabilidad de la región ante el cambio climático considerando los escenarios futuros del clima y los impactos actuales identificados, con énfasis en el borde costero y en particular en la comuna de Coronel.
- Proponer medidas de mitigación y adaptación para la región y priorizarlas de acuerdo con el grado de vulnerabilidad según cada sector productivo y analizar la sinergia con otros instrumentos de política de adaptación y mitigación al cambio climático.
- Proponer un borrador de plan de acción regional de cambio climático.

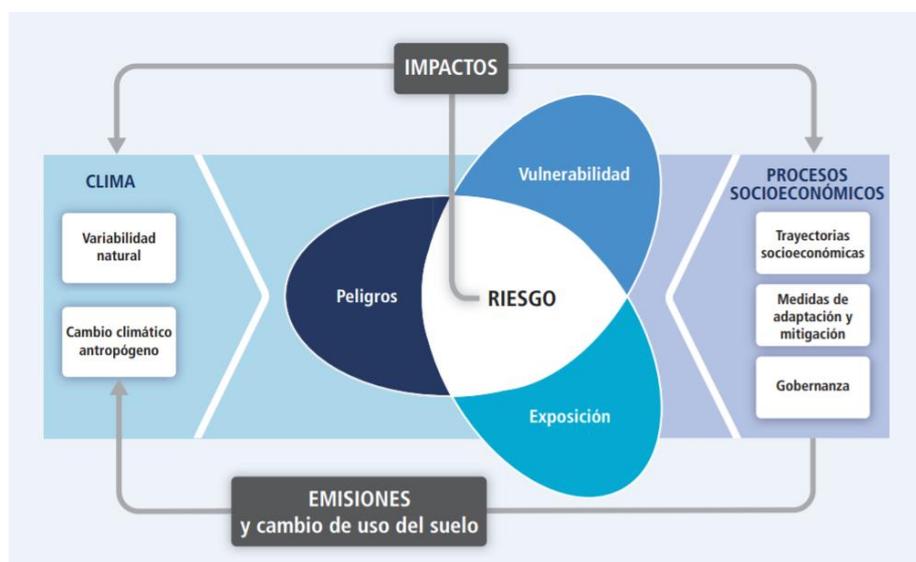
### 3. Análisis de riesgo climático

En esta sección se desarrolla un análisis de riesgo de la región ante los efectos del cambio climático considerando proyecciones de escenarios futuros del clima y los impactos actuales identificados a través de distintos medios, principalmente del Atlas de Riesgos Climáticos (ARClim).

#### 3.1. Riesgo climático por sectores productivos

Considerando un marco conceptual a partir de la metodología de **riesgo** del Quinto Reporte (AR5) establecido por el Grupo de Trabajo II del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC), en el cual se define el riesgo como la probabilidad de ocurrencia de eventos peligrosos y la generación de impactos o consecuencias adversas que pueden dañar a un sistema, que se determina mediante la **interacción de tres componentes: amenaza, exposición y vulnerabilidad**, tal como se observa en la Figura 1.

Figura 1. Definición de los impactos climáticos según el GTII del IPCC



Fuente: Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2014).

A partir, del análisis de riesgo en la región de Biobío desarrollado en el *Informe intermedio* de la presente consultoría, se presenta la **matriz de riesgo** a nivel comuna donde las cadenas de impacto han sido previamente clasificadas por sectores productos con la finalidad de tener un panorama general que permita abordar el riesgo de una mejor manera. Esta matriz, clasifica, además las comunas por ubicación geográfica (costa, valle y cordillera) son el fin de identificar en qué zonas geográficas los sectores productivos presentan un mayor riesgo.

La información que se presenta en la matriz corresponde a la Plataforma de Riesgos Arclim, por lo cual existen casos donde no se ha realizado la evaluación del riesgo en comunas específicas. Los riesgos se encuentran clasificados desde muy bajo, puntuación de 1, hasta muy alto, puntuación de 5. Una puntuación de 0, significa que dicha comuna no cuenta con ningún riesgo porque no existe un aumento de la amenaza debido al cambio climático. Una puntuación de -1 indica que, de acuerdo a las proyecciones, el peligro climático presenta una tendencia a disminuir hacia el futuro, y por lo tanto se identifica como una oportunidad.

Tabla 1. Leyenda de la matriz de riesgo

Riesgo	Muy bajo	1	
	Bajo	2	
	Medio	3	
	Alto	4	
	Muy Alto	5	
Delta = 0	No hay riesgo (no aumenta ni disminuye)	0	
Oportunidad	leve disminución	-1	
	fuerte disminución	-2	
No data	No se ha analizado el riesgo	*	

Tabla 2. Matriz de riesgos comunal de la Región del Biobío

Sector	Cadenas de impacto	Comunas																																		
		Costa											Valle										Cordillera													
		Tomé	Penco	Talcahuano	Hualpén	San Pedro de la Paz	Coronel	Lota	Arauco	Lebú	Los Álamos	Cañete	Tirúa	Florida	Concepción	Chiguayante	Hualqui	Santa Juana	Curanilahue	Contulmo	Yumbel	San Rosendo	Nacimiento	Cabrero	Laja	Los Ángeles	Negrete	Tucapel	Quilleco	Santa Bárbara	Mulchén	Antuco	Alto Biobío	Quilaco		
Agropecuario	Cambio productividad frejol		*	*	*	*		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*										*	*			*	*	*		
	Cambio productividad papa bajo riego		*	*	*	*		*		*	*		*	*	*			*		*	*												*	*		
	Cambio productividad papa secano	*	*	*	*	*	*						*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*		*							*	*		
	Cambio productividad trigo bajo riego	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*			*	*	*	*												*	*		
	Cambio productividad trigo secano			*	*	*	*	*							*	*																*	*			
	Cambio productividad praderas							*																												
	Cambio productividad almendro	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Cambio productividad cerezo		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*				*	*				*	*					*	*	
	Cambio productividad maíz		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*			*	*																	
	Cambio productividad manzano rojo	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*											
Aprovechamiento agua superficial de riego	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Pesca	Desembarque pesquero artesanal													*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		





### 3.1.1. Riesgo climático en la región Biobío

#### 3.1.1.1. Turismo

La región del Biobío desarrolla turismo de los siguientes tipos: (i) naturaleza, (ii) montaña, (iii) lacustre y fluvial, (iv) litoral e (v) insular. Cada una de estas tipologías sufre impactos diferenciados a consecuencia del cambio climático.

La disminución de nieve acumulada es una amenaza "muy alta" que enfrenta todo el país. El nivel de riesgo de la región, y su diferenciación con otras, está más relacionado a la demanda del centro de esquí, en donde Antuco al tener una demanda "muy baja", finalmente representa un riesgo bajo.

El riesgo de erosión de playas en la Región del Biobío es "medio" para Arauco y "bajo" para Coronel, Lebú y Tirúa, a pesar de que la amenaza es "muy alta" en toda la región. Esto se explica por una exposición "muy baja" en todas las localidades, salvo en Arauco que tiene una exposición "moderada". Playa Blanca, en Coronel, posee una sensibilidad "alta", por lo que, de aumentar la exposición a futuro, aumentará también el riesgo. El riesgo de pérdidas de atractivo turístico por incendios forestales es "alto" en Concepción debido a su "alta" exposición y Chiguayante debido a su "alta" amenaza.

Se observa un riesgo de pérdida de fauna ligeramente mayor por cambios de precipitación que por cambios de temperatura. En ambos casos el riesgo en la región en la mayoría de las comunas es "alto" por su alta exposición, no obstante, no se sabe exactamente qué especies se ven amenazadas o fueron consideradas para evaluar la exposición. Se destaca que Quilaco tiene riesgo "muy alto" y Alto Biobío "medio".

Asimismo, se observa un riesgo de pérdida de flora ligeramente mayor por cambios de precipitación que por cambios de temperatura. En ambos casos el riesgo en la región es alto por su alta exposición y vulnerabilidad.

#### 3.1.1.2. Forestal

La industria forestal representa la actividad económica más importante de la región, pues la región genera un aporte significativo al PBI sectorial. Esta actividad se ve amenazada por cambios de temperatura, precipitación, y mayores eventos de olas de calor, lo cual genera impactos como pérdida de verdor y/o el aumento de incendios forestales.

En el caso de riesgo de pérdida de verdor en bosques nativos, la amenaza en la región es muy alta, especialmente en la zona de valle, y la exposición es considerable; no obstante, el riesgo es "alto" solo en las comunas de Quilaco y Nacimiento, y en las demás va de "medio" a "bajo" debido a que la sensibilidad en la región es baja comparado con otras regiones. Quilaco y Nacimiento presentan riesgo alto debido a que son comunas con una gran extensión de bosques nativos. Respecto al riesgo de incendio en bosques nativos, Chiguayante tiene riesgo "medio" y Nacimiento tiene riesgo "bajo".

Respecto al riesgo de incendio en plantaciones forestales, la exposición y la sensibilidad son altas para toda la región, especialmente para las comunas en zona costa y valle, no obstante, el riesgo se ve diferenciado por comuna, y para pocas comunas es "muy alta" (Hualqui, San Rosendo, Cabrero y Laja) debido a que la amenaza de olas de calor > a 30°C es baja (aumentará la frecuencia de olas de calor, pero de manera muy baja o baja). Las comunas con amenaza baja son en las cuales se identifica un riesgo muy alto, por ende, un cambio en el escenario con mayor frecuencia de olas de calor sería devastador para la región.

Respecto al riesgo de pérdida de verdor en plantaciones forestales, al igual que lo observado en la cadena de impacto en bosques nativos, se observa que la amenaza es muy alta; sin embargo, a diferencia de esa otra

cadena de impacto, el riesgo es mayor –abarcando más comunas– debido a que la sensibilidad es mayor, llegando hasta “media” y porque la exposición también es mayor. En este caso, Quilaco no es una comuna de alto riesgo. Cabe destacar que hay un considerable número de comunas con riesgo muy alto: Florida, Hualqui, Santa Juana, Yumbel, San Rosendo, Nacimiento, Cabrero y Laja.

### 3.1.1.3. Salud y Bienestar

El sector salud y bienestar humano se ve impactado por diferentes amenazas, pues los cambios en el clima afectan la salud y la calidad de vida de las personas. Entre los eventos climáticos que generan impactos en la población se tiene las remociones en masa (REM), inundaciones, sequías, marejadas, los cuales generan impactos como anegamientos, disminución de la seguridad hídrica, mortalidad prematura, discomfort térmico, entre otros.

Para el riesgo de mortalidad prematura neta por cambio de temperatura, la comuna de Los Ángeles es la única comuna que presenta riesgo “muy alto” porque si bien el aumento de temperatura es una de las menores (1.3°C) a nivel regional, tiene una gran población y número de muertes. Por otro lado, Concepción tiene un riesgo “alto” y las demás comunas presentan el riesgo muy bajo, a excepción de la comuna de Hualpén, Coronel y San Pedro de la Paz que presentan un riesgo bajo.

Respecto al riesgo de mortalidad prematura por calor, al igual que en mortalidad prematura, la comuna con el riesgo “muy alto” es Los Ángeles con 19.4 muertes al año, Concepción tiene un riesgo “medio”, mientras que las comunas de San Pedro de La Paz y Coronel tienen riesgo “bajo”.

El nivel de riesgo de efecto de olas de calor en la salud humana para la región es de leve a fuerte aumento, en donde las comunas con riesgo “alto” es Negrete, mientras que las demás comunas de valle y cordillera tienen riesgo en su mayoría riesgo “bajo”. Como se mencionó anteriormente la comuna Los Ángeles es la más poblada, sin embargo, el riesgo no es el más alto debido a que la sensibilidad es bajo comparada con las demás comunas de la región.

Respecto al discomfort térmico ambiental, Concepción tiene riesgo “medio” y Los Ángeles tiene riesgo “bajo”. Caso contrario es para los efectos de las heladas en ciudades, donde ambas comunas tienen una leve disminución del riesgo.

### 3.1.1.4. Vivienda y Construcción

Las capacidades limitantes actuales de las edificaciones inmobiliarias para proporcionar servicios básicos como confort térmico, energía y recurso hídrico; así como las capacidades para establecer seguridad ante eventos climáticos que pueden afectar a la infraestructura de las edificaciones, se agravarán debido al aumento de temperatura y precipitaciones máximas diarias en algunas zonas de la región. En el caso de la comuna de Coronel, esta presenta un riesgo alto por anegamiento en asentamientos costeros debido al aumento del nivel del mar y frecuencia de marejadas, así como un riesgo medio tanto en la seguridad hídrica doméstica y en la población urbana y rural.

Respecto al riesgo de anegamiento de asentamientos costeros, se presentan dos casos de riesgo “muy alto” (Talcahuano y Concepción), ocho de riesgo “alto” (Tomé, Penco, Hualpén, San Pedro de la Paz, Coronel, Lota, Arauco y Lebú) y uno de riesgo “medio” (Tirúa). La amenaza es “alta” para toda la región, por lo que el riesgo final se explica por la exposición y la sensibilidad de cada localidad. En el caso de Concepción y Talcahuano, el riesgo “muy alto” se explica por la exposición (número de viviendas). Lo mismo sucede con Coronel (riesgo alto). Estas tres localidades en particular tienen una sensibilidad “muy baja”.

El riesgo de inundaciones solo es calculado en cuatro comunas de la región, las cuales son las más pobladas, estas son: Talcahuano, Concepción, Chiguayante. Si bien la mayor población se encuentra en Los Ángeles, es Concepción la comuna costera con riesgo “muy alto” debido a que la amenaza en esta comuna aumentará, mientras que en Los Ángeles disminuirá según el escenario de cambio esperado

Los niveles de riesgo de efectos de isla de calor urbana solo son calculados en la comuna de Concepción y la comuna Los Ángeles, las cuales representan comunas altamente pobladas y/o proyectadas a tener un crecimiento demográfico importante. Si bien el efecto de isla urbana (amenaza) es mayor en Concepción, el riesgo es mayor en los Ángeles debido al SoVI de la comuna.

Los niveles de riesgo son mayores para el cambio de la seguridad hídrica rural comparada con la seguridad hídrica urbana, en donde la diferencia se debe a la “muy alta” sensibilidad que tiene la población rural respecto a la población urbana, la cual tiene una sensibilidad “moderada”.

El riesgo de inundaciones en zonas urbanas es “bajo” en Concepción y tiene una leve disminución en Los Ángeles. En el caso de inundaciones por desbordes de ríos; Yumbel tiene riesgo “alto”, mientras que Hualqui y Negrete tienen una fuerte disminución del riesgo y Laja, Quilleco y Mulchén tienen una leve disminución del riesgo.

#### **3.1.1.5. Industria manufacturera**

En el caso de la industria manufacturera, esta actividad económica representa un alto porcentaje del PBI, en donde las actividades más relevantes para la región son la elaboración de productos de madera y papel, y la elaboración de productos alimenticios y bebidas. Ambas industrias se ven impactados por el cambio climático, debido a que la materia prima que utilizan para sus procesos está ligada a la industria forestal, y a la industria agropecuaria/pesca respectivamente. Por otro lado, aguas abajo, es decir, para la comercialización de sus productos, dependen del desarrollo de la actividad portuaria. Sumado a ello, ambas industrias también son altamente dependientes del recurso hídrico para el desarrollo de sus procesos productivos, así como del recurso energético, por lo cual, un déficit de disponibilidad de agua podría poner en riesgo el proceso, así como un déficit de recurso energético.

Para este sector se consideraron los riesgos asociados a cadenas de impacto en sectores relacionados a la materia prima y recursos para la industria.

#### **3.1.1.6. Energético**

La matriz energética de la Región del Biobío se compone de fuentes renovables y no renovables. Específicamente para las fuentes renovables, la matriz se compone de energía hidráulica, de biomasa, eólica y solar. En ese sentido, la energía hidráulica que es la mayor fuente energética en la región, presenta un riesgo “muy bajo” a “bajo” en la mayoría de las comunas debido a las mínimas variaciones de los costos marginales promedio a consecuencia de la disminución del recurso hídrico en el sistema, no obstante, resalta el riesgo “alto” en la comuna de Antuco debido a una variación alta del costo y una disminución muy alta del promedio de la energía total generada (en relación con las otras centrales hidroeléctricas del país) debido a la disminución del número de días de precipitación y precipitación máxima diaria. Solo en las comunas del norte, como Laja, San Rosendo, Yumbel y Cabrero presenta un riesgo “medio”.

Respecto al riesgo de impacto de disminución del recurso eólico, solo en las comunas del norte, como Laja, San Rosendo, Yumbel y Cabrero presenta una “leve disminución” del costo marginal, mientras que Los

Ángeles y Coronel presenta un "leve aumento". La situación de estas dos comunas se replica en el caso del riesgo de impacto del cambio en radiación solar.

Cabe destacar que, la energía a partir de la biomasa se puede ver afectada para algunas comunas de valle como Hualqui, Rosendo, Cabrero y Laja debido al alto riesgo por la pérdida de verdor y aumento de incendios que merman la cantidad de biomasa forestal.

#### **3.1.1.7. Agropecuario**

En el caso de la agricultura, esta actividad sufre impactos por la variación de índices climáticos como los cambios de temperatura, cambios de precipitación (por ejemplo, mayores eventos de sequías), cambio de disponibilidad de radiación solar, cambios en la humedad relativa, los cuales en el caso de las cadenas de impacto de la plataforma ARClím, son variables que afectan el rendimiento de la actividad agrícola. Respecto a la ganadería, esta actividad económica no es de las más importantes en la región, no obstante, es importante rescatar la producción de leche, ya que esta subactividad sí es relevante.

A diferencia de otras cadenas de impacto de cultivos que presenta el ARClím, en el caso del frejol se identifica un aumento en la productividad en algunas comunas (Santa Bárbara, Arauco), por lo cual se identifica una oportunidad, mientras que en otras comunas el riesgo presentado es "bajo" o "medio". La oportunidad está relacionado al aumento del rendimiento del cultivo por las condiciones del clima. Cabe destacar que, respecto al cultivo de papa bajo riego, Santa Bárbara tiene riesgo "medio".

#### **3.1.1.8. Pesca**

En la Región del Biobío se practica la pesca de mar y la de río, en donde gran parte de esta actividad es desarrollada de manera artesanal. Respecto a la pesca de mar, es una de las regiones más importantes en términos de desembarques, en donde la especie con mayor captura corresponde a la sardina. Esta actividad se puede ver afectada por cambios en la temperatura y precipitación, pues genera pérdidas de desembarques de recursos hidrobiológicos (peces, algas e invertebrados) en las caletas artesanales, en donde aquellas con mayor riesgo se encuentran en las comunas de Lota (Penco y El Blanco) y Arauco (Puerto Yana) según la cadena de impacto del ARClím.

Respecto al riesgo de impactos en el desembarque pesquero artesanal, en la Región del Biobío hay dos caletas con riesgo "alto": Penco y El Blanco (Lota); y una con riesgo "medio": Puerto Yana. El resto tiene riesgo bajo. En el caso de Penco el riesgo se explica principalmente por la amenaza "alta" y en el caso de El Blanco por la exposición "muy alta". Cabe destacar que la combinación de factores es la que define el nivel de riesgo final y no hay una componente predominante en la región.

#### **3.1.1.9. Acuicultura**

En la Región del Biobío se desarrolla esta actividad, en la cual se tiene la acuicultura de río, actividad importante y desarrollado ampliamente en la región, así como la acuicultura de mar, la cual se desarrolla en menor escala, pero también es una actividad que sufrirá impactos por el cambio climático.

Respecto al riesgo de impacto en la salmonicultura por agua dulce, se tienen en cuenta las 13 pisciculturas en operación en la Región del Biobío, en donde tres de ellas no tienen datos de exposición. El riesgo se define entre "medio" y "alto", en la cual la diferencia del riesgo se encuentra relacionada al grado de exposición, el cual es mayor en las comunas de riesgo "alto", las cuales son: Los Ángeles, Quilleco, Antuco y Quilaco. En el caso de las comunas de riesgo "medio" se tiene a: Concepción, Contulmo, Santa Bárbara y Alto Biobío.

#### **3.1.1.10. Portuario**

La actividad portuaria, en Coronel, y en toda la Región del Biobío se encuentra muy desarrollada. Esta actividad está compuesta de caletas de pescadores, puertos artesanales y puertos privados; las cuales se ven afectas por eventos como las marejadas y fuertes oleajes. Si bien actualmente la actividad portuaria sufre de estos impactos, lo cual genera el cierre de puertos y/o pérdida de embarcaciones; las proyecciones y los diferentes estudios sugieren una disminución en la frecuencia de marejadas en el futuro, lo cual se presenta como una oportunidad que podría permitir la instalación de nueva infraestructura portuaria, la expansión de los puertos o caletas existentes o el aumento en la cantidad de desembarcos y operación. Un factor para tomar en cuenta es que la amenaza en este caso sólo se relaciona con las marejadas. Otras amenazas, como la erosión costera o el aumento de la cota de inundación, las cuales se proyecta que aumentarán en la región, pueden poner en riesgo la infraestructura portuaria y de pesca artesanal.

Respecto al riesgo de aumento de downtime en caleta de pescadores, la comuna de Biobío, a pesar de contar con más de 50 caletas de pescadores, algunas de las cuales presentan niveles de exposición y sensibilidad "muy alto", este riesgo es catalogado como "muy bajo" debido a que la amenaza es "nula", es decir, es cero en todos los casos; esto debido a que el aumento de frecuencia no es tan cambiante como otras regiones, no obstante, sí se dan marejadas en la región.

Respecto al riesgo de aumento de downtime en puestos estatales, el único puerto estatal evaluado en la Región del Biobío corresponde al de San Vicente. En este caso, a pesar de que la exposición es "alta" y que la vulnerabilidad es "media", la amenaza o frecuencia de las marejadas presenta una mejora respecto a la situación presente, por lo tanto, el riesgo disminuye a futuro y se visualiza una mejora en las condiciones operacionales.

#### 3.1.1.11. Minería

El sector aún se encuentra en revisión en ARClím, sin embargo, el "Informe Proyecto ARClím: Sector Minería (2020)" calcula el riesgo en el sector minero en base a dos amenazas: (1) la alta pluviometría, la cual puede derivar en fenómenos de remoción en masa; y la baja pluviometría, la cual tiene un impacto en la producción minera. Según este documento, las comunas costeras de la región del Biobío presentan un riesgo nulo a "bajo" por alta pluviometría y "medio" a "muy alto" por baja pluviometría. Respecto a este último impacto, sin embargo, el documento no hace distinción según el tipo de mina, por lo cual no considera que en la región las minas corresponden a carbón. Esto es relevante, ya que la demanda de agua de las minas a carbón es sustancialmente menor a las minas de cobre, por ejemplo. Considerando (1) que el tipo de mina en la región es de carbón; (2) que las minas se encuentran próximas al mar, en donde la desalinización es una opción viable ya que no requiere bombeo a grandes distancias; y (3) que la minería del carbón va en retroceso, por lo tanto, disminuirá la exposición a futuro; se considera que el riesgo por baja pluviometría en la región es nulo a "bajo".

### 3.1.2. Riesgo climático en la comuna Coronel

#### 3.1.2.1. Turismo

Específicamente en el caso de la comuna de Coronel, el tipo de turismo más relevante es el turismo litoral. El riesgo de pérdidas de atractivo turístico por incendios forestales es "bajo", sin embargo, la sensibilidad es "media". Respecto al riesgo de erosión de playas se tiene un riesgo "bajo" debido a una exposición "muy baja", no obstante, es importante considerar que la amenaza es "muy alta" y la sensibilidad "alta".

La pérdida de fauna por precipitación y temperatura tiene un riesgo "alto" debido a un nivel y grado de intervención "muy altos".

La pérdida de flora por precipitación tiene un riesgo "muy alto" debido a su vulnerabilidad y nivel de intervención "muy altos" y por temperatura es "alto" debido principalmente al grado de intervención "muy alto".

### **3.1.2.2. Forestal**

En el caso de la comuna Coronel, si bien no es la comuna con mayor cantidad de plantaciones forestales, también desarrolla esta actividad y presenta los mismos impactos y riesgos que los observados en otras comunas de la región. El riesgo por incendios en bosques nativos y plantaciones forestales, así como la pérdida de verdor en estos es "muy bajo". Es importante considerar la sensibilidad entre "alta" y "muy alta" de los bosques nativos y plantaciones forestales que, frente a una mayor amenaza, podría aumentar el riesgo de incendios. Respecto a la pérdida de verdor, las plantaciones forestales presentan una exposición "media".

### **3.1.2.3. Salud y Bienestar**

Los riesgos de mortalidad prematura neta por cambio de temperatura, mortalidad prematura por calor y efecto olas de calor en salud humana son "bajos". Además, el riesgo de que la seguridad hídrica doméstica urbana y rural se vea afectada tendría un leve aumento principalmente por la "alta" exposición en el caso urbano y por una sensibilidad "media" en el caso rural.

### **3.1.2.4. Vivienda y Construcción**

Para dicho sector el anegamiento de asentamientos costeros representa un nivel de riesgo alto, lo cual se traduce en una combinación del impacto asociado al aumento del nivel del mar y al aumento de la intensidad de las marejadas, lo cual implicaría un deterioro de la infraestructura en las caletas. Asimismo, la pérdida de flora y fauna representa un riesgo alto en la comuna que puede impactar al bienestar humano.

### **3.1.2.5. Energético**

En cuanto a las cadenas de impacto seleccionadas no representa un riesgo relevante.

### **3.1.2.6. Agropecuario**

La vulnerabilidad estará asociada a la sensibilidad y reducida capacidad adaptativa de los suelos. Se presentarán aún más limitaciones para los cultivos por el aumento de la temperatura y variaciones en el nivel y frecuencia de precipitaciones. Sin embargo, solo el frejol tiene un riesgo de cambio productivo "bajo" debido a su "baja" exposición.

### **3.1.2.7. Pesca**

En la comuna, la pesca de mar es una actividad importante con un alto grado de vulnerabilidad considerando tanto la pesca industrial y artesanal, no solo para la extracción de recursos hidrobiológicos, sino también en el procesamiento de los alimentos. Las caletas artesanales serán las más afectadas debido a su sensibilidad y reducida capacidad adaptativa. A pesar de que la exposición es "muy alta", el riesgo de pérdida de desembarque pesquero artesanal es "bajo". Un aumento en la amenaza significaría un mayor riesgo.

### **3.1.2.8. Acuicultura**

La acuicultura no es una actividad tan relevante, caso contrario a la pesca artesanal, por lo cual no se vería afecto a grandes impactos, sino que estas pueden ser más relevantes en otras comunas.

### 3.1.2.9. Portuario

La actividad portuaria, en Coronel se encuentra muy desarrollada y a pesar que la amenaza por marejadas está presente, a futuro no representa un aumento, por el contrario, disminuye. En ese sentido el riesgo de downtime en caleta de pescadores es “muy bajo”. Lo cual significaría que los esfuerzos para reducir el impacto de la amenaza se deberán de establecerse en el corto plazo pero que a un futuro este riesgo irá disminuyendo.

### 3.1.2.10. Minería

Se reafirma que el sector está aún en revisión y que la actividad minera ya cesó en Coronel.

## 3.2. Brechas de información y desafío

El país ha avanzado en el desarrollo de una plataforma que permite acceder a información clave sobre los riesgos presentes y futuros debido al cambio climático, el desarrollo de las cadenas de impacto pensado en sectores productivos además, permite que tomadores de decisiones prioricen esfuerzos en aquellos donde se presentarán riesgos altos por presencia de eventos extremos que históricamente no acontecían, aumentando la resiliencia de los sistemas socioecológicos o disminuyendo la exposición asociada.

Sin embargo, existen riesgo no evaluados aún que, en particular la región del Biobío, podrá verse afectada en sus actividades productivas, representando una brecha de información que, de no ser tomada en cuenta, no puede ser evaluado el riesgo considerando escenarios a futuro y poder prever dichos riesgos.

En ese sentido, se ha identificado cadenas de impactos que se consideran de importancia su revisión considerando las variaciones del riesgo con escenarios a futuro, con el fin de determinar el nivel de riesgo u oportunidad al cual se enfrentaría cada sector debido al cambio climático. Para cada caso, se presenta la cadena de impacto y riesgo asociado, así como una propuesta de variables de amenaza, exposición y vulnerabilidad para determinar dicho riesgo. Adicionalmente, en el Anexo 1 se presenta fuentes de información con los cuales se puede obtener la data base para su cálculo.

#### a. Sector portuario

Debido a la importancia en la región de exportación de productos madereros, si bien la amenaza tiende a disminuir, es importante tomar en cuenta dentro de la actual cadena de impacto aumento de downtime en puertos, incluir el elemento expuesto del subsector privado.

**Tabla 3. Brechas de información en el sector portuario**

Cadena de impacto / Riesgo	Amenaza	Exposición	Vulnerabilidad
Aumento de downtime en puertos privados	Cambio de régimen de oleaje	Carga transferida de los puertos y/o niveles de importación/exportación	Cierre de puertos históricos por marejadas

Fuente: Elaboración propia.

#### b. Sector pesca

Se identifica como brecha la falta de identificación de amenaza de cambios en la cota de inundación, pues se evidencia como una amenaza alta para la región de Biobío el aumento del nivel de mar y el aumento de intensidades de las marejadas. Además, Coronel al ser una comuna con alta actividad de pesca, tanto

industrial como artesanal, asimismo como otras comunas costeras de la región, este sector es una actividad económica importante, donde no solo se debe tomar en cuenta el desembarque sino la fuente del recurso.

**Tabla 4. Brechas de información en el sector pesca**

Cadena de impacto / Riesgo	Amenaza	Exposición	Vulnerabilidad
Pérdida de infraestructura para la pesca artesanal	Cambio en la cota de inundación debido a la combinación de aumento del nivel de mar y aumento de intensidad de las marejadas	Desembarque total de recursos en cada caleta, ponderado por su importancia relativa según el tipo de pesquería, a saber: (i) desembarque de peces, (ii) desembarque de invertebrados (moluscos, crustáceos y otros) y (iii) desembarque de algas.	Sensibilidad: Erosión de playa proyectada Capacidad adaptativa: Tipo de infraestructura y opciones de mejoramiento
Pérdida de recursos hidrobiológicos	Acidificación de los océanos	Desembarque por región de (i) peces, (ii) moluscos, (iii) crustáceos, (iv) algas	Estado de explotación de recursos, diversidad de recurso/especies (riqueza), concentración de desembarque

Fuente: Elaboración propia.

### c. Sector turismo

Los humedales costeros son ecosistemas frágiles al cambio climático, de gran importancia en la región y en la comuna, por su gran atractivo de turismo de tipo litoral, fuente de biodiversidad, protección de costas, reguladores de temperatura y sumideros de carbono orgánico. En ese sentido, se propone evaluar el deterioro de estos debido al cambio de precipitaciones media en las cuencas aportantes al humedal de estudio, ello con el fin de poder prever su conservación.

**Tabla 5. Brechas de información en el sector turismo**

Cadena de impacto / Riesgo	Amenaza	Exposición	Vulnerabilidad
Deterioro de humedales costeros	Cambio de la precipitación media en las cuencas aportantes al humedal.	Superficie de humedales que dependen de agua superficial	Aporte superficial (caudal de entrada) en periodo histórico.

Fuente: Elaboración propia.

### d. Sector manufactura

Si bien, el sector manufactura no es un sistema analizado directamente en el Arclim. Los riesgos asociados a la reducción de precipitaciones es un punto crítico, debido a los grandes volúmenes utilizados en las unidades productivas de una industria; en específico, para las principales industrias de la región, como lo son el sector papelerero y de alimentos. Del mismo modo, la reducción de precipitaciones en la zona, por ende, el acceso al recurso hídrico afectará a la actividad primaria (como la forestal, agrícola, ganadera) e indirectamente a su impacto sobre la manufactura.

**Tabla 6. Brechas de información en el sector manufactura**

Cadena de impacto / Riesgo	Amenaza	Exposición	Vulnerabilidad
Riesgo de aprovechamiento de agua superficial y subterránea para su uso en procesos productivos	Cambio de la precipitación media en las cuencas hidrológicas analizadas. El cambio es la diferencia entre la precipitación	Producción del sector manufacturero dependiente del agua para sus procesos (en pesos)	Requerimiento de agua para uso industrial/sector manufactura

Cadena de impacto / Riesgo	Amenaza	Exposición	Vulnerabilidad
	anual (en milímetros) del clima futuro (2035-2065) e histórico (1980-2010), expresado como porcentaje de la precipitación histórica.		Capacidad adaptativa: Acceso a fuentes alternativas de agua (e.g. agua desalada)
Riesgo de aprovechamiento de agua superficial y subterránea para su uso en actividad primaria (e.g. forestal, ganadería, agricultura)	Cambio de la precipitación media en las cuencas hidrológicas analizadas.	Producción del sector manufacturero dependiente de actividades primarias para sus procesos	Dependencia de la actividad primaria (e.g. forestal, agrícola, ganadera) Capacidad: Acceso a fuentes alternativas de agua de la actividad primaria (e.g. agua desalada)

Fuente: Elaboración propia.

### e. Sector agricultura

El arándano es la mayor variedad de fruta cultivada en la región del Biobío, con casi 1950 hectáreas de zonas de cultivo (ODEPA y CIREN, 2019), por ello su importancia por el monitoreo y control del aumento de su rendimiento a causa del cambio climático. Por otro lado, si bien la región constituye únicamente el 0.07% de la producción nacional de vinos, se ha observado un incremento del 141% entre el año 2020 y 2021, siendo un caso similar a la del arándano donde el aumento de rendimiento debido al cambio climático es una oportunidad a estudiar.

**Tabla 7. Brechas de información en el sector agricultura**

Cadena de impacto / Riesgo	Amenaza	Exposición	Vulnerabilidad
Cambio productivo del arándano	Variación en el rendimiento de cultivos frutales. Cambio en la capacidad productiva de los cultivos como consecuencia del cambio climático.	Superficie de arándanos	Índice que se define en función del promedio de la ruralidad, superficie cultivada en secano, diversidad de cultivos, presencia de embalses, pequeñas y medianas explotaciones (PYMEX), presencia de infraestructura y número de usuarios y funcionarios INDAP.
Cambio productivo de la vid	Variación en el rendimiento de cultivos frutales. Cambio en la capacidad productiva de los cultivos como consecuencia del cambio climático.	Superficie de vid	Índice que se define en función del promedio de la ruralidad, superficie cultivada en secano, diversidad de cultivos, presencia de embalses, pequeñas y medianas explotaciones (PYMEX), presencia de infraestructura y número de usuarios y funcionarios INDAP.

Fuente: Elaboración propia.

## 4. Priorización de sectores

En esta sección, se presenta la priorización de sectores productivos con mayor relevancia socioeconómica y mayor nivel de riesgo climático, donde se concentrarán los esfuerzos de adaptación en el Plan Regional de Cambio Climático de la Región del Biobío a futuro.

### 4.1. Metodología

La priorización de los sectores productivos se realizará a nivel regional y comunal para Coronel mediante la evaluación de un conjunto de criterios, tales como: el nivel de riesgo del sector productivo, presentado en la **Sección ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, la importancia de las actividades de acuerdo con el tamaño de la actividad, el potencial de desarrollo futuro y el producto bruto interno (PBI) que se genera en la región. Además, se utilizará un sistema de asignación de puntajes que relacione cada criterio considerando el sector económico-productivo.

#### 4.1.1. Criterios de priorización

Se plantearon criterios cualitativos (tamaño de la actividad y potencial de desarrollo futuro) y cuantitativos (producto interno bruto y nivel de riesgo) en base a la información recopilada de cada sector productivo caracterizado a nivel regional y de la comuna Coronel. La Tabla 8 describe los tipos de indicadores considerados:

**Tabla 8. Criterios de priorización para sectores productivos**

Indicador	Nombre	Descripción																														
Cualitativo	Tamaño de la actividad	Asociado a la predominancia del sector en la región o comuna tanto en infraestructura, área ocupada y la diversificación de las actividades más que el aporte económico que pueda tener.																														
	Potencial de desarrollo futuro	Considera la tendencia creciente del sector en los últimos años, las condiciones que propician el desarrollo de la actividad y expectativas en cuanto a inversión y proyectos programados.																														
Cuantitativo	Producto Interno Bruto (PIB)	Factor económico clasificado por porcentajes de aporte de cada sector al PIB regional, según datos estadísticos del Instituto Nacional de Estadísticas año 2019.																														
	Nivel de riesgo	<p>Según análisis de los datos de la matriz de riesgo (Tabla 1).</p> <p><b>Leyenda de la matriz de riesgo</b></p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td rowspan="5">Riesgo</td> <td>Muy bajo</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bajo</td> <td>2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Medio</td> <td>3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Alto</td> <td>4</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Muy Alto</td> <td>5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Delta = 0</td> <td>No hay riesgo (no aumenta ni disminuye)</td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Oportunidad</td> <td>leve disminución</td> <td>-1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>fuerte disminución</td> <td>-2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>No data</td> <td>No se ha analizado el riesgo</td> <td>*</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Riesgo	Muy bajo	1		Bajo	2		Medio	3		Alto	4		Muy Alto	5		Delta = 0	No hay riesgo (no aumenta ni disminuye)	0		Oportunidad	leve disminución	-1		fuerte disminución	-2		No data	No se ha analizado el riesgo	*
Riesgo	Muy bajo	1																														
	Bajo	2																														
	Medio	3																														
	Alto	4																														
	Muy Alto	5																														
Delta = 0	No hay riesgo (no aumenta ni disminuye)	0																														
Oportunidad	leve disminución	-1																														
	fuerte disminución	-2																														
No data	No se ha analizado el riesgo	*																														

		<p>Tabla 2. Matriz de riesgos comunal de la Región del Biobío, considera el número de comunas con niveles de riesgo alto a muy alto además de las cadenas de impacto asociadas de acuerdo con la información del Atlas de Riesgos Climático y otra información relevante sobre el riesgo climático descrita en la sección <b>¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..</b></p> <p>Para sectores donde la actividad no se desarrolla en toda la región se consideró la proporcionalidad entre el número de comunas evaluadas y el nivel de riesgo existente.</p>
--	--	--

Fuente: Elaboración propia.

### 4.1.2. Puntuación

La puntuación se realizó de manera ascendente asignando valores 0 al 10 (números enteros), donde 0 y 10 se asignaron al sector con menor y mayor jerarquía/ importancia, respectivamente. Para puntuar los indicadores “Tamaño de la actividad” y “Potencial de desarrollo”, se realizó un análisis comparativo y transversal entre todos los sectores por su naturaleza cualitativa. Luego de asignar un valor a cada criterio, se realizó una suma de los puntajes, dando como resultado final un valor por cada sector. Estos fueron posteriormente ordenados de manera descendente con la finalidad de identificar los primeros 5 sectores con mayor puntaje, es decir, con mayor nivel de priorización.

La información que justifica la puntuación asignada a cada indicador por sector se presenta en el Anexo **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, misma que fue recopilada en la etapa de caracterización de actividades económicas relevantes en la región y la matriz de riesgo comunal.

## 4.2. Resultados y evaluación

A continuación, se presenta los resultados obtenidos en la priorización de sectores productivos tanto a nivel regional como para la comuna de Coronel. Cabe mencionar que dichos resultados fueron validados por la contraparte técnica, SEREMI de Medio Ambiente de la región del Biobío.

### 4.2.1. Priorización regional

Para la Región del Biobío, los cinco sectores que obtuvieron un mayor puntaje, y, por lo tanto, un mayor nivel de prioridad es: *Turismo, Forestal, Salud y Bienestar, Vivienda y Construcción y Manufactura.*

**Tabla 9. Priorización de sectores productivos en la Región del Biobío**

Sector	Tamaño	Potencial de desarrollo	Producto Interno Bruto (PIB)	Nivel de riesgo	Prioridad
Turismo	7	7	4	10	28
Forestal	10	2	6	8	26
Salud y Bienestar	5	3	8	9	25

Vivienda y Construcción	2	6	9	7	24
Manufactura	3	4	10	6	23
Energético	6	8	7	2	23
Agropecuario	4	10	2	4	22
Pesca	8	5	3	3	19
Acuicultura	1	9	1	5	16
Portuario	9	1	5	0	15
Minería	0	0	0	1	1

Fuente: Elaboración propia

El sector **turismo** obtuvo la mayor puntuación debido al riesgo alto de pérdida de fauna por precipitación y temperatura, y la pérdida de flora por temperatura en casi el 90% de las comunas, mientras que la pérdida de flora por precipitación es de riesgo muy alto en todas las comunas de costa y valle. Adicionalmente, si bien no tiene un gran aporte al PIB regional (de 3 a 4%), el turismo de naturaleza y litoral son de relevancia para la región ya que posee tres reservas nacionales, dos parques nacionales y diversas playas con relevancia turística, especialmente en la zona de Gran Concepción; además de poseer un alto potencial del desarrollo de la actividad en lugares aún no promocionados del todo como el Geoparque Minero Litoral y la cordillera Nahuelbuta.

Por otro lado, el sector **forestal** presenta tres cualidades particulares que permiten priorizarlo frente a otros sectores. El primero es el aporte económico al PIB regional (4-5%) y PIB sectorial ya que Biobío representa el 60% del PIB forestal nacional siendo la más importante en Chile. El segundo es el tamaño de la actividad: toda la superficie cultivada en la región corresponde a bosques entre plantaciones y bosque nativo. Además, el 80% y el 52% de las exportaciones de madera aserrada y productos maderables exportados a nivel nacional proviene de esta región, respectivamente. Por último, el nivel de riesgo es significativamente alto porque una gran cantidad de comunas de valle presentan riesgo muy alto de incendios y pérdida de verdor en plantaciones forestales las cuales son destinadas a la extracción de madera y sostienen la manufactura de otros tipos de productos de madera y celulosa.

El sector de **salud y bienestar** y **vivienda y construcción** fueron el tercero y cuarto con mayor prioridad, respectivamente. En ambos casos, esto se debe al grado de riesgo y el aporte económico al PIB regional. Según la clasificación de sectores del PIB, las actividades relacionadas a salud y bienestar se encuentran dentro de la categoría de “servicios personales” la cual representa poco más del 17% del PIB de la Región del Biobío, un valor bastante elevado al ser el segundo más relevante luego de industria manufacturera. Por su lado, la construcción constituye un único sector que junto al de servicios de vivienda e inmobiliarios suman cerca de 19% del PIB regional. Ahora bien, las cadenas de impacto evaluadas son transversales para ambos sectores porque los impactos hacia las viviendas terminarían afectando indirectamente el bienestar de la población. Es así como existe un riesgo alto en la cadena de impacto de *anegamiento en asentamientos costeros* para casi todas las comunas evaluadas. Por otro lado, *la seguridad hídrica doméstica rural* presenta riesgo alto en la mayoría de las comunas de valle y cordillera, mientras que el impacto será en comunas costeras para *seguridad hídrica doméstica urbana*. Cabe mencionar que el efecto de las olas de calor en salud humana también presenta un riesgo considerable que debe ser abordado en comunas de valle y cordillera.

El sector **manufactura** y energético tuvieron una misma puntuación, por lo que ambos serán considerados en el planteamiento de medidas priorizadas. Es preciso señalar que manufactura a diferencia de los demás sectores, no ha sido evaluado en el ARClím. No obstante, se ve afectado indirectamente por las amenazas del cambio climático ya que se sostiene principalmente de los recursos provenientes de otros sectores como

el forestal y el pesquero para provisión de materia prima, además que depende de los recursos energético e hídrico para llevar a cabo los procesos productivos. Por esta razón, en el análisis del riesgo se consideraron las cadenas de impacto asociadas a estos sectores de una manera transversal. Respecto al tamaño de la actividad, se observa una alta cantidad de fábricas donde se da el procesamiento y elaboración de productos de madera y celulosa habiendo llegado a representar el 57% y 67% de PBI sectorial en todo Chile. Por otra parte, la industria manufactura es la que más aporta al PBI regional de Biobío, con un valor de 20.35% el año 2019. Por último, el sector **energético** presenta relevancia ya que Biobío es la segunda región con mayor capacidad de generación eléctrica de generación eléctrica, de las cuales la energía hidráulica es la más importante a nivel nacional. Si bien no existen muchas plantas solares y eólicas en operación, actualmente las condiciones favorables de viento y radiación, además de la disponibilidad de terreno, han permitido que numerosos proyectos se encuentren en cartera en etapas de construcción y pruebas.

#### 4.2.2. Priorización: comuna Coronel

A partir del análisis de la comuna Coronel, los cinco sectores que obtuvieron un mayor nivel de prioridad en orden descendente son: *Turismo, Manufactura, Pesca, Forestal y Vivienda y Construcción.*

**Tabla 10. Priorización de sectores de la comuna de Coronel**

Sector	Tamaño	Potencial de desarrollo	Nivel de riesgo	Prioridad
Turismo	6	9	10	26
Manufactura	7	6	9	22
Pesca	9	8	2	19
Forestal	8	7	3	18
Vivienda y Construcción	5	5	7	17
Salud y Bienestar	2	4	8	14
Energético	4	2	5	11
Portuario	10	10	1	11
Agropecuario	3	3	4	10
Acuicultura	1	1	6	8
Minería	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Al igual que para la región, el sector **turismo** obtuvo la mayor puntuación por el alto nivel de riesgo que presentaron las cadenas de impacto asociadas. La pérdida de fauna por precipitación y temperatura, así como la pérdida de flora por temperatura presentan un riesgo alto, mientras que el riesgo de pérdida de flora por precipitación es muy alto. Por otra parte, el sector como tal no se encuentra ampliamente desarrollado por la falta de inversión del sector privado y la débil promoción del sector público. No obstante, presenta atractivos turísticos importantes entre valles, humedales, balnearios y hasta, destinos insulares. El potencial de desarrollo del sector turismo en Coronel se encuentra principalmente relacionado a su localización en el borde costero y en la conurbación de Gran Concepción que posee recursos patrimoniales de alto valor turístico y cultural.

El sector **manufactura**, por su parte, fue puntuado como el segundo con mayor nivel de riesgo no solo porque las cadenas de impacto asociadas (sector forestal, pesquero, energético, entre otros) que afectan esta industria presentaron riesgos altos a muy altos, si no por la presencia de parques industriales en el borde

costero que se ven amenazados particularmente por el aumento del nivel del mar y frecuencia de marejadas. Este sector ha desarrollado un importante núcleo productivo en Concepción por las ventajas comparativas que posee relacionadas a la actividad portuaria, accesibilidad vial y localización estratégica que, además, ha venido aumentando el número de empresas del rubro en la última década por las condiciones idóneas y logísticas ya mencionadas.

Por otro lado, según el ARClím, el riesgo de disminución de desembarques pesqueros artesanal del sector **pesca** tiene un riesgo bajo en la comuna. No obstante, el desarrollo y participación a nivel regional como nacional es importante debido a que el año 2020 representó más del 50% de desembarques de recursos hidrobiológicos en Biobío, y el 15% en todo Chile. Además, cuenta con actividad pesquera artesanal como industrial con 4 caletas reconocidas de manera oficial que tienen capacidad de carga de hasta 1200 toneladas. Todavía cabe señalar que la falta de valor agregado a la producción ha generado una disminución en el ritmo del crecimiento del sector que se ve intensificada por el agotamiento de recursos hidrobiológicos de alto valor producto de la sobreexplotación de especies de importancia comercial. Lo anterior supone el alto potencial que puede ser aprovechado en el sector de realizarse una gestión más adecuada de los recursos que posee.

De la misma manera, el sector **forestal** presenta riesgos muy bajos de aumento de incendios en bosques nativos como plantaciones forestales, así como de la pérdida de verdor de esta biomasa forestal. Respecto al tamaño de la actividad, el puntaje es bastante alto puesto que más del 70% del territorio comunal posee recursos forestales, siendo el 65% de plantaciones de pino y eucalipto, especies de alto valor para la manufactura de productos maderables tanto para comercio interior como para exportación. Al mismo tiempo, aún existe un potencial de desarrollo gracias a la presencia de abundantes superficies de aptitud forestal que pueden sostener un crecimiento sostenible para la extracción de madera y también la preservación de bosques es especies nativas que amortiguan los efectos del CC.

En el sector **vivienda y construcción** el factor que más influyó la priorización final es el nivel de riesgo ya que de las cadenas evaluadas en Coronel, el riesgo de *anegamientos en asentamientos costeros* presentó un riesgo alto mientras que *seguridad hídrica doméstica urbana como rural*, un riesgo medio. Por lo que se refiere al tamaño y potencial de desarrollo de la actividad, existe una fuerte inversión inmobiliaria proveniente principalmente del sector privado en áreas de la comuna para el crecimiento residencial gracias a que posee terrenos aptos para la edificación. Con esto se proyecta como una de las comunas más importantes de la región en el mediano plazo para la extensión sostenida de las áreas urbanas residenciales.

## 5. Propuesta de medidas de adaptación

Esta sección aborda una propuesta de medidas de adaptación que responden al nivel de riesgo de los sectores productivos prioritarios en la sección anterior, además se analiza la sinergia de dichas medidas propuestas con otros instrumentos de planificación de cambio climático, tales como las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC), el Plan de acción nacional de cambio climático (PANCC), el Plan de Adaptación Nacional al Cambio Climático y los planes de adaptación sectoriales.

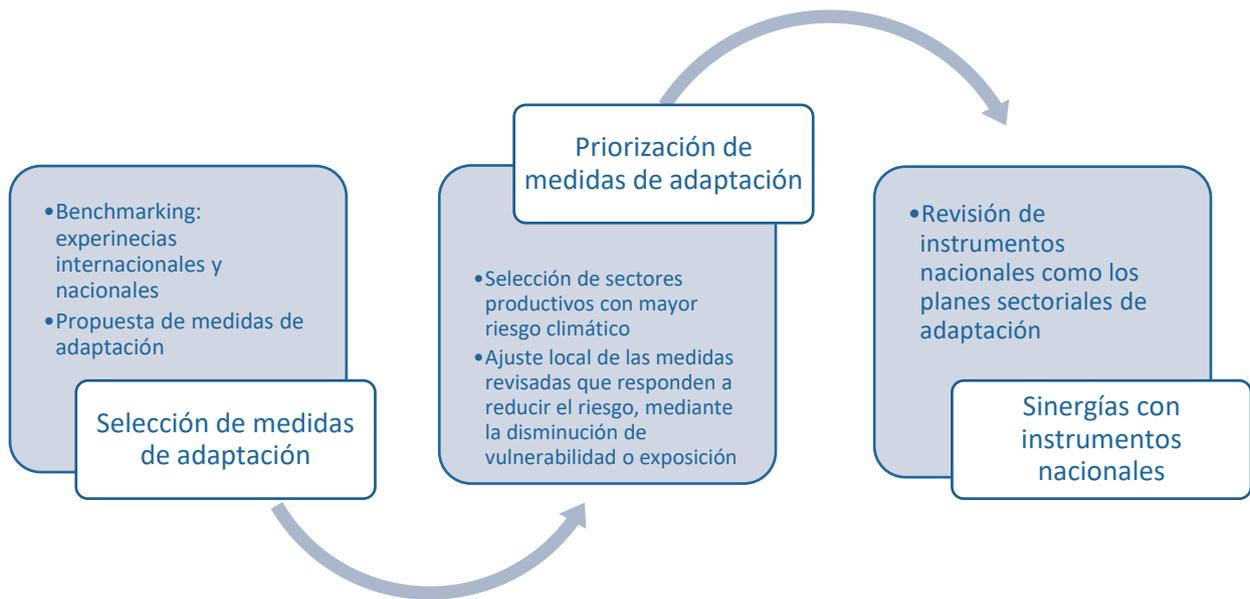
### 5.1. Metodología

El cambio climático expone a las personas, a las sociedades, a los sectores económicos y a los ecosistemas a diversos tipos de riesgo. Cuando hablamos de riesgo en este contexto, nos referimos a las posibles consecuencias en situaciones en las que algo de valor está en peligro y cuyo desenlace es incierto (IPCC 2014). De esta forma, los riesgos asociados al cambio climático surgen de la interacción entre un peligro o amenaza (provocado por un fenómeno o tendencia relacionados con el cambio climático), la exposición (la presencia de personas, medios de subsistencia, servicios y recursos ambientales, infraestructura, activos económicos, sociales o culturales en lugares que podrían verse afectados negativamente) y la vulnerabilidad (la propensión o predisposición a verse afectado negativamente).

Llevando en consideración este abordaje, los procesos de adaptación deben partir por conocer quiénes son los agentes, sistemas o estructuras más vulnerables y, a partir de ello, determinar aquello que está en riesgo y para lo cual corresponde implementar medidas que reduzcan o eviten esos riesgos. Para eso, se analiza si determinada población o sistema es vulnerable al cambio climático y se identifica, además, cuáles son los peligros asociados al cambio climático ante las que es vulnerable, como sequías, heladas u otros eventos climáticos. Posteriormente y una vez analizada la información sobre la condición de vulnerabilidad, se trabaja en la formulación de las medidas de adaptación apropiadas a cada realidad. Se debe llevar en consideración la necesidad o la pertinencia de actuar a través de todos los medios de intervención necesarios, tales como institucionalidad y gobernanza, conciencia y fortalecimiento de capacidades, conocimiento científico, tecnología y financiamiento. Todo este proceso contribuye a la obtención de medidas y respuestas de adaptación robustas que permitan enfrentar los riesgos de los impactos del cambio climático y aprovechar sus oportunidades.

En ese sentido, la metodología que se abordar consiste en: (i) **selección de medidas de adaptación** mediante benchmarking internacional (ver Anexo 9.0 y el *Anexo 8.2 del Informe intermedio*) y propuesta de medidas de adaptación por el equipo técnico consultor; (ii) **priorización de medidas** considerando los sectores productivos prioritarios, es decir, los sectores que presentan un mayor nivel de riesgo climático y se deberá enfocar los medios necesarios para ser abordados; y (iii) **sinergias** con instrumentos nacionales como las NDC, el plan de adaptación nacional y sectoriales.

**Figura 2. Metodología de propuesta de medidas de adaptación**



Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacar, que el proceso de planificación e implementación de medidas de adaptación comprende de una metodología mucho más compleja, que comprende desde la evaluación de riesgos y vulnerabilidad del cambio climático, una correcta evaluación y priorización de opciones de adaptación, hasta el establecimiento de una Hoja de Ruta (ver Figura 3).

En ese sentido, la propuesta de medidas de adaptación de la presente consultoría comprende hasta el abordaje de la identificación de opciones de adaptación para sectores con mayor nivel de riesgo en la región y la comuna Coronel, puesto que, la priorización de medidas se deberá de evaluar mediante alguna técnica factibles de implementar, como el Análisis Costo – Beneficio (ACB), Análisis Multi Criterio (MCA), o Análisis de Costo – Efectividad (ACE). Donde la elección de la metodología a utilizar, dependerá de la cantidad y tipo de información con la que se cuenta, así como la consideración de criterios que evalúen la factibilidad técnica, económica y efectividad de reducción del riesgo asociado.

**Figura 3. Proceso de planificación e implementación de medidas de adaptación**


Fuente: Adaptado de (Climate &amp; Development Knowledge Network (CDKN) &amp; Environment, Ricardo Energy, 2018).

## 5.2. Medidas prioritizadas

En la presente sección se presentan las medidas de adaptación propuestas para los sectores prioritizados en el Capítulo 4. Estas se presentan tanto para la Región del Biobío como para la comuna de Coronel. En todos los casos, se ha considerado los riesgos estudiados en el ArClim. De esta manera, las medidas buscan reducir el riesgo de cada subsector considerando la eficacia y eficiencia de aplicación en el territorio logrando así, una mayor resiliencia en los sistemas evaluados. Adicionalmente, se han considerado las sinergias existentes entre las medidas de adaptación propuestas y las medidas de adaptación planteadas en diferentes instrumentos políticos como los planes de adaptación sectoriales y estrategias frente al cambio climático.

### 5.2.1. Región del Biobío

La Tabla 11 presenta todas las medidas de adaptación propuestas para los sectores prioritizados en la región de Biobío. Incluye, además, el riesgo asociado al que responde cada medida de adaptación con la finalidad de identificar la cadena de impacto relacionada. Para el sector **turismo**, se consideraron principalmente las cadenas de impacto asociadas a la pérdida de biodiversidad de fauna y flora cuyo riesgo presenta niveles críticos en toda la región, además de la pérdida de biomasa arbórea por incendios forestales y nieve en centros invernales. Todos estos contribuyen a disminuir el atractivo en diversas zonas turísticas que se sostienen del funcionamiento de ecosistemas que por lo que la mayoría de las medidas se orienta a conservar la flora y fauna que puedan contener estos ecosistemas.

Por su lado, las medidas del **sector forestal** están asociadas a disminuir el riesgo de pérdida de biomasa y verdor en plantaciones y bosques nativos. De hecho, la primera medida se enfoca en el fortalecimiento de

los sistemas de gestión contra incendios forestales debido a que la entidad encargada de llevar a cabo esta acción es la Corporación Nacional Forestal. Cabe mencionar que todas las medidas del sector forestal aplican además indirectamente al sector de manufactura ya que depende de éste. Las medidas de adaptación propuestas para el sector de **salud y bienestar** tienen la finalidad de disminuir el riesgo de ocurrencia de efectos adversos sobre la salud de las personas producto del aumento de las temperaturas. Dado que el elemento expuesto es la población, se plantea una medida que implica la interacción con las personas mediante difusión y capacitación. De la misma manera, la segunda medida propuesta guarda relación indirecta al sector de manufactura, pero en menor proporción. En el sector **vivienda y construcción** se proponen medidas relacionadas al recurso hídrico, ya que existe un alto riesgo de anegamientos en las zonas costeras e inundaciones. Así como habrá un exceso de lluvias, algunas experimentarán periodos de sequía, por lo tanto, plantean medidas que puedan responder a estos riesgos. Ambas medidas aplican además al sector de manufactura que se ve amenazado por eventos extremos de inundación y sequía.

Por otro lado, el sector de **manufactura** en la región está indirectamente afectado por los impactos sufridos por el sector forestal, de energía, de recursos hídricos y de salud y bienestar, entre otros. Esto se debe a los encadenamientos hacia adelante y hacia atrás que las actividades primarias desarrollan con el resto de la economía<sup>1</sup>. Debido a estas relaciones de dependencia, no se encontraron medidas específicas para el sector que no dependieran de las medidas definidas para las actividades primarias. Por ello, se presenta un enfoque en el recurso hídrico que es insumo vital en procesos productivos para manufactura de productos. Finalmente, las medidas del sector **energético** tienen la finalidad de aumentar la capacidad de respuesta del sector energético hídrico ya que es uno de los más relevantes en la región. Estas medidas también podrían aplicar indirectamente al sector de manufactura.

---

<sup>1</sup> CEPAL (2012). La Economía del Cambio Climático en Chile.

**Tabla 11. Medidas de adaptación priorizadas para la región de Biobío por sectores**

Sector	Subsector	Riesgo asociado	Medida	Objetivo	Instrumento Sinergia
Turismo	Turismo de montaña	El riesgo se define como la pérdida de nieve y atractivo turístico de alta montaña, específicamente en aquel relacionado con actividades en centros de esquí.	Mejora de la gestión de recursos de nieve y actividades deportivas invernales.	Impulsar el uso eficiente y sustentable del recurso nieve abriendo centros cuando no exista un déficit y considerando así todas las actividades productivas, además de actualizar periódicamente la disponibilidad total de nieve	<p><b>Plan de Adaptación y Mitigación al CC de los Servicios de Infraestructura</b></p> <p>→ Medida 6 (relacionada): Conocimiento actual y futuro de glaciares. Orientado al monitoreo de glaciares para hacer un uso más eficiente del recurso hídrico.</p> <p><b>Futuro “Plan de Adaptación al CC del Recurso Hídrico”<sup>2</sup></b></p> <p>→ Eje 5 (relacionado): Mantener y fortalecer el inventario, monitoreo y estudio de los glaciares.</p>
Turismo	Turismo de naturaleza	El riesgo evaluado es la pérdida del patrimonio turístico y paisaje natural por aumento de incendios forestales, específicamente en bosque nativo, evaluado a escala comunal	Implementación del sistema de vigilancia y control en Áreas Naturales Protegidas para reducir la vulnerabilidad ante los efectos climáticos y no climáticos	Gestionar los ecosistemas para garantizar la provisión de bienes y servicios de los ecosistemas en un contexto de cambio climático.	<p><b>Plan de Adaptación del Sector Turismo:</b></p> <p>→ Medida 13 (relacionada): Análisis de vulnerabilidad al cambio climático en al menos, 3 zonas de Interés Turístico (ZOIT), donde se debe considerar adoptar enfoque transversal con servicios ecosistémicos. Meta: 2020-2022</p> <p><b>Plan de Adaptación del Sector Biodiversidad:</b></p> <p>→ Medida 27 (relacionada): Protección de ecosistemas vulnerables al cambio climático en el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas del Estado (2014-2016).</p>
Turismo	Turismo de naturaleza	El riesgo se describe como los efectos adversos sobre la distribución de la biodiversidad de especies animales producto del cambio futuro de las condiciones de	Promoción de la creación de espacios para conservar y proteger a las especies de fauna amenazadas por el cambio climático	Velar por el cuidado de las especies de flora y ecosistemas vulnerables al cambio climático	<p><b>Plan de Adaptación del Sector Biodiversidad:</b></p> <p>→ Medida 16 (relacionada): Conservación de la biodiversidad y prevención de impactos del cambio climático, a través de un sistema para distinguir destinos turísticos sustentables (<i>no presenta plazo fijo</i>).</p>

<sup>2</sup> Plan de Adaptación para los Recursos Hídricos aún se encuentra en proceso elaboración. <https://mma.gob.cl/cambio-climatico/plan-de-adaptacion-para-los-recursos-hidricos/>

Sector	Subsector	Riesgo asociado	Medida	Objetivo	Instrumento Sinergia
		precipitación promedio anual en Chile continental.			→ <i>Medida 50</i> (cruce): programa de conservación ex situ de fauna como medida de resguardo frente al cambio climático (2014-2015).
Turismo	Turismo de naturaleza	El riesgo se describe como los efectos adversos sobre la distribución de la biodiversidad de especies de flora producto del cambio futuro de las condiciones de precipitación promedio anual en Chile continental.	Implementación de prácticas ancestrales en comunidades campesinas y nativas en el uso sostenible de los bienes y servicios de los ecosistemas para adaptarse a los efectos del cambio climático	Velar por el cuidado de las especies de flora y ecosistemas vulnerables al cambio climático	<b>Plan de Adaptación del Sector Biodiversidad:</b> → <i>Medida 24</i> (relacionada): Fomento de infraestructura verde en áreas urbanas y periurbanas como mecanismo de adaptación al cambio climático y bienestar social
Forestal	Silvicultura y extracción de madera	Incendios en Plantaciones Forestales: El riesgo se define como la probabilidad de ocurrencia de incendios y las amenazas expresadas en las olas de calor.	Fortalecimiento de procesos de la gestión del riesgo de incendios forestales con enfoque de paisaje en un contexto de cambio climático	Gobierno Nacional, Gobiernos Regionales y Gobiernos Locales, implementan los procesos de la gestión del riesgo con enfoque de paisaje para reducir los incendios forestales en un contexto de cambio climático	<b>Plan de Adaptación al Cambio Climático en Ciudades:</b> → <i>Medida 29</i> (relacionado): Implementación de las medidas de acción de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales de Chile (ENCCRV 2017-2025) aportantes al Plan de Adaptación al Cambio Climático para Ciudades. Una de sus acciones es la realización de un Programa de silvicultura preventiva contra incendios forestales en interfaz urbana-rural ( <i>hasta el 2025</i> ).
Forestal	Silvicultura y extracción de madera	Verdor en Plantaciones Forestales: El riesgo se define como el efecto potencial de los cambios en el clima sobre el vigor o verdor de las plantaciones forestales a nivel comunal. El vigor o verdor representa la abundancia de clorofila en las hojas.	Implementación de prácticas sostenibles para la conservación de ecosistemas en cuencas hidrográficas del ámbito de las Áreas Naturales Protegidas vulnerables a eventos climáticos extremos.	Gestionar ecosistemas para garantizar la provisión de bienes y servicios ecosistémicos en un contexto de cambio climático.	<b>Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Silvoagropecuario:</b> → <i>Medida 16</i> (relacionada): Desarrollar nuevos métodos silviculturales que permitan enfrentar al cambio climático ( <i>permanente</i> ). → <i>Medida 10</i> (relacionada): Apoyo a la investigación y fomento de la innovación en gestión de recursos hídricos en el sector silvoagropecuario.

Sector	Subsector	Riesgo asociado	Medida	Objetivo	Instrumento Sinergia
					Orientado al uso eficiente a nivel de cuenca hidrográfica ( <i>permanente</i> ).
Salud y Bienestar	Salud	Los efectos adversos sobre la salud humana (mortalidad y morbilidad) generados por las olas de calor en distintas comunas del país, considerando condiciones climáticas, sociales e institucionales históricas y futuras.	Difusión y capacitación de prácticas saludables a la población vulnerable ante la exposición a temperaturas extremas provocadas por efectos del cambio climático.	Poblaciones vulnerables adoptan prácticas saludables ante la exposición a temperaturas extremas provocadas por efectos del cambio climático.	<p><b>Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Salud</b></p> <p>→ <i>Medida 3</i> (relacionada): Capacitación inicial a nivel regional sobre la temática de cambio climático (2016 – 2020).</p> <p>→ <i>Medida 4</i> (relacionada): Asistencia anual de representantes de departamentos y unidades a instancias internacionales de difusión (2016 – 2020).</p> <p>→ <i>Medida 11</i> (relacionada): Incorporación de un nuevo eje temático en el Departamento de Promoción de la Salud y Participación Ciudadana destinado a la consideración de los impactos esperados en la salud a causa del cambio climático, además de alimentación saludable, humo y tabaco y actividad física (2016 – 2017).</p> <p><b>Plan de Adaptación al Cambio Climático en Ciudades:</b></p> <p>→ <i>Medida 10</i>: Desarrollar e implementar, en coordinación con la autoridad sanitaria, programas específicos de prevención y fomento de la salud urbana en el contexto de los riesgos del cambio climático.</p>
Salud y Bienestar	Salud y Bienestar	El riesgo asociado al impacto de la intensidad del fenómeno de isla de calor urbana (ICU) para condiciones históricas y futuras junto a su cambio	Implementación de infraestructura verde con baja capacidad de albedo y disminución de absorción de energía solar.	Ciudades se construyen con infraestructura verde en edificaciones relevantes localizadas en centros urbanos altamente densificados.	<p><b>Plan de Adaptación al CC Sector Salud</b></p> <p>→ <i>Medida 14</i> (relacionada): Diagnóstico sobre la infraestructura de los servicios asistenciales de salud y su capacidad de respuesta ante la ocurrencia de eventos extremos. Puede ser parte</p>

Sector	Subsector	Riesgo asociado	Medida	Objetivo	Instrumento Sinergia
					de las acciones iniciales para la implementación de la medida propuesta (2016 – 2020). <b>Plan de Adaptación al CC en Ciudades</b> → <i>Medida 10</i> (relacionado): Impulsar proyectos de infraestructura verde en ciudades (2018-2022). → <i>Medida 14</i> (cruce): Desarrollar edificación pública sustentable (2018-2022). → <i>Medida 22</i> (relacionado): Estudiar el impacto de las olas de calor sumado al efecto de islas de calor urbanas (2018-2022).
Vivienda y Construcción	Vivienda	El riesgo sobre las condiciones de las viviendas y servicios críticos asociados a inundaciones por desborde de colectores de aguas lluvia, considerando condiciones climáticas, sociales e institucionales históricas y futuras.	Implementación del monitoreo y vigilancia de la cantidad de los recursos hídricos en cuencas vulnerables ante el Cambio Climático	Asegurar la oferta de agua en cantidad y oportunidad para los usuarios multisectoriales en cuencas vulnerables al cambio climático.	<b>Plan de Adaptación y Mitigación al CC de los Servicios de Infraestructura</b> → <i>Medida 7</i> (relacionada): Mejoras en monitoreo de caudales extremos (40% de estaciones instaladas al 2022)
Vivienda y Construcción	Vivienda y construcción	Los efectos adversos sobre la seguridad hídrica doméstica rural generadas por la sequía meteorológica en distintas comunas del país, considerando condiciones climáticas, sociales e institucionales históricas y futuras.	Implementación de infraestructura redundante en los sistemas de abastecimiento de agua rural con mayor vulnerabilidad al cambio climático.	Asegurar los sistemas de abastecimiento de agua rural a la población frente a los efectos del cambio climático.	<b>Plan de Adaptación y Mitigación al CC de los Servicios de Infraestructura</b> → <i>Medida 23</i> (relacionada): Incorporación de innovación tecnológica en adaptación y adaptación y mitigación al Cambio Climático (30% de iniciativas de innovación implementadas al 2022) → Medida 21

Sector	Subsector	Riesgo asociado	Medida	Objetivo	Instrumento Sinergia
Manufactura	Manufactura	La sequía hidrológica contempla un aumento de la frecuencia de los caudales bajos y la disminución en la magnitud de los caudales extremos bajos	Impulsar el uso y consumo eficiente del recurso agua para la actividad manufacturera	Reducir el consumo de agua en la manufactura de productos, considerando en una menor disponibilidad del recurso a futuro.	<p><b>Futuro “Plan de Adaptación al CC del Recurso Hídrico”</b></p> <p>→ Eje 3: Prevenir y enfrentar la escasez del recurso hídrico</p> <p>→ Eje 8: Reutilización del recurso</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025.</b></li> <li>• <b>Política Nacional para los Recursos Hídricos 2015.</b></li> </ul> <p><b>Compromisos NDC 2020, Eje de Adaptación</b></p>
Manufactura	Manufactura	La sequía hidrológica contempla un aumento de la frecuencia de los caudales bajos y la disminución en la magnitud de los caudales extremos bajos	Fomentar el uso y consumo eficiente de agua para las actividades primarias (ej. agricultura, ganadería)	Reducir la demanda de agua de las actividades primarias, considerando en una menor disponibilidad del recurso a futuro.	<p><b>Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Silvoagropecuario:</b></p> <p>→ <i>Medida 18</i> (relacionada): Implementación de sistemas de cosecha de agua lluvia para riego y bebida (<i>permanente</i>).</p> <p>→ <i>Medida 10</i> (relacionada): Apoyo en la investigación y fomento a la innovación en gestión de recursos hídricos en el sector silvoagropecuario (<i>permanente</i>).</p> <p><b>Futuro “Plan de Adaptación al CC del Recurso Hídrico”</b></p> <p>→ Eje 3: Prevenir y enfrentar la escasez del recurso hídrico</p> <p>→ Eje 8: Reutilización del recurso</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Protocolo de Agricultura Sustentable</b></li> <li>• <b>Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025.</b></li> <li>• <b>Política Nacional para los Recursos Hídricos 2015.</b></li> </ul> <p><b>Compromisos NDC 2020, Eje de Adaptación</b></p>

Sector	Subsector	Riesgo asociado	Medida	Objetivo	Instrumento Sinergia
Energético	Hidráulica	El riesgo de aumento de los costos marginales del sistema eléctrico asociado a la disminución del recurso hídrico de las principales plantas de generación hidroeléctrica del país por los efectos del cambio climático	Fortalecimiento de la institucionalidad de los sectores hidráulicos para la gestión del agua de uso energético en cuencas hidrográficas vulnerables al cambio climático.	Operadores de Infraestructura Hidráulica auto gestionan sus sistemas hidráulicos considerando acciones de adaptación ante el cambio climático	<p><b>Estrategia Nacional de Energía</b></p> <p>Se recalcan los siguientes aspectos relacionados a la estrategia:</p> <p>→ <i>Despegue de energías renovables no convencionales</i> (Sección II): Creación de una nueva institucionalidad de carácter público para promover y facilitar condiciones para establecimiento de Energías Renovables en Chile.</p> <p>→ <i>Rol de Energías tradicionales, Recurso Hídrico</i> (Sección III): Para el desarrollo de la energía hidroeléctrica en el país, es necesario revisar los procesos de transparencia de información y fortalecer el trabajo con comunidades locales.</p>
Energético	Solar	Cambio de los costos marginales del sistema eléctrico asociado a la variación de radiación media percibida por las centrales de generación solar de nuestro país por el efecto del cambio climático.	Promoción de la implementación de infraestructura de protección en la generación, transmisión y distribución de electricidad ante los impactos de peligros asociados al cambio climático en cuencas hidrográficas vulnerables.	Agentes del sector en la generación de energía incrementan su capacidad para la sostenibilidad del suministro del servicio de electricidad en cuencas hidrográficas vulnerables al cambio climático	<p><b>Estrategia Nacional de Energía</b></p> <p>Se recalcan los siguientes aspectos relacionados a la estrategia:</p> <p>→ <i>Nuevo enfoque en transmisión</i> (Sección 4):</p> <p>(1) Planificación de sistemas de transmisión y dimensionamiento de redes dada la importancia de la infraestructura de la transmisión eléctrica y;</p> <p>(2) Facilitar la conexión para pequeños medios de generación y redes inteligentes.</p>

Fuente: Elaboración propia

### 5.2.2. Comuna de Coronel

Las medidas de adaptación priorizadas para la comuna de Coronel se presentan en la Tabla 12. Las medidas a nivel comunal del sector **turismo** guardan cierta relación con las propuestas para la región debido al riesgo de pérdida de fauna y flora por cambios en la precipitación y temperatura, las cuales terminan afectando el turismo de naturaleza en distintas áreas naturales protegidas como no protegidas. Además, se toma en cuenta el potencial del borde costero como atractivo turístico en una de las medidas propuestas.

Al igual que para la región de Biobío, el sector de **manufactura** en la comuna de Coronel está indirectamente afectado por los impactos sufridos por otros sectores primarios. Debido a esto, las medidas aplicadas a los otros sectores tienen un efecto positivo también en el sector de manufactura y se realiza un enfoque en el recurso hídrico relevante en los procesos productivos de las instalaciones que pertenecen a los parques industriales de Coronel. A diferencia del caso regional, el sector agrícola y ganadero no está tan desarrollado en esta comuna, por lo que no se consideró dicha actividad para las medidas del caso comunal. Por otro lado, la **pesca** fue una actividad priorizada en la comuna de Coronel por la relevancia que presenta a nivel regional y nacional, la cual se ve amenazada por el aumento de la cota de inundación del mar. Las medidas están dirigidas a disminuir tal riesgo en las principales caletas de la pesca, especialmente la artesanal.

Para el sector **forestal** se plantearon medidas de adaptación que responden a los riesgos de pérdida de biomasa y verdor de plantaciones, las mismas que están orientadas a mejorar la gestión de riesgos mediante actividades de control y fiscalización de los elementos vulnerables, en este caso, los bosques. Las medidas de este sector son indirectamente aplicables al sector manufactura debido a que en Coronel, existen múltiples centros de procesamiento de recursos maderables para fabricación de productos de madera y de papel/celulosa.

Por último, las medidas propuestas para el sector **vivienda y construcción** se orientan a disminuir el riesgo de anegamientos en el borde costero de Coronel, que resultó ser alto según el análisis de riesgos. Adicionalmente, a salvaguardar la seguridad hídrica que termina afectando a distintos sectores productivos, y no solo el bienestar de la población.

**Tabla 12. Medidas de adaptación priorizadas para la comuna de Coronel por sectores**

Sector	Subsector	Riesgo asociado	Medida	Objetivo	Instrumento Sinergia
Turismo	Turismo litoral	Las playas actúan como un sistema de protección natural, donde la acción conjunta del oleaje, la marea astronómica y otros fenómenos climáticos actúa erosionando y/o depositando el sedimento disponible.	Aumentar la resiliencia en sectores vulnerables a través del desarrollo de capacidades para el desarrollo social.	Rescatar y adoptar buenas prácticas en playas e incentivar proyectos integrales para la adaptación al cambio climático del sector.	<p><b>Plan de Adaptación al CC del Sector Turismo:</b></p> <p>→ <i>Medida 17</i> (cruce): Difusión de recomendaciones de conductas responsables con el cambio climático por parte de los turistas y de la comunidad (2022-2024).</p> <p>→ <i>Medida 21</i> (relacionada): Gestión para la ejecución de los proyectos identificados en el Plan Especial de Infraestructura MOP de Apoyo al Turismo Sustentable a 2030, como contribuyentes a la adaptación al cambio climático (2021 – 2024).</p>
Turismo	Turismo de naturaleza	El riesgo evaluado es la pérdida del patrimonio turístico y paisaje natural por aumento de incendios forestales, específicamente en bosque nativo, evaluado a escala comunal.	Fortalecimiento de procesos de la gestión del riesgo de incendios forestales con enfoque de paisaje en un contexto de cambio climático	Gobierno Nacional, Gobiernos Regionales y Gobiernos Locales, implementan los procesos de la gestión del riesgo con enfoque de paisaje para reducir los incendios forestales en un contexto de cambio climático	<p><b>Plan de Adaptación al Cambio Climático en Ciudades:</b></p> <p>→ <i>Medida 29</i> (relacionado): Implementación de las medidas de acción de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales de Chile (ENCCRV 2017-2025) aportantes al Plan de Adaptación al Cambio Climático para Ciudades. Una de sus acciones es la realización de un Programa de silvicultura preventiva contra incendios forestales en interfaz urbana-rural (<i>hasta el 2025</i>).</p>
Turismo	Turismo de naturaleza	los efectos adversos sobre la distribución de la biodiversidad de especies animales producto del cambio futuro de las	Implementar programas para conservar y proteger a las especies	Velar por el cuidado de las especies de flora y ecosistemas vulnerables al cambio climático	<p><b>Plan de Adaptación del Sector Biodiversidad:</b></p> <p>→ <i>Medida 16</i> (relacionada): Conservación de la biodiversidad y prevención de impactos del cambio climático, a través de</p>

Sector	Subsector	Riesgo asociado	Medida	Objetivo	Instrumento Sinergia
		condiciones de precipitación promedio anual en Chile continental. La información se presenta a nivel comunal	de fauna amenazadas por el cambio climático		un sistema para distinguir destinos turísticos sustentables ( <i>no presenta plazo fijo</i> ). → <i>Medida 50</i> (cruce): programa de conservación ex situ de fauna como medida de resguardo frente al cambio climático (2014-2015).
Turismo	Turismo de naturaleza	Los efectos adversos sobre la distribución de la biodiversidad de especies de flora producto del cambio futuro de las condiciones de precipitación promedio anual en Chile continental. La información se presenta a nivel comunal	Implementación de prácticas tecnológicas en el uso sostenible de los bienes y servicios de los ecosistemas para adaptarse a los efectos del cambio climático	Velar por el cuidado de las especies de flora y ecosistemas vulnerables al cambio climático	<b>Plan de Adaptación del Sector Biodiversidad:</b> → <i>Medida 27 (relacionada)</i> : Protección de ecosistemas vulnerables al cambio climático en el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas del Estado (2014-2016).
Manufactura	Manufactura (transversal)	La sequía hidrológica contempla un aumento de la frecuencia de los caudales bajos y la disminución en la magnitud de los caudales extremos bajos	Fomentar el aumento de eficiencia en el consumo de agua para la actividad manufacturera	Reducir el consumo de agua en la manufactura de productos, pensando en una menor disponibilidad del recurso a futuro.	<b>Futuro “Plan de Adaptación al CC para los Recursos Hídricos”</b> → <i>Eje 1</i> : Gestión sustentable del recurso hídrico, que permita su adecuada protección en cantidad y calidad de aguas. → <i>Eje 3</i> : Prevenir y enfrentar la escasez del recurso hídrico • <b>Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025.</b> • <b>Política Nacional para los Recursos Hídricos 2015.</b> <b>Compromisos NDC 2020, Eje de Adaptación</b>
Pesca	Pesca de mar	Aumento del potencial erosivo debido a los cambios de la cota de	Mejoramiento de infraestructura pesquera	Reducir el riesgo de daño a la infraestructura pesquera (i.e. caletas) debió a la	<b>Plan de Adaptación al CC Sector Pesca y Acuicultura</b> → <i>Medida 25</i> (cruce): Adaptación de la infraestructura portuaria de la pesca

Sector	Subsector	Riesgo asociado	Medida	Objetivo	Instrumento Sinergia
		inundación en el clima del futuro		erosión de playas y el aumento del nivel del mar.	artesanal a los posibles impactos del cambio climático (2016 en adelante). <b>Plan de Adaptación y Mitigación al CC de los Servicios de Infraestructura</b> → <i>Medida 3</i> (relacionada): Incorporación de cambios metodológicos en la etapa de desarrollo de obras de infraestructura en zonas costeras (2018-2022).
Forestal	Silvicultura y extracción de madera	El efecto potencial de los cambios en el clima sobre el vigor o verdor de las plantaciones forestales a nivel comunal.	Implementación de acciones de control, vigilancia y fiscalización en bosques, para reducir la vulnerabilidad ante los efectos climáticos y no climáticos.	Áreas forestales conservadas y recuperadas cuentan con un adecuado manejo forestal y de fauna silvestre, reducen los riesgos ante los efectos del cambio climático y garantizan los servicios ecosistémicos de bosques y otros de vegetación silvestre.	<b>Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Silvoagropecuario:</b> → <i>Medida 6</i> (relacionada): Adoptar sistemas de alerta y control integrado de plagas y enfermedades. Considera tanto prevención y manejo de enfermedades agrícolas como forestales ( <i>permanente</i> ).
Forestal	Silvicultura y extracción de madera	El riesgo a incendios en plantaciones forestales a nivel comunal y cobertura nacional, para condiciones históricas y futuras junto a su cambio.	Implementación de un sistema de vigilancia y control de incendios en bosques naturales y plantaciones forestales con riesgo ante eventos climáticos extremos	Usuario(as) del bosque implementan acciones de manejo integrado de incendios en bosques naturales y plantaciones forestales para reducir los riesgos ante eventos extremos climáticos.	<b>Plan de Adaptación del Sector Silvoagropecuario:</b> → <i>Medida 14</i> (relacionada): Desarrollar sistemas de monitoreo permanente de cambios potenciales en la productividad. Implica el cálculo de riesgos en base a modelos validados y con la finalidad de prevenir problemas emergentes ( <i>anual permanente</i> ).
Vivienda y Construcción	Vivienda	El riesgo de mayor anegamiento de asentamientos costeros	Implementación de Sistemas de Alerta Temprana	Cuencas vulnerables ante el Cambio Climático incrementan la oferta de	<b>Plan de Adaptación al CC Sector Salud</b> → <i>Medida 13</i> (relacionada): Reevaluar las matrices de riesgo regionales considerando

Sector	Subsector	Riesgo asociado	Medida	Objetivo	Instrumento Sinergia
		por efectos del cambio climático.	ante inundaciones, y anegamientos en bordes costeros vulnerables al cambio climático.	agua en cantidad, calidad y oportunidad para los usuarios multisectoriales.	<p>los riesgos en la salud asociados al cambio climático. Los ítems requeridos en la evaluación son las inundaciones, crecidas, marejadas, y tiene implicancia en el desarrollo de planes de emergencia (2016 – 2017).</p> <p><b>Plan de Adaptación y Mitigación al CC de los Servicios de Infraestructura</b></p> <p>→ <i>Medida 5</i> (relacionada): Generar programas de protección del territorio frente a lluvias intensas: evacuación y drenaje de aguas, y manejo de cauces (40% de regiones cuentan con un programa al 2022).</p> <p><b>Plan de Adaptación al CC en Ciudades:</b></p> <p>→ <i>Medida 20</i> (relacionada): Fortalecer el sistema de gobernanza del sistema de alerta temprana a escalas subnacionales ante riesgos de desastres vinculados al cambio climático (2018-2022)</p>
Vivienda y Construcción	Vivienda y construcción	Los efectos adversos sobre la seguridad hídrica urbana a nivel doméstico generados por la sequía meteorológica en distintas comunas del país, considerando condiciones climáticas, sociales e institucionales históricas y futuras.	Modernización del otorgamiento de derechos de uso de agua en cuencas vulnerables incorporando escenarios climáticos.	Los usuarios multisectoriales de la cuenca usan el agua de manera eficiente y sostenible.	<p><b>Plan de Adaptación y Mitigación al CC de los Servicios de Infraestructura</b></p> <p>→ <i>Medida 2</i> (relacionada): Incorporación de cambios metodológicos en las etapas de desarrollo de obras de infraestructura asociadas a la provisión de recursos hídricos: embalses de regadío (2018-2022).</p>

Fuente: Elaboración propia

## 6. Propuesta de medidas de mitigación

Esta sección aborda una propuesta de medidas de mitigación que responden al contexto actual de fuentes de emisiones de GEI en la Región del Biobío y la comuna de Coronel, analizando la sinergia de dichas medidas propuestas con otros instrumentos nacionales ligado a la mitigación del cambio climático, tales como las NDC Chile 2020 y el Programa para la Recuperación Ambiental y Social (PRAS) de Coronel, así mismo buscando sinergia con los sectores productivos propuestos preliminarmente.

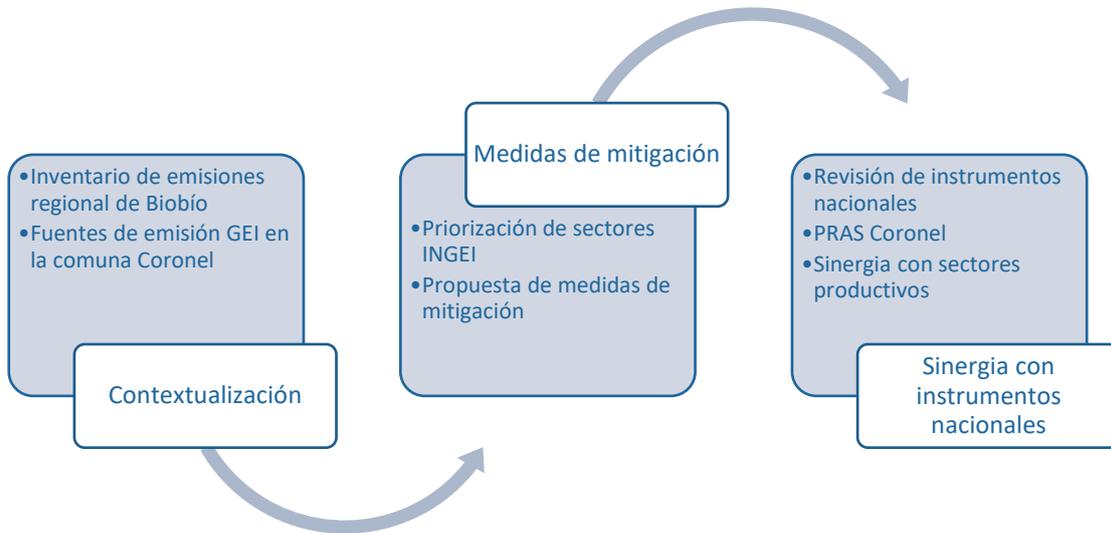
### 6.1. Metodología

Gracias al proceso descrito por IPCC es posible apreciar cómo la mitigación de gases de efecto invernadero (GEI) ha sido un tema de gran relevancia, que ha ido poco a poco incorporándose en la planificación del país, sus regiones y comunas, a través de diversos planes, programas y proyectos en los tres niveles de gobierno. Sin embargo, aún hay un camino por recorrer, como lo muestra las medidas presentadas en este capítulo como parte de la planificación hacia la agenda 2030.

La mitigación de GEI es un tema que adquiere cada vez mayor relevancia, no solo por aspectos de competitividad económica y soluciones ambientales, sino además porque es un tema de implicancia global que afecta al ser humano, sus actividades y permanencia en el tiempo. No es en vano que el IPCC haya publicado (IPCC, 2019) un Reporte Especial sobre Calentamiento Global de 1.5°C, en el cual manifiesta que, incluso cumpliendo con el total de ambiciones definidas por los países en el marco del Acuerdo de París, estas no limitarían el calentamiento global a 1.5°C, así se complementen con aumentos muy desafiantes en la escala y la ambición de las reducciones de emisiones después del 2030. Por lo tanto, la disminución de dióxido de carbono solo se puede lograr si las emisiones globales de CO<sub>2</sub> comienzan a disminuir mucho antes de 2030.

En ese sentido, el desarrollo de la propuesta de medidas de mitigación parte de la identificación de actividades contribuyentes a las emisiones de GEI a los cuales se deberá poner foco para promover esfuerzos para reducir o limitar dichas emisiones. En primer lugar, se evalúa las fuentes de emisiones de la región mediante el Inventario Regional de GEI (IRGEI) y búsqueda de información sobre las fuentes de emisiones representativas en la comuna de Coronel. En base a ello, se obtuvo la priorización de sectores INGEI, es decir, se considerará para la propuesta de medidas los sectores que mayor aporte de emisiones genere en la región; para llevar a cabo las propuestas de medidas de mitigación obtenidas a través del benchmarking internacional y nacional, así como de la experiencia del equipo consultor.

Adicionalmente, al igual que la propuesta de las medidas de adaptación, se identifica las sinergias existentes con los instrumentos nacionales, tales como las NDC y el PRAS de Coronel. Por otro lado, se identifica, las sinergias con los sectores productivos trabajados en la presente consultoría.

**Figura 4. Metodología para la propuesta de medidas de mitigación**


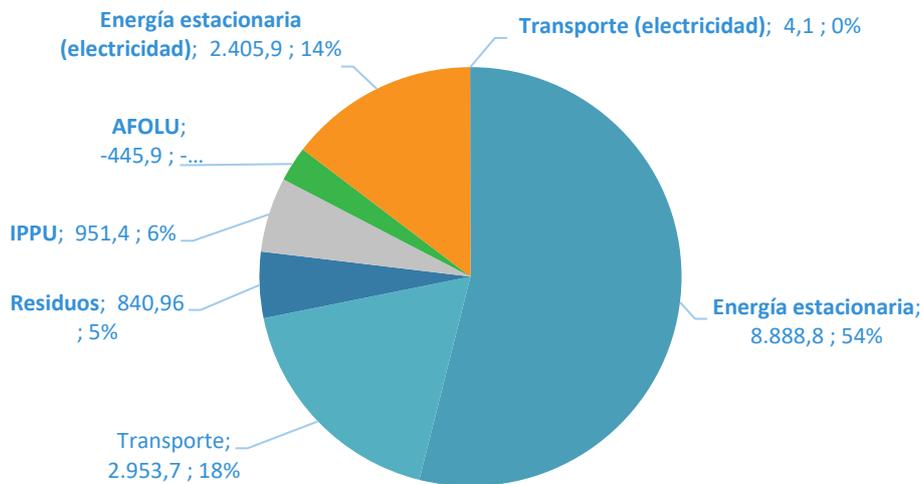
Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacar, que el proceso de formulación de medidas de mitigación, es un proceso complejo que involucra, entre otras acciones, la factibilidad técnica de las medidas sobre la cuantificación de reducción y/o absorción de emisiones para cada proyecto propuesto, por ejemplo, la curva de costos marginales de abatimiento (MACC), la cual permite identificar qué medidas son más rentables por tonelada de carbono. Esto implica un estudio más detallado, que permitirá a la región tomar la mejor vía para la reducción significativa de sus emisiones de gases de efecto invernadero en sus principales fuentes de emisión

## 6.2. Contextualización

### 6.2.1. Inventario de emisiones regional

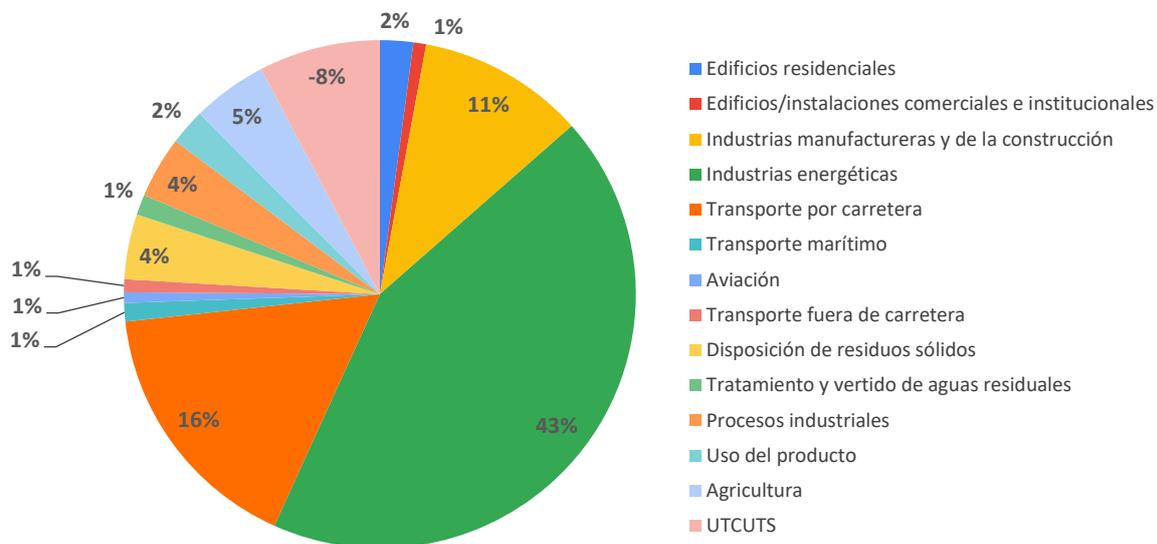
A partir del Inventario Regional de GEI (IRGEI) elaborado por el Sistema Nacional de Inventarios de GEI de Chile (MMA, 2019) es posible identificar los sectores que generan más emisiones de GEI a nivel regional. En Biobío, se emitieron 15.579 ktonCO<sub>2</sub> el año 2018. La distribución de las emisiones por sectores INGEI se presentan en el Gráfico 1. Distribución de las emisiones de GEI de la Región del Biobío por sectores, donde claramente se visibiliza que los sectores con mayores emisiones directas de GEI a la atmósfera son a partir de la energía estacionaria (54%) y transporte (18%).

**Gráfico 1. Distribución de las emisiones de GEI de la Región del Biobío por sectores**


\* (Sector, emisiones de CO<sub>2</sub>eq. en kton., porcentaje)

Fuente: Elaboración propia a partir del IRGEI Chile (MMA, 2019).

Del total de emisiones, 13.189 ktonCO<sub>2</sub> corresponden a emisiones de Alcance 1, mientras que el restante a emisiones de Alcance 2. Es importante dejar claro que las emisiones de Alcance 1 son emisiones directas que se producen durante la quema de los combustibles, mientras que las emisiones de alcance dos son generadas por la electricidad consumida y por lo tanto, son emisiones indirectas. El Anexo 6 y Anexo 7 presenta la cantidad de CO<sub>2</sub>eq emitido por sectores y subsectores del INGEI que se dieron en la región para el mismo año, clasificado por dos tipos de alcance. Como se observa en la distribución de emisiones de alcance 1 por sector del Gráfico 2, la *industria energética* es la que más aporta en emisiones de GEI con un 40%, seguido del *subsector transporte por carretera* y la *industria manufacturera y de la construcción* con 16% y 11%, respectivamente.

**Gráfico 2. Emisiones de GEI (tCO<sub>2</sub>eq.) - Alcance 1**


Fuente: Elaboración propia a partir del IRGEI Chile (MMA, 2019).

Estos resultados son coincidentes con que en la región aún existan plantas termoeléctricas que utilizan no solamente carbón para la generación de electricidad, si no también otros combustibles como el petróleo diésel. La provincia de Biobío concentra las únicas 4 centrales a base de diésel en la comuna de Cabrero, mientras que 5 plantas térmicas de biomasa se encuentran distribuidas en las tres provincias<sup>3</sup>. Ahora bien, cabe resaltar que existen proyectos en cartera de plantas con uso de biomasa forestal, las cuales siguen siendo combustibles con capacidad de emitir GEI, sin embargo, menos contaminantes que el carbón y el diésel. Por otro lado, según el Inventario de Emisiones de Fuentes Móviles de ámbito Urbano (IEFMU) entre los años 2012 y 2018 se ha observado que el mayor contribuyente a emisiones de GEI del sector transporte en Gran Concepción son los vehículos particulares con casi 500.000 tCO<sub>2</sub>/año, seguido del comercial y buses urbanos, ambos con 300 tCO<sub>2</sub>/año<sup>4</sup>. Cabe mencionar que el principal modo de transporte público en la región son los buses, a excepción de la comuna de Los Ángeles, donde se transportan principalmente en taxi colectivo<sup>5</sup>.

En cuanto al sector *Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura* (UTCUTS), son responsables de la absorción del 8% de las emisiones totales de GEI en la región. Como se ha mencionado en la Sección 4.2, el sector forestal es de amplia importancia porque la gran cantidad de hectáreas de plantaciones y de bosque nativos. En efecto, el estudio *Emisión de CO<sub>2</sub> y pérdida de biomasa, asociada a la ocurrencia de incendios forestales en la Región del Biobío, Chile: Una aproximación desde Servicios Ecosistémicos* (2018) estimó que la pérdida de capacidad de captura entre el año 1984 y 2016 corresponde a 105 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>.

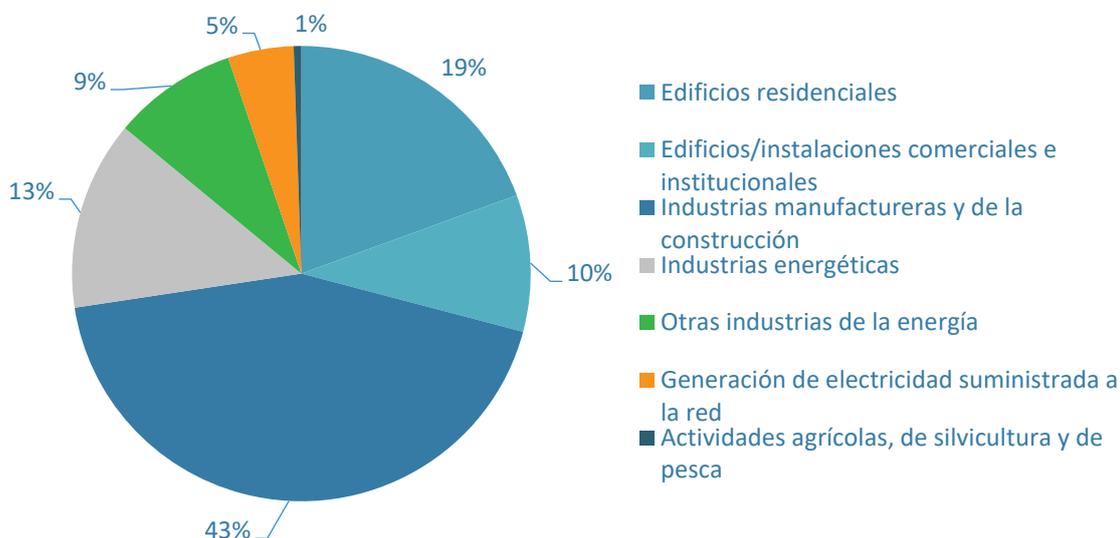
<sup>3</sup> <https://resumen.cl/articulos/mapa-proyectos-y-centrales-termoelectricas-en-el-bio-bio-y-nuble>

<sup>4</sup> [https://euroclimaplus.org/images/2020/MU/00\\_Micrositios/03\\_NUMP\\_Chile/IEFMU-InformeFinal.pdf](https://euroclimaplus.org/images/2020/MU/00_Micrositios/03_NUMP_Chile/IEFMU-InformeFinal.pdf)

<sup>5</sup> <http://www.dtrp.gob.cl/pdf/MenuSuperior/Planes/PlanBiobio.pdf>

En contraste con lo anterior, el Gráfico 3. Emisiones de GEI (tCO<sub>2</sub>eq.) - Alcance 2 evidencia que las industrias manufactureras y de la construcción es la que mayor consumo eléctrico tiene (43%), seguido por los edificios residenciales(19%), las industrias energéticas (13%) y los edificios comerciales e institucionales (10%).

**Gráfico 3. Emisiones de GEI (tCO<sub>2</sub>eq.) - Alcance 2**



Fuente: Elaboración propia a partir del IRGEI Chile (MMA, 2019).

## 6.2.2. Fuentes de emisión de GEI: Comuna Coronel

En Chile no existe un inventario de emisiones a nivel comunal que permita identificar las fuentes de emisión de GEI más significativas en Coronel, sin embargo, se puede realizar un diagnóstico preliminar mediante la caracterización de ciertas actividades productivas que tienen un mayor potencial para generar estas emisiones.

### 6.2.2.1. Industrias energéticas

En la comuna de Coronel existen dos centrales termoeléctricas de carbón en funcionamiento: Santa María Unidad 1 (Colbún S.A.) y Bocamina Unidad 2 (Enel Generación Chile S.A.). Si bien las unidades generadoras de estos dos complejos con potencias instaladas de 350 MW inyectan una gran cantidad de electricidad al Sistema Interconectado Nacional (SIN), fueron catalogados como los establecimientos más contaminantes en Concepción que llegaron a generar emisiones de 2.526.531 y 1.606.857 de toneladas de CO<sub>2</sub>, respectivamente<sup>6</sup>. Sin embargo, se sabe que, dentro del plan de retiro de centrales liderado por el Ministerio de Energía de Chile para descarbonizar la matriz energética chilena, la Unidad 1 del Complejo Bocamina cerró sus operaciones a inicios del año 2021<sup>7</sup>. De la misma manera, se espera que la Unidad 2 de este central cierre sus operaciones el primer semestre del año 2022 según lo planteado en el plan<sup>8</sup>. Respecto a la central termoeléctrica Santa María, ésta tiene un plan de cierre para el año 2040 que aún se encuentra sujeto a revisión<sup>9</sup>.

<sup>6</sup> <https://www.ecoroneel.cl/atlas-ambiental-de-coronel/medio-humano/contaminacion-y-peligros-de-origen-humano/emisiones-contaminantes-a-la-atmosfera/>

<sup>7</sup> <https://www.revistaenergia.com/23733/>

<sup>8</sup> <https://www.diarioconcepcion.cl/economia/2021/10/17/confirmado-bocamina-2-cierra-definitivamente-en-siete-meses-mas.html>

<sup>9</sup> <https://www.revistaei.cl/2020/05/28/coronel-celebra-el-cese-total-de-termoelectricas-bocamina-anunciado-por-enel/>

### 6.2.2.2. Transporte

El transporte terrestre es probablemente una de las fuentes de emisión de GEI más importantes debido a la cantidad de población que hay en la región (116.262 habitantes<sup>10</sup>), además que casi la totalidad de esta se encuentra en zona urbana. Cabe destacar que la comuna posee corredores de buses que permiten una gestión más ordenada y eficiente gracias a las vías especializadas de transporte público y privado. No obstante, las vías son alternadas con vías de tráfico mixto lo que no permite operar líneas de buses con estándares de capacidad y velocidad más eficientes<sup>11</sup>. De hecho, en el *PRAS Coronel* en la etapa de análisis de percepción de la comunidad se ha referido a una alta congestión vehicular dentro de la comuna como entre Coronel y Concepción debido a la falta de integración de los servicios de transporte. Por otro lado, actualmente la comuna cuenta con 8.7 km de ciclovías que fueron implementadas con la finalidad de reducir la emisión de gases, así como la congestión vehicular. Las principales ciclo rutas se distribuyen en las avenidas Manuel Montt, Juan Antonio Ríos y Avenida Costanera<sup>12</sup>.

Respecto a la electromovilidad, las primeras iniciativas se han concretado en el puerto Coronel ya que a partir del año 2019 se han incorporado nuevos equipos que evitan emisiones de GEI a la atmósfera como lo son las grúas eléctricas de alta capacidad y tienen la finalidad de incrementar la electromovilidad en todas las instalaciones<sup>13</sup>. Esto no ocurre en los terminales del puerto Cabo Froward que aún posee sitios de atraque con grúas hidráulicas fijas y móviles<sup>14</sup>.

### 6.2.2.3. Calefacción domiciliaria

Hoy en día, se sigue utilizando la leña u otro tipo de biomasa forestal para calefacción en distintas residencias en la comuna. De hecho, Coronel es considerada la tercera ciudad con mayores emisiones de material particulado y GEI por el consumo de leña para calefacción domiciliaria en la zona metropolitana de Concepción, luego de Concepción y Talcahuano<sup>15</sup>. De acuerdo con la encuesta *HuellaCovid* desarrollada por el Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales (2021), el 80% de hogares en Coronel utiliza leña como medio para la calefacción domiciliaria en invierno del 2020. A partir de estos datos, se estima que las emisiones de CO<sub>2</sub> por calefacción en Coronel es de 2.467 kg por hogar, mientras que por el consumo eléctrico se emiten aproximadamente 112 kg CO<sub>2</sub> también por hogar<sup>16</sup>. Se espera que, con el Programa de Recambio de Calefactores en la ciudad de Gran Concepción, poco a poco se implementen equipos más eficientes, así como la transición del uso de leña a otros combustibles menos contaminantes como los pellets<sup>17</sup>.

## 6.3. Medidas priorizadas

### 6.3.1. Energía Estacionaria

A continuación, se presentan las medidas de mitigación consideradas para el sector Energía Estacionaria tanto para la Región del Biobío como para la comuna de Coronel, estas medidas buscan reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de una manera directa y efectiva:

<sup>10</sup> [https://www.bcn.cl/siit/reportescomunales/comunas\\_v.html?anno=2020&idcom=8102](https://www.bcn.cl/siit/reportescomunales/comunas_v.html?anno=2020&idcom=8102)

<sup>11</sup> <http://www.dtpr.gob.cl/pdf/MenuSuperior/Planes/PlanBiobio.pdf>

<sup>12</sup> <https://www.ecoronel.cl/atlas-ambiental-de-coronel/medio-construido/vialidad/>

<sup>13</sup> <https://www.puertocoronel.cl/noticias/interior/nota/puerto-coronel-suma-sus-primeras-gras-elctricas-de-alta-capacidad>

<sup>14</sup> <https://froward.cl/58/terminal-de-carga-general/>

<sup>15</sup> <https://www.ecoronel.cl/atlas-ambiental-de-coronel/medio-humano/contaminacion-y-peligros-de-origen-humano/emisiones-contaminantes-a-la-atmosfera>

<sup>16</sup> [https://estudiosurbanos.uc.cl/wp-content/uploads/2021/08/doc\\_huella-correccion-final.pdf](https://estudiosurbanos.uc.cl/wp-content/uploads/2021/08/doc_huella-correccion-final.pdf)

<sup>17</sup> <https://sabes.cl/2021/04/16/coronel-sera-la-primera-comuna-del-gran-concepcion-en-el-recambio-de-calefactores/>

**Tabla 13. Priorización de medidas Región del Biobío y comuna de Coronel – Sector Energía Estacionaria**

Sector Productivo	Clasificación subsectores INGEI	Medidas	Objetivo	Instrumento Sinergia
Industria Manufactura	Industrias manufactureras y de la construcción	Recuperar calor de gases de combustión generados por equipos de calentamiento de procesos que usan combustibles fósiles mediante instalación de intercambiadores de calor en chimeneas de escape.	Aumentar la eficiencia energética de procesos que requieren precalentamiento de la industria alimentaria.	<b>Política Energética Nacional 2050:</b> → <i>Lineamiento 20</i> (relacionada): Potenciar y articular las capacidades tecnológicas del país en investigación, desarrollo e innovación en energía. Incluye la implementación de programas tecnológicos con foco estratégico en energía.
Industria Manufactura	Industrias manufactureras y de la construcción	Instalación de sistemas electrónicos de control de ajuste de oxígeno de entrada a las calderas.	Reducir cantidad de fugas en sistemas de vapor en calderas industriales.	<b>Política Energética Nacional 2050:</b> → <i>Lineamiento 32</i> (relacionada): Promover sistemas de control, gestión inteligente y generación propia que permitan avanzar hacia edificaciones con soluciones eficientes para sus requerimientos energéticos.
Industria Manufactura	Industrias manufactureras y de la construcción	Implementación, mejora y documentación de programas de mantenimiento regulares.	Incrementar la eficiencia energética durante la vida útil de los diferentes equipos en operación.	<b>Política Energética Nacional 2050:</b> → <i>Lineamiento 29</i> (relacionada): Implementar progresivamente herramientas de gestión energética validadas por entidades competentes
Industria Manufactura	Industrias manufactureras y de la construcción	Reemplazo total o parcial de generadoras que usan combustibles fósiles mediante la instalación de paneles fotovoltaicos u otra fuente de energías renovables.	Reducción de emisiones de CO2	<b>Política Energética Nacional 2050:</b> → <i>Lineamiento 21</i> (relacionada): Promover una alta penetración de las energías renovables en la matriz energética. <b>Contribuciones Nacionales Determinadas:</b> → <i>Retiro de centrales</i> (cruce): Energías renovables en reemplazo de centrales térmicas (al 2050).

Sector Productivo	Clasificación subsectores INGEI	Medidas	Objetivo	Instrumento Sinergia
Turismo	Edificios residenciales (electricidad)	Puesta en marcha de cocinas solares para la preparación de alimentos	Reducción de los GEI en la cocción de alimentos de la región	<b>Contribuciones Nacionales Determinadas:</b> → Edificación sostenible (relacionado): Fomento a renovación energética de viviendas (al 2050).
Energético	Industrias energéticas (electricidad)	Implementación de Sistemas de Combinación de energías renovables (solar, eólica e hidráulica)	Reducción de los GEI en la generación de energía eléctrica de la región	<b>Política Energética Nacional 2050:</b> → <i>Lineamiento 21</i> (relacionada): Promover una alta penetración de las energías renovables en la matriz energética. → Retiro de centrales (cruce): Energías renovables en reemplazo de centrales térmicas (al 2050).
Energético	Industrias manufactureras y de la construcción (electricidad)	Implementación de eficiencia energética en el sector industrial	Reducción de los GEI y de los consumos de energía eléctrica de la región	<b>Política Energética Nacional 2050:</b> → <i>Lineamiento 29</i> (relacionada): Implementar progresivamente herramientas de gestión energética validadas por entidades competentes → <i>Lineamiento 30</i> : Utilizar los recursos disponibles localmente y aprovechar los potenciales energéticos de los procesos productivos
Energético	Edificios/instalaciones comerciales e institucionales	Reemplazo de lámparas de baja eficiencia por lámparas LED en el sector público	Reducción de los GEI y de los consumos de energía eléctrica de la región	<b>Plan de Adaptación al Cambio Climático de los Servicios de Infraestructura:</b> → <i>Medida 13</i> (relacionada): Incorporación de la eficiencia energética y confort ambiental en la edificación pública.
Energético	Edificios/instalaciones comerciales e institucionales (electricidad)	Eficiencia energética en el sector comercial	Reducción de los GEI de la comuna	<b>Política Energética Nacional 2050:</b> → <i>Lineamiento 5</i> (relacionada): Promover un sistema inteligente de producción y

Sector Productivo	Clasificación subsectores INGEI	Medidas	Objetivo	Instrumento Sinergia
				gestión descentralizada de la energía para los sectores residencial, público y comercial.
Agropecuario	Actividades agrícolas, de silvicultura y de pesca (electricidad)	Mejorar la eficiencia energética de los equipos asociados a la actividad agropecuaria.	Incrementar la eficiencia energética durante la vida útil de los diferentes equipos en operación.	<b>Política Energética Nacional 2050:</b> → <i>Lineamiento 29</i> (relacionada): Implementar progresivamente herramientas de gestión energética validadas por entidades competentes
Acuicultura	Actividades agrícolas, de silvicultura y de pesca (electricidad)	Promover el consumo de productos marinos que impliquen buenas prácticas en su aprovechamiento e implementen de tecnologías eficientes energéticamente.	Disminuir la demanda de otros productos alimenticios con mayores emisiones de GEI e incentivar las buenas prácticas.	<b>Política Energética Nacional 2050:</b> → <i>Lineamiento 19</i> (relacionada): Reducción de barreras a la innovación y emprendimiento de la energía. Tiene como finalidad que las iniciativas de innovación permitan alcanzar los potenciales de reducción de consumo energético.
Acuicultura	Edificios/instalaciones comerciales e institucionales (electricidad)	Cultivo de plantas acuáticas (algas pardas) y cultivo de especies herbívoras. Implementar acuicultura multitrófica integrada (IMTA).	Incrementar la captura de carbono e incrementar la eficiencia energética y productiva con menores insumos.	

Fuente: Elaboración propia.

Para el planteamiento de medidas de la industria manufacturera, que es el segundo subsector con mayores emisiones de GEI, se tomó en cuenta los principales procesos productivos que se llevan a cabo en los parques industriales de la comuna de Coronel. Estos están conformados por fábricas de manufactura de productos a base de madera, recursos pesqueros y agropecuarios donde principalmente se da el uso de hornos industriales y calderas de vapor para el secado, cocción, entre otros tipos de procesamientos de la materia prima. En la mayoría de los casos, estos equipos demandan el uso de combustibles fósiles para su funcionamiento debido al requerimiento calorífico de los procesos.

### 6.3.2. Sector Transporte

La Tabla 14 presentan las medidas de mitigación consideradas para el sector transporte tanto para la región del Biobío como para la comuna de Coronel, estas medidas buscan reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de una manera directa y efectiva:

**Tabla 14. Priorización de medidas de la Región del Biobío y comuna de Coronel – Sector Transporte**

Sector Productivo	Clasificación subsectores INGEI	Medidas	Objetivo	Instrumento Sinergia
Industria Manufactura	Transporte fuera de carretera	Electrificación de la flota vehicular utilizada dentro de las instalaciones industriales	Reducción de emisiones de CO2	<b>Contribuciones Nacionales Determinadas:</b> → <i>Industria sostenible</i> (cruce): Electrificación motriz en industrias varias (al 2050).
Turismo	Transporte por carretera	Implementación de transporte eléctrico para actividades turísticas en la región	Reducción de los GEI en el transporte de la región	<b>Contribuciones Nacionales Determinadas:</b> → <i>Electromovilidad</i> (cruce): Implementación de taxis y vehículos particulares eléctricos (al 2050) → <i>Electromovilidad</i> (cruce): Implementación de transporte público eléctrico urbano en Chile.
Energético	Transporte por carretera	Promoción de vehículos eléctricos a nivel comunal	Reducción de los GEI de la comuna	<b>Política Energética Nacional 2050:</b> → <i>Lineamiento 23</i> (cruce): Fomentar la participación de combustibles de bajas emisiones de GEI y contaminantes atmosféricos en la matriz energética. Una de sus acciones implica impulsar el uso de fuentes energéticas limpias, <b>incluida la electrificación</b> , considerando aspectos socioeconómicos, financieros y ambientales.
Energético	Transporte por carretera	Fomento del uso de combustibles más limpios	Reducción de los GEI de la comuna	<b>Política Energética Nacional 2050:</b> → <i>Lineamiento 23</i> (cruce): Fomentar la participación de combustibles de bajas emisiones de GEI y contaminantes atmosféricos en la matriz energética.

**Ministerio del Medio Ambiente**

Estudio de Vulnerabilidad Climática Regional y de las opciones de mitigación y adaptación con énfasis en el borde costero: “Caso de estudio Comuna de Coronel”

Sector Productivo	Clasificación subsectores INGEI	Medidas	Objetivo	Instrumento Sinergia
Agropecuario	Transporte por carretera	Electrificación de la flota vehicular utilizada en el transporte asociado a la actividad agropecuaria.	Reducción de emisiones de CO <sub>2</sub> .	<b>Política Energética Nacional 2050:</b> → <i>Lineamiento 34</i> (relacionada): Mejorar la eficiencia energética de los vehículos y de la operación.
Agropecuario	Transporte fuera de carretera	Implementación de rutas más eficientes en los transportes de la maquinaria usada en la actividad agropecuaria.	Disminuir en las emisiones asociadas a la maquinaria.	<b>Política Energética Nacional 2050:</b> → <i>Lineamiento 16</i> (relacionada): Reducir las distancias y número de viajes para mayor eficiencia del sistema de transporte.
Acuicultura	Transporte por carretera	Electrificación de la flota vehicular utilizada en el transporte asociado a la actividad acuícola.	Reducción de emisiones de CO <sub>2</sub> .	<b>Política Energética Nacional 2050:</b> → <i>Lineamiento 34</i> (relacionada): Mejorar la eficiencia energética de los vehículos y de la operación.
Acuicultura	Transporte marítimo	Mejorar la eficiencia energética de las embarcaciones.	Reducción de emisiones de CO <sub>2</sub> .	<b>Política Energética Nacional 2050:</b> → <i>Lineamiento 34</i> (cruce): Mejorar la eficiencia energética de los vehículos y su operación.

Fuente: Elaboración propia

## 7. Propuesta de plan de acción

En la presente sección, se elabora insumos para la propuesta de borrador del plan de acción regional de cambio climático en el cual se presenta una línea de tiempo para la implementación de las medidas de corto, mediano y largo plazo, propuestas en las secciones anteriores, así como los posibles actores involucrados en dichas medidas.

### 7.1. Medidas de adaptación

Tabla 15. Temporalidad de las medidas de adaptación con alcance regional y comunal

Sector productivo	Medida	Actores involucrados	Alcance	Temporalidad																
				Corto plazo		Mediano plazo			Largo plazo											
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
Turismo	Mejora de la gestión de recursos de nieve y actividades deportivas invernales	SERNATUR, MMA	Regional																	
	Implementación del sistema de vigilancia y control en Áreas Naturales Protegidas para reducir la vulnerabilidad ante los efectos climáticos y no climáticos	SERNATUR, MMA	Regional																	
	Fomentar la creación de espacios para conservar y proteger a las especies de fauna amenazadas por el cambio climático	SERNATUR, MMA	Regional y comunal																	
	Implementación de prácticas ancestrales en comunidades campesinas y nativas en el uso sostenible de los bienes y servicios de los ecosistemas para adaptarse a los efectos del cambio climático	SERNATUR, MMA	Regional y comunal																	
	Aumentar la resiliencia en sectores vulnerables a través del desarrollo de capacidades para el desarrollo social.	SERNATUR, MMA	Comunal																	
	Fortalecimiento de procesos de la gestión del riesgo de incendios forestales con enfoque de paisaje en un contexto de cambio climático	SERNATUR, MMA	Comunal																	

**Tabla 16. Medidas y Plazos sector Forestal**

Sector productivo	Medida	Actores Involucrados	Alcance	Temporalidad										
				Corto plazo		Mediano plazo			Largo plazo					
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Forestal	Fortalecimiento de procesos de la gestión del riesgo de incendios forestales con enfoque de paisaje en un contexto de cambio climático	CONAF, MMA	Regional											
	Implementación de prácticas sostenibles para la conservación de ecosistemas en cuencas hidrográficas del ámbito de las Áreas Naturales Protegidas vulnerables a eventos climáticos extremos	CONAF, MMA	Regional											
	Implementación de acciones de control, vigilancia y fiscalización en bosques, para reducir la vulnerabilidad ante los efectos climáticos y no climáticos.	CONAF, MMA	Comunal											
	Implementación de un sistema de vigilancia y control de incendios en bosques naturales y plantaciones forestales con riesgo ante eventos climáticos extremos	CONAF, MMA	Comunal											

**Tabla 17. Medidas y Plazos sector Salud y Bienestar**

Sector productivo	Medida	Actores Involucrados	Alcance	Temporalidad										
				Corto plazo		Mediano plazo			Largo plazo					
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Salud y Bienestar	Transferencia de prácticas saludables a la población vulnerable ante la exposición a temperaturas extremas provocadas por efectos del cambio climático.	MINSAL, MMA	Regional											

Sector productivo	Medida	Actores Involucrados	Alcance	Temporalidad																
				Corto plazo		Mediano plazo			Largo plazo											
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
	Implementación de infraestructura verde con baja capacidad de albedo y disminución de absorción de energía solar	MINVU, MMA	Comunal																	

Tabla 18. Medidas y Plazos sector Vivienda y Construcción

Sector productivo	Medida	Actores Involucrados	Alcance	Temporalidad																
				Corto plazo		Mediano plazo			Largo plazo											
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
Vivienda y Construcción	Implementación del monitoreo y vigilancia de la cantidad de los recursos hídricos en cuencas vulnerables ante el Cambio Climático	DGA, MMA	Regional																	
	Implementación de infraestructura redundante en los sistemas de abastecimiento de agua rural con mayor vulnerabilidad al cambio climático.	MINAGRI, MMA	Regional																	
	Implementación de Sistemas de Alerta Temprana ante inundaciones, y anegamientos en bordes costeros vulnerables al cambio climático.	MOP, MMA	Comunal																	
	Modernización del Otorgamiento de derechos de uso de agua en cuencas vulnerables incorporando escenarios climáticos.	DGA, MMA	Comunal																	

Tabla 19. Medidas y Plazos sector Manufactura

Sector productivo	Medida	Actores Involucrados	Alcance	Temporalidad										
				Corto plazo		Mediano plazo			Largo plazo					
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Manufactura (Recursos hídricos)	Impulsar el uso y consumo eficiente del recurso agua para la actividad manufacturera	DGA, MMA.	Regional											
	Fomentar el uso y consumo eficiente de agua para las actividades primarias (ej. agricultura, ganadería)	DGA, MMA, Ministerio de Agricultura, CNR, INIA.	Regional y comunal											
	Fortalecimiento de la institucionalidad de los sectores hidráulicos para la gestión del agua de uso energético en cuencas hidrográficas vulnerables al cambio climático.	DGA, MMA.	Regional											
	Promoción de la implementación de infraestructura de protección en la generación, transmisión y distribución de electricidad ante los impactos de peligros asociados al cambio climático en cuencas hidrográficas vulnerables.	DGA, MMA, Ministerio de Energía.	Regional											

Tabla 20. Medidas y Plazos sector Energético

Sector productivo	Medida	Actores Involucrados	Alcance	Temporalidad										
				Corto plazo		Mediano plazo			Largo plazo					
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Manufactura (Energético)	Fortalecimiento de la institucionalidad de los sectores hidráulicos para la gestión del agua de uso energético en cuencas hidrográficas vulnerables al cambio climático.	DGA, MMA, Ministerio de energía	Regional											
	Promoción de la implementación de infraestructura de protección en la generación, transmisión y distribución de electricidad ante los impactos de peligros asociados al cambio climático en cuencas hidrográficas vulnerables	DGA, MMA, Ministerio de energía	Regional											
	Fortalecimiento de la institucionalidad de los sectores hidráulicos para la gestión del agua de uso energético en cuencas hidrográficas vulnerables al cambio climático.	DGA, MMA, Ministerio de energía	Comunal											
	Promoción de la implementación de infraestructura de protección en la generación, transmisión y distribución de electricidad ante los impactos de peligros asociados al cambio climático en cuencas hidrográficas vulnerables	DGA, MMA, Ministerio de energía	Comunal											

Tabla 21. Medidas y Plazos sector Pesca

Sector productivo	Medida	Actores Involucrados	Alcance	Temporalidad																
				Corto plazo		Mediano plazo			Largo plazo											
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
Pesca	Aumento del potencial erosivo debido a los cambios de la cota de inundación en el clima del futuro	Ministerio de Infraestructura (MOP), Ministerio de Acuicultura y Pesca	Regional																	

## 7.2. Medidas de mitigación

Tabla 22. Medidas y Plazos sector Energía Estacionaria

Sector productivo	Medida	Actores Involucrados	Alcance	Temporalidad										
				Corto plazo		Mediano plazo			Largo plazo					
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Energía Estacionaria	Recuperar calor de gases de combustión generados por equipos de calentamiento de procesos que usan combustibles fósiles mediante instalación de intercambiadores de calor en chimeneas de escape.	Ministerio de Energía, MMA	Regional											
	Instalación de sistemas electrónicos de control de ajuste de oxígeno de entrada a las calderas.	Ministerio de Energía, MMA	Regional											
	Implementación, mejora y documentación de programas de mantenimiento regulares.	Ministerio de Energía, MMA	Regional											
	Reemplazo total o parcial de generadoras que usan combustibles fósiles mediante la instalación de paneles fotovoltaicos u otra fuente de energías renovables.	Ministerio de Energía, MMA	Regional											
	Puesta en marcha de cocinas solares para la preparación de alimentos.	Ministerio de Energía, MMA	Regional											
	Implementación de Sistemas de Combinación de energías renovables (solar, eólica e hidráulica).	Ministerio de Energía, MMA	Regional											
	Implementación de eficiencia energética en el sector industrial.	Ministerio de Energía, MMA	Regional											
	Reemplazo de lámparas de baja eficiencia por lámparas LED en el sector público.	Ministerio de Energía, MMA	Regional											

	Eficiencia energética en el sector comercial.	Ministerio de Energía, MMA	Regional										
	Mejorar la eficiencia energética de los equipos asociados a la actividad agropecuaria.	Ministerio de Energía, MMA, MINAGRI, ODEPA	Regional										
	Promover el consumo de productos marinos que impliquen buenas prácticas en su aprovechamiento e implementen de tecnologías eficientes energéticamente.	Ministerio de Energía, MMA, SUBPESCA, Sernapesca	Regional										
	Cultivo de plantas acuáticas (algas pardas) y cultivo de especies herbívoras. Implementar acuicultura multitrófica integrada (IMTA).	Ministerio de Energía, MMA, SUBPESCA, Sernapesca	Regional										

Tabla 23. Medidas y Plazos sector Transporte

Sector productivo	Medida	Actores Involucrados	Alcance	Temporalidad										
				Corto plazo		Mediano plazo			Largo plazo					
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Transporte	Electrificación de la flota vehicular utilizada dentro de las instalaciones industriales	MTC, MMA, MOP	Regional											
	Implementación de transporte eléctrico para actividades turísticas en la región	MTC, MMA, MOP	Regional											
	Promoción de vehículos eléctricos a nivel comunal	MTC, MMA, MOP	Regional											

Fomento del uso de combustibles más limpios	MTC, MMA, MOP	Regional																	
Electrificación de la flota vehicular utilizada en el transporte asociado a la actividad agropecuaria.	MTC, MMA, MINAGRI, ODEPA	Regional																	
Implementación de rutas más eficientes en los transportes de la maquinaria usada en la actividad agropecuaria.	MTC, MMA, MINAGRI, ODEPA	Regional																	
Electrificación de la flota vehicular utilizada en el transporte asociado a la actividad acuícola.	MTC, MMA, SUBPESCA, Sernapesca	Regional																	
Mejorar la eficiencia energética de las embarcaciones.	MTC, MMA, SUBPESCA, Sernapesca	Regional																	

## 8. Referencias

- Climate & Development Knowledge Network (CDKN), & Environment, Ricardo Energy. (2018). *Planning for NDC implementation: A Quick-Start Guide*. Obtenido de <https://www.cdkn.org/ndc-guide/book/planning-forndc-implementation-a-quick-start-guide/adaptation>
- IPCC. (2014). *Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental*. Ginebra, Suiza. Obtenido de [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf)
- IPCC. (2019). *Calentamiento global de 1,5°C*. Resumen para responsables de políticas. Obtenido de [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf)
- MMA. (2019). *Sistema Nacional de Inventario de Gases de Efecto Invernadero*. Obtenido de <https://snichile.mma.gob.cl/resultados-regionales/biobio/>
- ODEPA y CIREN. (2019). *CATASTRO FRUTÍCOLA: Región del Biobío. Principales resultados / Julio 2019*. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. Centro de Información de Recursos Naturales. Obtenido de <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/08/catastroBiobio2019.pdf>
- MMA (2017). *Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017 – 2022*. Ministerio del Medio Ambiente. Obtenido de: [http://portal.mma.gob.cl/wpcontent/uploads/2017/07/plan\\_nacional\\_climatico\\_2017\\_2.pdf](http://portal.mma.gob.cl/wpcontent/uploads/2017/07/plan_nacional_climatico_2017_2.pdf)
- MMA (2014). *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático*. Ministerio del Medio Ambiente. Obtenido de: <http://portal.mma.gob.cl/wpcontent/uploads/2016/02/PlanNacional-Adaptacion-Cambio-Climatico-version-final.pdf>
- MMA (2020). *Contribuciones Nacionalmente Determinadas de Chile (NDCs)*. Ministerio del Medio Ambiente. Obtenido de: [https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/04/NDC\\_Chile\\_2020\\_espan%CC%83ol-1.pdf](https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/04/NDC_Chile_2020_espan%CC%83ol-1.pdf)
- MMA (2021). *Atlas de Riesgos Climáticos ARCLIM*. Ministerio del Medio Ambiente. Obtenido de: <https://arclim.mma.gob.cl/>
- MMA (2021). *Guía Metodológica PARCC Planes de Acción Regionales de Cambio Climático*. Ministerio del Medio Ambiente.

## 9. Anexos

**Anexo 1. Fuente información para las cadenas de impacto propuestas**

N°	Sector (clasificación propia)	Cadena de impacto (Riesgo)	Amenaza	Exposición	Vulnerabilidad
1	Portuario	Aumento de downtime en puertos privados	Arclim, Determinación del riesgo de los impactos del CC en las costas de Chile (MMA, 2019).	Sector privado	SERVIMET
2	Pesca	Pérdida de infraestructura para la pesca artesanal	Arclim, Determinación del riesgo de los impactos del CC en las costas de Chile (MMA, 2019).	Misma variable exposición que la cadena de pérdida de desembarque por downtime	Arclim, DOP - MOP
3	Pesca	Pérdida de recursos hidrobiológicos	Los desarrolladores del ARCLIM ya han realizado modelos preliminares del cambio en la acidificación futura	SERNAPESCA	Del mismo dato de sensibilidad que la cadena anterior
4	Turismo	Deterioro de humedales costeros	Arclim, CR2	Inventario de humedales del MMA	DGA, Arclim
5	Manufactura	Riesgo de aprovechamiento de agua superficial y subterránea para su uso en procesos productivos	Arclim, CR2	INE	DGA/SISS
5	Manufactura	Riesgo de aprovechamiento de agua superficial y subterránea para su uso en actividad primaria (e.g. forestal, ganadería, agricultura)	Arclim, CR2	INE	DGA/SISS
6	Agricultura	Cambio productivo del arándano	Misma amenaza que otras cadenas de impacto del sector en Arclim	ODEPA / Censo Nacional Agropecuario y Forestal	Misma sensibilidad que el caso de manzano rojo, aplicable para todos frutales
7	Agricultura	Cambio productivo de la vid	Misma amenaza que otras cadenas de impacto del sector en Arclim	Catastro de la ODEPA	Misma sensibilidad que el caso de manzano rojo, aplicable para todos frutales

**Anexo 2. Justificación de priorización de sectores: región del Biobío**

Sector	Descripción de tamaño y potencial
Turismo	<ul style="list-style-type: none"> <li>64% de atractivos turísticos en Biobío corresponden a destinos de naturaleza, que se distribuyen en 4 reservas nacionales y un parque nacional.</li> <li>El turismo de alta montaña es relevante por la presencia del volcán Antuco, nevados y lagunas (Laguna Laja) donde se desarrollan diversas actividades.</li> <li>Turismo lacustre y fluvial no es tan relevante, sin embargo, destaca la presencia de los lagos Lleulleu y Lanalhue.</li> <li>Mayor desarrollo de turismo litoral en playas especialmente en Gran Concepción. En la costa, también se vislumbra la presencia de humedales (Roncuant-Andalién) y diversos humedales en comuna Coronel. Humedal Calabozo fue nombrado patrimonio regional.</li> <li>En Arauco se encuentra el Geoparque Minero Litoral que es patrimonio geológico, artístico y cultural de la región.</li> <li>Comunas costeras de Arauco y Cañete con alto potencial de desarrollo por la presencia de la cordillera Nahuelbuta donde hay gran biomasa de bosques nativos y miradores.</li> <li>Gran potencial de desarrollo y promoción de atractivos turísticos en Geoparque minero por las diversas rutas que posee.</li> </ul>
Manufactura	<ul style="list-style-type: none"> <li>El año 2014, Biobío fue la región con el segundo mayor número de aserraderos de todo Chile. Un total de 255 aserraderos de los cuales 206 se encontraban en actividad.</li> <li>La región concentra 9 de las 28 plantas productoras de tableros y chapas en Chile.</li> <li>Son cuatro las plantas productoras de pulpa de madera química y mecánica que sirven para elaboración de productos de papel.</li> <li>Sector de productos de madera y celulosa/ papel representaron 57% y 67% del PBI nacional en tales sectores.</li> <li>Industria textil tuvo un gran desarrollo por los años 1950 en Tomé, sin embargo, a la actualidad la industria no genera gran aporte a la economía regional ni nacional.</li> <li>La producción de alimentos y bebidas tiene desarrollo en comunas de Chillán, Los Ángeles y Coronel por presencia de islas agroindustriales.</li> <li>Potencial de desarrollo se concentrará en la manufactura de recursos provenientes del sector agropecuario, forestal y pesquero. En un escenario futuro, se espera la incorporación de nuevos enfoques de producción con la finalidad de no depender intensamente en la materia prima y optimizar producción.</li> </ul>
Pesca	<ul style="list-style-type: none"> <li>En la Región del Biobío se genera la mayor cantidad de extracciones, desembarques, extracción y comercialización de recursos pesqueros.</li> <li>Cuenta con mayor porcentaje de asignación de cuota global de sardina y anchoveta.</li> <li>Los primeros quince días del año 2020, se registró que más de la mitad del número de certificaciones de desembarques a nivel nacional fue de Biobío.</li> <li>Son 71 el número de caletas artesanales en la región y 20 000 pescadores inscritos (cuarta parte son mujeres).</li> <li>Pesca en aguas continentales no es muy relevante por ser de índole recreativa.</li> <li>El potencial del sector pesca en la región es alto, sin embargo, la producción se puede ver limitada por los periodos de veda con la finalidad de no sobreexplotar el recurso.</li> </ul>
Forestal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Más importante en todo Chile porque representa 60% PBI forestal nacional.</li> <li>El 89% de la superficie con cultivos de bosques, que representan cerca de un millón de hectáreas (plantaciones). El bosque nativo tiene gran relevancia también porque cubre 600.000 ha. de toda la región (al año 2015).</li> <li>El eucalipto representa el 27.5% de la superficie cultivada en el país.</li> <li>80% de madera exportada nacional en forma de maderas aserradas proviene de la Región del Biobío y el 52% en la forma de productos maderables.</li> <li>A pesar de ser la región con mayor superficie actual, entre 2010 y 2019 se ha observado gran variabilidad de la superficie anual con plantaciones forestales que no baja de las 35 mil hectáreas.</li> <li>Entre los años 2016 y 2017 se observó un crecimiento leve del PBI forestal en la Región del Biobío. La silvicultura aumentó cerca de 50 miles de millones de pesos, sin embargo, fue la región que tuvo el mayor incremento.</li> </ul>
Vivienda y Construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>Biobío es la segunda región con mayor inversión en el sector inmobiliario cerca al millón de dólares, a nivel nacional.</li> <li>Además, el 15% de los subsidios a viviendas se concentran en la región, luego de Metropolitana (27%).</li> <li>Infraestructura forestal y energético es la que percibe las mayores inversiones para construcción, con US\$ 2.230 M para el megaproyecto "Modernización Ampliación Planta Arauco".</li> <li>Se identificaron 245 programas para mejora cualitativa en viviendas de la región.</li> <li>Tendencia al aumento de venta de propiedades en comunas de región, especialmente, infraestructura de índole residencial, con preferencia en comunas de Concepción.</li> </ul>

**Ministerio del Medio Ambiente**

Estudio de Vulnerabilidad Climática Regional y de las opciones de mitigación y adaptación con énfasis en el borde costero: “Caso de estudio Comuna de Coronel”

Salud y Bienestar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tercera región con mayor población luego de Valparaíso y Santiago.</li> <li>• La región del Biobío cuenta con el mayor gasto público en servicios individuales de salud per cápita (GPSIS).</li> <li>• Se ubica en sector medio para servicios colectivos de salud per cápita (GPSCS).</li> <li>• El número de profesionales de salud por cada 10.000 beneficiarios del Fondo Nacional de Salud es de 35.1, valor que está por encima del promedio nacional.</li> <li>• El año 2016, se registraron 5.848 profesionales nucleares contratados en los Servicios de Salud y Atención Primaria de Salud (APS).</li> <li>• Además, el 7.1% de la PEA trabaja en Servicios de Salud y Bienestar.</li> <li>• Existe una gran necesidad de implementación de centros de alta complejidad y personal calificado que beneficiarían a la región, especialmente la más vulnerable, ya que, para el total de habitantes en la región, solamente son 6.9 médicos cada 10.000 habitantes.</li> </ul>
Portuario	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biobío posee 14 terminales distribuidos en 7 grandes puertos.</li> <li>• Infraestructura productiva permite movilizar cerca de 22 M toneladas anuales solo en puertos públicos.</li> <li>• La región constituye el 19% de carga exportada a nivel nacional donde destacan productos de madera y celulosa.</li> <li>• Puertos de Bahía de Coronel como segundos a nivel nacional en movilizar la mayor cantidad de carga Comex en el año 2020.</li> <li>• Además, solo en junio del año 2021, se movilizaron 2.4 M toneladas de carga en los servicios portuarios en Coronel.</li> <li>• Puerto Coronel, más relevante en la región tuvo un crecimiento de más del 100% de carga movilizada entre 2008 y 2017.</li> <li>• Hace aproximadamente 2 años, siete de los terminales portuarios de la región han decidido optar por certificación de Acuerdo de Producción Limpia. Se espera que los restantes implementen este enfoque de sostenibilidad que apoyarán en desarrollo en su producción y valor.</li> </ul>
Energético	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Región es la segunda a nivel nacional con mayor capacidad de generación eléctrica que representa el 17% del total, además que registra el mayor consumo de energía primaria por industrias.</li> <li>• Energía hidráulica a nivel nacional es la más importante por la capacidad instalada que posee en 33 centrales.</li> <li>• Energía a partir de biomasa contribuye solo 3% a la matriz regional. De la misma manera, lo hizo la energía eólica, sin embargo, este último tiene más relevancia porque uno de sus parques eólicos, Las Peñas, tuvo la mayor producción energética inyectada al SEN el año 2020.</li> <li>• Por último, solo existe una planta de energía solar fotovoltaica con baja capacidad y varios proyectos en Cartera.</li> </ul>
Agropecuario	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Únicamente el 9.1% de la superficie con cultivos está destinada a la agricultura.</li> <li>• Fruticultura es relevante en la región por los altos niveles de exportación (75-90% para arándano americano y 75-85% para manzano rojo).</li> <li>• En rubro vitivinícola, Biobío produce el 0.07% de la producción nacional.</li> <li>• Exportación FOB de fruta fresca y cereales alcanzan US\$ 110 M que, a su vez, sostienen la producción y exportación de frutas y hortalizas procesadas alcanzando los US\$ 135 M.</li> <li>• En ganadería, el beneficio en toneladas de carne en 2019 representó el 6.1% de la producción nacional.</li> <li>• El recibimiento de leche generada en la Región del Biobío en plantas de industria láctea mayor representa un 16.5% del total nacional. Industria láctea menor tiene menor aporte (3%).</li> <li>• Biobío aporta el 34% del valor económico de productos lácteos exportados a nivel nacional, equivalente a US\$ 54.7 M.</li> <li>• Clima de transición (cálido y templado lluvioso con estaciones marcadas) y condiciones fitosanitarias favorecen producción de distintas variedades, en particular, fruticultura y vitivinícola.</li> <li>• Incremento del 141% de producción regional de vinos entre año 2020 y 2021.</li> <li>• A nivel nacional, se observó un incremento del 100% en producción de vinos entre 1998-2018.</li> <li>• Por otro lado, se ha observado una disminución en el número de cabezas de ganado bovino y caprino los últimos años (2016-2019) según el INE.</li> </ul>

**Ministerio del Medio Ambiente**

Estudio de Vulnerabilidad Climática Regional y de las opciones de mitigación y adaptación con énfasis en el borde costero: “Caso de estudio Comuna de Coronel”

Acuicultura	<ul style="list-style-type: none"> <li>Respecto a la acuicultura en agua dulce, la región cuenta con 16 pisciculturas donde se realiza la cría de especies de salmón en las etapas de alevinaje, que luego son enviados a regiones de sur.</li> <li>Existen pocos centros de acuicultura donde se cultivan especies marinas, uno de los más relevantes es la Granja Coliumo. En general, las especies más representativas con los mitílidos.</li> <li>Recientemente, se están realizando nuevas experiencias de cultivo de alga pelillo como acuicultura de pequeña escala con técnicas variadas (suspendido).</li> <li>Actividad tiene gran potencial de crecimiento por la disponibilidad de agua dulce, mientras que en acuicultura marina se posee una línea costera que se extiende 600 km con bahías, golfos y una infraestructura de calidad.</li> <li>Múltiples centros de investigación realizan estudios para determinar el potencial verdadero de especies hidrobiológicas con aportes significativos de entidades como el Conicyt y Fondecyt.</li> <li>Además, el decreto 1014 del 2020 fija áreas apropiadas para el ejercicio de acuicultura en franja costera, zonas identificadas en las bahías de Concepción, San Vicente, Arauco con gran potencial.</li> </ul>
Minería	<ul style="list-style-type: none"> <li>La extracción de carbón fue una de las actividades de mayor relevancia en la zona costera de la Región del Biobío entre la segunda mitad del siglo XIX y XX.</li> <li>A la actualidad, solo existe una instalación minera donde se extrae carbón en la comuna de Coronel.</li> <li>Por otro lado, el primer y único proyecto de minerales lantánidos, proyecto Cabritos, espera desarrollarse luego de que su Estudio de Impacto Ambiental sea aprobado por el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) de Chile.</li> <li>A nivel regional, la minería de carbón tuvo un auge hasta hace algunas décadas, sin embargo, a la actualidad se encuentra en decadencia.</li> <li>Respecto a los minerales lantánidos de "tierras raras", se identifica cierto potencial de desarrollo por la presencia de zonas con la presencia de estos minerales. No obstante, existen muchas complicaciones para el desarrollo de proyectos por los impactos que puede generar.</li> </ul>

**Anexo 3. Justificación de priorización de sectores: comuna Coronel**

Sector	Descripción de tamaño y potencial
Turismo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se encuentra poco desarrollada producto de la falta de inversión del sector privado y la débil promoción del área pública en la gestión turística.</li> <li>La comuna pertenece al Área Turística Prioritaria Litoral Penco-Politano.</li> <li>Los atractivos turísticos se encuentran localizados en diferentes sectores que constituyen enclaves turísticos:             <ul style="list-style-type: none"> <li>Sectores en torno a las Lagunas La Posada y Quiñenco.</li> <li>El sector periurbano de Escuadrón.</li> <li>El Valle Patagual y el borde del Río Biobío.</li> <li>Los Barrios Históricos de Puchoco-Schwager y Maule.</li> <li>El Humedal Boca Maule.</li> <li>El balneario de Playa Blanca más al sur, considerado uno de los destinos turísticos más importantes de la Región del Biobío con más de 30.000 visitas durante los fines de semana en temporada de verano.</li> <li>La Isla Santa María destaca por sus playas, cerros y acantilados; se desarrollan actividades del tipo ecoturístico tales como la pesca deportiva, cabalgatas, circuitos en tractores y paseos en bote.</li> </ul> </li> <li>Presenta notables condiciones para el desarrollo de la actividad turística asociada al borde costero, a la belleza del paisaje natural y el alto valor histórico/cultural de sus recursos patrimoniales.</li> <li>Presenta un vasto potencial geográfico y una localización cercana a la segunda ciudad más importante del país.</li> </ul>

Manufactura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la provincia de Concepción se ha desarrollado un importante núcleo productivo, siendo Coronel la comuna donde ésta ha alcanzado el mayor nivel de consolidación.</li> <li>• La importancia que posee Coronel respecto a la actividad industrial está dada por un conjunto de ventajas comparativas:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Localización estratégica a nivel nacional.</li> <li>○ Atributos de accesibilidad por la cercanía a vías y trazados ferroviarias para el transporte terrestre de materias primas y productos finales.</li> <li>○ Proximidad a instalaciones portuarias para la importación y exportación de productos. Cercanía a la segunda ciudad más importante del país (Concepción).</li> </ul> </li> <li>• Todas condiciones únicas e idóneas han impulsado la decisión de grandes grupos económicos nacionales e internacionales en localizar sus instalaciones productivas o centros logísticos en la comuna.</li> <li>• El aumento del número de empresas en el rubro económico de "Industria manufacturera" de 505 en 2016 a 536 en 2020.</li> </ul>
Pesca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La comuna representa tanto a nivel regional como nacional una de las principales fuentes de desembarque de recursos hidrobiológicos:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ un 53% a nivel regional (2020).</li> <li>○ un 15% a nivel nacional (2020).</li> </ul> </li> <li>• Concentra el mayor número de plantas elaboradoras en el país.</li> <li>• Cuenta con una actividad pesquera tanto industrial (con barcos cerqueros y arrastreros de hasta 1,200 toneladas) como artesanal (4 caletas reconocidas oficialmente).</li> <li>• Se afronta un agotamiento de recursos hidrobiológicos, especialmente peces finos y moluscos de alto valor, a causa de una sobreexplotación de las especies de importancia comercial.</li> <li>• La falta de mayor valor agregado a su producción ha hecho igualmente estimar una reducción en el ritmo de crecimiento del sector. Ello ha producido dificultades económicas en aquellos pescadores y pescadoras artesanales.</li> </ul>
Forestal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coronel ocupa un lugar destacado en la actividad forestal. Más del 70% del territorio comunal posee recursos forestales:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ un 61.3% son plantaciones de <i>Pinus radiata</i>.</li> <li>○ un 5,8% de <i>Eucaliptus globulus</i>.</li> <li>○ un 3,9% de bosque nativo.</li> <li>○ un 0,3% de bosque mixto.</li> </ul> </li> <li>• Toda la actividad forestal se concentra en la Cordillera de Nahuelbuta.</li> <li>• Concentra diversas industrias de remanufactura forestal destinadas a la fabricación de madera aserrada, madera laminada, marcos de madera, piezas para la construcción y astillas, tanto para el consumo local como de exportación.</li> <li>• Se localiza una de las más importantes y modernas Planta de Papel "Tissue" de Latinoamérica, ubicada en el Parque Industrial Escuadrón.</li> <li>• Dada la existencia de abundantes superficies de aptitud forestal y el crecimiento sostenido de la industria manufacturera se prevé un crecimiento en el sector forestal.</li> </ul>
Vivienda y Construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se cuenta con una fuerte inversión inmobiliaria que ha efectuado el área privada, principalmente en el sector nororiente del Centro Urbano Costero (Lagunillas – Escuadrón), en un área especialmente apta para el crecimiento residencial.</li> <li>• Su ubicación como la tercera ciudad en la intercomuna con mayor venta de viviendas durante el año 2011, después de Concepción y San Pedro de la Paz, lugar que ha conseguido gracias a la alta disponibilidad de terrenos planos aptos para la edificación.</li> <li>• Los proyectos inmobiliarios en desarrollo o con permisos de edificación aprobados al año 2011 sumaron una cifra mayor a 200 hectáreas, lo equivalente a la construcción de más de 15.000 nuevas viviendas para ser ejecutados en un horizonte de 10 años.</li> <li>• La Caleta Lo Rojas es una caleta urbana regularizada, tiene acceso a los servicios básicos, asimismo, la Caleta Maule es considerada semi urbana, cuenta con infraestructura de apoyo como muro de contención y acceso a servicios básicos.</li> <li>• Se está proyectando al mediano plazo como una importante zona de extensión urbana dentro de la conurbación.</li> </ul>

Salud y Bienestar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La comuna cuenta con los consultorios municipalizados Cesfam Carlos Pinto, Cesfam Lagunillas, Cesfam Yobilo, Posta de Salud Rural Patagual, Posta de Salud Rural Puerto Sur y Posta Isla Sta. María (al norte de la isla), además del hospital San José.</li> <li>• un 8% de la población está expuesta a inundación por tsunamis.</li> <li>• un 22% de equipamientos críticos expuestos a inundación por tsunamis.</li> <li>• un 49% de la población en zonas de alta recurrencia de incendios forestales.</li> <li>• un 45% de equipamientos críticos en zonas de alta recurrencia de incendios forestales.</li> <li>• Existe un potencial en cuanto a contar con cobeneficios de las medidas de adaptación para el cierre de brechas en cuanto a gestión de riesgo de desastres y acceso a servicios básicos.</li> </ul>
Portuario	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Respecto a la vía por la cual salen las exportaciones de la región, se puede señalar a la infraestructura portuaria como piedra angular, conformando un sistema portuario que se posiciona como el segundo en importancia a nivel nacional.</li> <li>• Mueve aproximadamente el 25% de toda la carga que pasa por los puertos del país.</li> <li>• En la última década, se ha convertido en la ciudad-puerto más importante de la región y una de las más importantes del país, teniendo en cuenta los volúmenes de carga movilizada y la envergadura de su complejo portuario, el cual es uno de los más modernos e importantes del sur del país.</li> <li>• Cuenta con una bahía que presenta notables condiciones de calado y abrigo.</li> <li>• Contribuye notablemente a dinamizar el polo portuario-productivo de la región.</li> <li>• Se prevé que para los próximos años la actividad portuaria aumente debido a las proyecciones de ampliación de la infraestructura portuaria.</li> </ul>
Energético	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la comuna se localizan Centrales Termoeléctricas en base a la quema de carbón; de ciclo combinado; y de Cogeneración en base a biomasa forestal.</li> <li>• Las centrales que más energía producen son Bocamina 2 (convencional carbón) de 350 MW y Complejo Termoeléctrico Santa María de Coronel (convencional carbón) de 350 MW.</li> <li>• En la Región del Biobío, el parque energético alcanza los 3.600 MW, que representa a casi el 30% de la capacidad instalada del Sistema Interconectado Central (SIC). De la generación eléctrica regional, aproximadamente el 30% corresponde a generación eléctrica instalada en la comuna de Coronel, que a su vez representa más del 5% de la potencia instalada del SIC.</li> <li>• Se encuentra en marcha el desmantelamiento de todas las plantas de carbón de Chile según un cronograma, pero se están proponiendo y acordando cierres anticipados, tal es el caso de la central Bocamina 2 que tendrá un cierre definitivo en mayo de 2022.</li> </ul>
Agropecuaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La actividad agropecuaria en la comuna ha tenido un bajo desarrollo.</li> <li>• Solo en sectores específicos se ha mantenido una actividad agrícola y ganadera de pequeña escala.</li> <li>• Esto se explica por las condiciones geográficas y la capacidad de uso del suelo al solo contar con:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ un 15.2% de superficie de suelos cultivables con moderadas limitaciones de uso susceptibles de corrección y riesgos de daños.</li> <li>○ un 15.8% de suelos cultivables solo ocasionalmente por presentar serias limitaciones de uso y alto riesgo de daños.</li> </ul> </li> <li>• Solo un 14,6% del territorio de la comuna corresponde a terrenos de uso agrícola que soporta cultivos anuales y permanentes, siendo las praderas naturales y los terrenos en barbecho las superficies de cultivo más importantes, destinadas en su gran mayoría a chacras y hortalizas.</li> <li>• Como ya se señalaba, la capacidad de uso de suelo no es la más idónea para la actividad agrícola.</li> <li>• Existe un 44.6% de superficie de suelos de uso restringido para pastoreo y uso principal para forestación.</li> <li>• Se tiene un 24.3% apta para pastoreo y forestación, pero susceptibles a la erosión.</li> <li>• Es decir, existe un potencial en cuanto a la ganadería, pero se ve limitado por la predominancia del sector forestal y, al no ser una actividad industrializada, requiere complementarse con la agricultura cuyo potencial es bajo.</li> </ul>
Acuicultura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La acuicultura no se ha desarrollado en la comuna principalmente por la existencia de conflictos de uso con zona portuaria, industria pesquera, astilleros, defensa y emisarios submarinos.</li> <li>• La potencialidad se ve limitada por los conflictos de uso.</li> </ul>

**Ministerio del Medio Ambiente**

Estudio de Vulnerabilidad Climática Regional y de las opciones de mitigación y adaptación con énfasis en el borde costero: "Caso de estudio Comuna de Coronel"

Minería	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Junto a Lota, Coronel se desarrolló como una ciudad pionera en la industria del carbón en Chile.</li> <li>• Gran parte de las minas se encontraban en el sector ahora llamado Schwager.</li> <li>• Las Instalaciones Carboníferas que existieron fueron: Chiflones 1, 2, 3, 4, Pique Santa María, y el Pique Arenas Blancas.</li> <li>• Ya en la década de 1990, las minas del carbón cerraron casi en su totalidad, produciendo un enorme desempleo. Para aliviar esta depresión económica se construye el Puerto de Coronel, diversos parques industriales principalmente en la zona norte de la comuna y una doble calzada hacia Concepción.</li> <li>• La actividad minera ya cesó en Coronel.</li> </ul>
---------	--

**Anexo 4. Producto Interno Bruto de Actividades Económicas de la región de Biobío**

Actividad económica	Miles de millones de pesos	(%)
Agropecuario - Silvícola	736	5.02
Pesca	188	1.28
Minería	1	0.01
Industria manufacturera	2981	20.35
Electricidad, gas, agua y gestión de desechos	1011	6.90
Construcción	1219	8.32
Comercio, restaurantes y hoteles	1057	7.22
Transporte, información y comunicaciones	1047	7.15
Servicios financieros y empresariales	1330	9.08
Servicios de vivienda e inmobiliarios	1539	10.51
Servicios personales	2522	17.22
Administración pública	1016	6.94
<b>Total</b>	<b>14647</b>	<b>100</b>

Anexo 5. Benchmark de medidas de adaptación al cambio climático

Documento fuente	Medidas de adaptación	Acción específica	Sector de la Región del Biobío	Cadenas de impacto relacionadas
Programa estatal para la acción climática ante el cambio climático de Jalisco	Ejecutar el Programa Integral de Desarrollo Rural.	Construir obras de infraestructura básica en zonas de atención prioritaria, y en municipios en condiciones de pobreza extrema y rezago social	Agrícola	Inundaciones en zonas urbanas
Programa estatal para la acción climática ante el cambio climático de Jalisco	Aumentar la resiliencia en sectores vulnerables a través del desarrollo de capacidades para el desarrollo social	Rescatar y adoptar buenas prácticas agrícolas e incentivar proyectos agropecuarios integrales para la adaptación al cambio climático del sector.	Agrícola	Aprovechamiento agua superficial de riego
Programa estatal para la acción climática ante el cambio climático de Jalisco	Fortalecer el Sistema de Vigilancia Epidemiológica	Detectar y notificar al Sistema de Vigilancia de Daños a la Salud por Temperaturas Extremas, el cual vigila golpe de calor, deshidratación y quemadura solar de marzo a octubre; así como hipotermia, intoxicación por monóxido de carbono y quemaduras por frío de octubre a marzo.	Salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mortalidad prematura neta por cambio de temperatura</li> <li>Mortalidad prematura por calor</li> </ul>
Programa estatal para la acción climática ante el cambio climático de Jalisco	Atender y controlar las enfermedades producidas por vectores y zoonosis	Eliminación de EMHCAS en localidades y municipios prioritarios (cuando menos una vez por mes).	Salud	Efecto olas de calor en la salud humana
Programa estatal para la acción climática ante el cambio climático de Jalisco	Atender y controlar las enfermedades producidas por vectores y zoonosis	Mejorar la vivienda: encalado, colocación de suelo raso en lugares con mayor incidencia de picadura (de acuerdo con la información de la encuesta y a lo que ven de la vivienda).	Salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>Efectos de la isla de calor urbana</li> <li>Inundaciones</li> </ul>
Programa estatal para la acción climática ante el cambio climático de Jalisco	Establecer el sistema de vigilancia, alerta temprana, gestión de riesgos y atención expedita utilizando los sistemas más efectivos de monitoreo directo e indirecto y de comunicación a la población, atendiendo a sus respectivas condiciones de vulnerabilidad	Ejecutar acciones preventivas ante situaciones de riesgos en el interior del estado de Jalisco (recorridos de supervisión, monitoreo de presas, lluvias, pronósticos hidrometeorológicos, alerta y evacuación de la población ante situaciones de riesgo, etc.).	Vivienda y construcción	Inundaciones en zonas urbanas
Programa estatal para la acción climática ante	Impulsar el uso eficiente y sustentable del recurso hídrico en	Reutilizar el agua tratada de las plantas de tratamiento del Estado de Jalisco para el aprovechamiento en actividades	Agropecuaria	Sequías hidrológicas / Agua superficial de riego

el cambio climático de Jalisco	todas las actividades productivas actualizando periódicamente la disponibilidad total de agua	agrícolas, industriales, recreativas y riego de áreas verdes; ofertándola a los usuarios a precios inferiores del agua de primer uso.		
Programa estatal para la acción climática ante el cambio climático de Jalisco	Fomentar e incrementar la efectividad en el manejo y conservación de las áreas protegidas a fin de reducir los impactos combinados del cambio climático y las presiones de degradación ambiental existentes, así como la conectividad entre las áreas naturales	Realizar un manejo de Áreas Naturales Protegidas de carácter estatal, las coadministradas con la CONANP, sitios Ramsar y otras modalidades de conservación, garantizando la integración de la perspectiva de género en los diferentes procesos, asegurando planes de manejo y programas operativos anuales con perspectiva de género.	Turismo	Biodiversidad
Programa estatal para la acción climática ante el cambio climático de Jalisco	Fomentar e incrementar la efectividad en el manejo y conservación de las áreas protegidas a fin de reducir los impactos combinados del cambio climático y las presiones de degradación ambiental existentes, así como la conectividad entre las áreas naturales	Incrementar el número de ANP, tomando en cuenta las características territoriales de cada región y analizando las actividades que los diferentes grupos realizan en tales espacios para tomar en cuenta las dinámicas sociales.	Turismo	Biodiversidad
Vulnerabilidad de las zonas costeras de Latinoamérica al Cambio Climático: Las zonas costeras ante el cambio climático: la infraestructura verde como estrategia para disminuir la vulnerabilidad de la costa de Latinoamérica	Cambios en el plan de ordenamiento y códigos de construcción chilenos. Región Maule, Chile.	1) Diseño e implementación de un plan de zonificación para disminuir la vulnerabilidad de la población; 2) Restricción de la densidad de uso de edificaciones en zonas inundadas por el tsunami; 3) Generación de un corredor verde entre las dunas y la población; 4) Promoción de la construcción de infraestructura con mayor resiliencia a las inundaciones (palafitos) en zonas expuestas a inundación por tsunami y marejadas.	Portuario / Turismo	Puertos estatales / Playa
Vulnerabilidad de las zonas costeras de Latinoamérica al Cambio Climático: Las zonas costeras ante el cambio climático: la	Rehabilitación de dunas en playas de la Habana, Cuba	1) Retirada del paseo peatonal y del bosque de casuarinas de la playa 2) Formación de dunas a lo largo del frente de playa con captadores de arena (estacas) 3) Revegetación con especies nativas para evitar que las dunas migren tierra adentro. Resultado: Incremento	Portuario / Turismo	Puertos estatales / Playa

infraestructura verde como estrategia para disminuir la vulnerabilidad de la costa de Latinoamérica		notable del volumen de arena en la playa emergida y el crecimiento de dunas estables de hasta 5 m de altura.		
Vulnerabilidad de las zonas costeras de Latinoamérica al Cambio Climático: Las zonas costeras ante el cambio climático: la infraestructura verde como estrategia para disminuir la vulnerabilidad de la costa de Latinoamérica	Recuperación de una playa altamente turística en República Dominicana	1) Zonificación costera; 2) Remoción de infraestructura sobre la playa; 3) Destrucción de dos rompeolas para permitir la circulación del sedimento; 4) Relleno artificial de la playa con 135,000 m3 de arena, con un volumen promedio del relleno de 90m3*m-1 y; 5) Construcción de dunas frontales con vegetación nativa.	Portuario / Turismo	Puertos estatales / Playa
Estrategia de Cambio Climático de Castilla-La Mancha. Horizontes 2020 Y 2030	Adaptación al cambio climático en entornos urbanos.	-Fomentar el trabajo en red para diseñar, desarrollar e implementar estrategias, programas y actividades en materia de cambio climático desde los municipios. - Introducir criterios bioclimáticos en la construcción de nuevos edificios y en la rehabilitación de inmuebles y áreas urbanas. - Mejorar el aislamiento térmico de inmuebles y viviendas. - Sustituir techos y azoteas por techos fríos (ajardinados o con mayor reflectancia solar – blancos -) - Incrementar el uso de pavimentos fríos. - Modernizar la climatización de los centros públicos para la protección de personas vulnerables frente a olas de calor. - Incrementar la vegetación y arbolado urbano con especies autóctonas no alergógenas.	Vivienda y construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inundaciones</li> <li>• Efecto de la isla de calor urbana</li> </ul>
Estrategia de Cambio Climático de Castilla-La Mancha. Horizontes 2020 Y 2031	. Mejora de la gestión de los recursos hídricos en las ciudades	- Garantizar la calidad de los retornos en la depuración y derivar los excedentes hacia el abastecimiento urbano en situaciones de emergencia. - Fomentar la utilización de agua regenerada para el riego de zonas verdes urbanas. - Garantizar el suministro de agua ante períodos de sequía mediante la mejora de las redes de distribución, reducción	Vivienda y construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguridad hídrica doméstica urbana</li> <li>• Seguridad hídrica doméstica rural</li> </ul>

		<p>de fugas de agua, instalación de depósitos en edificios, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Planificación y monitoreo frente a inundaciones y otros fenómenos meteorológicos adversos.</li> <li>- Adecuar las infraestructuras urbanas (red de alcantarillado, evacuación de pluviales,...) para reducir su vulnerabilidad frente a eventos meteorológicos extremos (depósitos anti-DSU: depósitos de tormenta y balsas de laminación).</li> <li>- Separar los sistemas de pluviales de la red de alcantarillado para potenciar el aprovechamiento de aguas de lluvia y grises para riego de zonas verdes u otros usos.</li> <li>- Mejorar los sistemas de drenaje, tejados verdes y pavimentos permeables.</li> </ul>		
Estrategia de Cambio Climático de Castilla-La Mancha. Horizontes 2020 Y 2032	Reducción de la vulnerabilidad en la caza y la pesca	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fomentar la calidad y la actividad cinegética y piscícola sostenible</li> <li>- Adecuar las Órdenes de Vedas de caza y pesca a la nueva realidad creada por el cambio climático(listas de especies, cupos y calendarios).</li> <li>- Implementar un sistema de monitorización poblacional y de vigilancia epidemiológica de enfermedades y vectores que permita detectar brotes de enfermedades en especies cinegéticas.</li> <li>- Fomentar un aumento del aporte artificial de agua y alimento, y la creación de sombras para especies cinegéticas.</li> <li>- Fomentar la caza y la pesca de especies autóctonas y reforzar la lucha contra especies exóticas, con especial atención a las potencialmente invasoras.</li> <li>- Fomentar la conservación, mejora y restauración de hábitats cinegéticos y piscícolas para reducir la vulnerabilidad y contribuir a la conservación de las especies autóctonas objeto de aprovechamiento.</li> </ul>	Acuicultura / Pesca	Disminución de la productividad en salmonicultura por pérdida de provisión de agua dulce
Plan de Manejo Integrado de la Zona Costera para el Complejo de las Bocanas de Guapi e	Mejora de la gestión de recursos hídricos	Proyecto 7.3. Formulación del plan de manejo integrado de cuencas hidrográficas.	Salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguridad hídrica domestica urbana</li> <li>• Seguridad hídrica domestica rural</li> </ul>

Iscuandé PACIFICO COLOMBIANO Fase II				
Plan de Manejo Integrado de la Zona Costera para el Complejo de las Bocanas de Guapi e Iscuandé PACIFICO COLOMBIANO Fase II	Mejora de la gestión de recursos forestales	<p>Proyecto 8.2. Ordenación forestal del ecosistema guandal, con fines de uso, manejo y conservación.</p> <p>Proyecto 8.3. Establecimiento parcelas permanentes de investigación (ppi) como estrategia de conservación in situ y ex situ de la biodiversidad y alternativa económica para las comunidades.</p> <p>Proyecto 1.2. Identificación, selección, establecimiento y manejo de fuentes semilleros de especies forestales económicamente importantes, como estrategia de conservación in situ y ex situ de la biodiversidad y alternativa económica para las comunidades.</p>	Forestal / Turismo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incendio en bosques nativos</li> <li>• Pérdida de flora y fauna</li> </ul>
Plan de Manejo Integrado de la Zona Costera para el Complejo de las Bocanas de Guapi e Iscuandé PACIFICO COLOMBIANO Fase II	Mejora de la gestión de recursos hidrobiológicos	<p>Proyecto 9.1. Determinación del potencial pesquero de la UMI Guapi-Iscuandé.</p> <p>Proyecto 9.2. Zonificación ambiental, ordenación y formulación de planes de manejo pesqueros.</p>	Acuicultura / Pesca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desembarque pesquero artesanal</li> <li>• Pérdida de biomasa</li> </ul>
Plan de Manejo Integrado de la Zona Costera para el Complejo de las Bocanas de Guapi e Iscuandé PACIFICO COLOMBIANO Fase II	Mejora de la gestión de riesgo de desastres	<p>Proyecto 11.2. Sensibilización y capacitación de las organizaciones comunitarias e instituciones para que se involucren en actividades de planificación, gestión y control de situaciones de desastre.</p> <p>Proyecto 11.3. Monitoreo de áreas vulnerables a riesgos y amenazas naturales.</p>	Salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anegamientos de asentamientos costeros</li> <li>• Inundaciones</li> </ul>
Plan de Manejo Integrado de la Zona Costera para el Complejo de las Bocanas de Guapi e Iscuandé PACIFICO COLOMBIANO Fase II	Mejora de la producción	<p>Proyecto 4.2. Evaluación, ajuste e implementación de medidas de control sobre los sectores productivos.</p> <p>Proyecto 1.3. Fomento de prácticas de manejo y uso sostenible del suelo que favorezcan el estado de las condiciones edafológicas que incremente su productividad.</p> <p>Proyecto 1.4. Identificación, validación y fortalecimiento de las cadenas agroalimentarias.</p>	Industria manufactura Agricultura	Cambio productivo
Far North and Outback SA Climate Change Adaptation Plan	Desarrollo costero en un contexto de cambio climático	-Implementar pautas para el diseño de la gestión costera para garantizar que los nuevos activos e instalaciones se construyan en ubicaciones que minimicen el riesgo de	Portuario / Turismo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Downtime en caletas de pescadores</li> </ul>

		<p>impacto futuro del aumento del nivel del mar.</p> <p>-Utilizar modelamiento y mapeo para identificar los activos en riesgo por el aumento del nivel del mar y las marejadas ciclónicas relacionadas a erosión e inundaciones.</p> <p>-Mantener las costas vivas, como las áreas con vegetación, para proporcionar barreras de defensa natural que reduzcan la energía de las olas y la erosión.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Downtime en puertos estatales</li> <li>• Erosión de playas</li> <li>• Pérdida de atractivo turístico en destinos de sol y playa</li> </ul>
Far North and Outback SA Climate Change Adaptation Plan	Mejorar la salud y bienestar de la población	<p>-Mejorar los sistemas de notificación en relación a eventos extremos, para asegurar que las personas tengan una alerta temprana de condiciones de alto riesgo.</p> <p>-Aumentar la atención médica preventiva durante los períodos más fríos del año para fortalecer la resiliencia de las personas, especialmente de los miembros vulnerables de la comunidad.</p> <p>-Modificar el horario de los eventos deportivos y comunitarios para evitar períodos de calor extremo (diario y estacional).</p> <p>-Monitorear y administrar a los usuarios actuales y nuevos de los recursos hídricos subterráneos; y aumentar la energía solar fotovoltaica acoplada y el almacenamiento de baterías para respaldar una mayor refrigeración mediante el uso de aire acondicionado. Esto requerirá considerar cómo proporcionar tales sistemas a las personas de bajos ingresos.</p>	Salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anegamientos de asentamientos costeros</li> <li>• Inundaciones</li> <li>• Seguridad hídrica doméstica urbana</li> <li>• Seguridad hídrica doméstica rural</li> </ul>
Far North and Outback SA Climate Change Adaptation Plan	Manejo forestal y de fauna y flora	<p>-Aumentar el control de las especies de flora y fauna vegetal y animal plagas, incluso mediante el uso de controles biológicos.</p> <p>-Mejorar el seguimiento de los sistemas y utilizar mejor los datos recopilados para informar las actividades de gestión sobre el terreno. Los datos de seguimiento deben estar vinculados a la comprensión de los factores desencadenantes y umbrales de cambio en los sistemas naturales.</p> <p>-Gestionar, restaurar y aumentar la conectividad para apoyar la migración y los cambios de distribución de la flora y la fauna, especialmente entre los refugios climáticos.</p>	Forestal / Turismo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida de flora y fauna (biodiversidad)</li> <li>• Incendio en bosques nativos</li> <li>• Verdor en bosques nativos</li> <li>• Incendio en plantaciones forestales</li> <li>• Verdor en plantaciones forestales</li> </ul>

		<p>-Aumente la cobertura de la superficie del suelo para evitar la erosión. Esto se puede lograr a través de programas existentes que están siendo implementados por organizaciones de MRN con pastores.</p> <p>-Implementar más quema de parches para disminuir el riesgo de grandes incendios forestales.</p>		
Far North and Outback SA Climate Change Adaptation Plan	Mejora de la infraestructura vial	<p>-Aumentar la instalación de energías renovables a pequeña escala para reducir los requisitos de transporte de combustible.</p> <p>-Aumentar los gastos de la red de carreteras, incluido un mejor mantenimiento y sellar una mayor parte de la red sin sellar (por ejemplo, Strzelecki Track).</p> <p>-Aumentar el uso de Internet para respaldar la prestación de servicios financieros, educativos y de salud, reduciendo así la necesidad de que los vehículos utilicen las carreteras, especialmente durante los períodos de clima extremo.</p> <p>-Investigación y desarrollo de aglutinantes para superficies de carreteras que puedan soportar temperaturas más altas en la región.</p> <p>-Fortalecer los cruces de arroyos y las vías de inundación para permitir el movimiento de vehículos durante los períodos de inundación.</p>	Vivienda y Construcción / Infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inundaciones en zonas urbanas</li> <li>• Inundaciones por desbordes de Ríos</li> <li>• Efectos de la isla de calor urbana</li> </ul>
Draft California Adaptation Planning Guide (2020)	Agricultura en un contexto de cambio climático	<p>Estrategia AG-1: Fomentar la cría de ganado y la adopción de cultivos mejor adaptados a temperaturas más cálidas y mayor variabilidad de las precipitaciones.</p> <p>Estrategia AG-2: Revisar los planes de uso de la tierra para acomodar cambios en los tipos de actividades agrícolas y permitir cambios en áreas agrícolas viables.</p> <p>Estrategia AG-3: Cambiar el manejo del suelo y las técnicas de plantación y cultivo para mejorar la salud del suelo y las plantas.</p> <p>Estrategia AG-4: Plantar árboles o construir estructuras de sombra para el ganado.</p> <p>Estrategia AG-6: Proporcionar un hábitat suficiente para los polinizadores nativos y las especies beneficiosas en las áreas agrícolas y adyacentes a ellas.</p>	Productivo / Agropecuario	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio productivo</li> </ul>

<p>Draft California Adaptation Planning Guide (2020)</p>	<p>Biodiversidad y hábitat en un contexto de cambio climático</p>	<p>Estrategia BH-1: Mejorar la cooperación interinstitucional en los esfuerzos de conservación ecológica.  Estrategia BH-2: Restaurar y conservar tierras identificadas como nuevas aptas para hábitats y especies de interés, así como corredores entre el hábitat actual y las tierras futuras recientemente adecuadas.  Estrategia BH-3: Restaurar ecosistemas degradados para mejorar la capacidad de adaptación natural de las comunidades biológicas.  Estrategia BH-4: Educar a los miembros de la comunidad sobre los riesgos climáticos para los hábitats y la biodiversidad, y la necesidad de salvaguardar estos sistemas naturales.  Estrategia BH-5: Promover diversas oportunidades económicas que respondan a los cambios en los recursos naturales disponibles.  Estrategia BH-6: Usar soluciones basadas en la naturaleza para mejorar la resiliencia mientras se promueve la biodiversidad.</p>	<p>Forestal / Turismo</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida de flora y fauna (biodiversidad)</li> <li>• Incendio en bosques nativos</li> <li>• Verdor en bosques nativos</li> <li>• Incendio en plantaciones forestales</li> <li>• Verdor en plantaciones forestales</li> </ul>
<p>Draft California Adaptation Planning Guide (2020)</p>	<p>Sector energía en un contexto de cambio climático</p>	<p>Estrategia EN-1: Fortalecer los sistemas de infraestructura energética contra los daños causados por los efectos relacionados con el clima y ampliar la redundancia en la red energética.  Estrategia EN-2: Transición a fuentes de energía climáticamente inteligentes.  Estrategia EN-3: Minimizar el estrés en la red eléctrica.  Estrategia EN-4: Mantener la capacidad de generación hidroeléctrica en la medida de lo posible.  Estrategia EN-5: Descentralizar el suministro de energía y la capacidad de almacenamiento de energía para mejorar la independencia energética.</p>	<p>Energía</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impacto de Aumento de Temperatura sobre Líneas de Transmisión</li> <li>• Impactos de Disminución del Recurso Hídrico</li> </ul>
<p>Draft California Adaptation Planning Guide (2020)</p>	<p>Sector forestal en un contexto de cambio climático</p>	<p>Estrategia FOR-1: Desarrollar un grupo de trabajo de manejo forestal local para manejar las cargas de combustible, el aclareo, la remoción de matorrales y las quemas prescritas.  Estrategia FOR-2: Brindar información a los propietarios de viviendas sobre los requisitos legales de manejo de la vegetación y promover cortes de combustible para reducir</p>	<p>Forestal</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incendio en bosques nativos</li> <li>• Verdor en bosques nativos</li> <li>• Incendio en plantaciones forestales</li> </ul>

		<p>la propagación del fuego en áreas boscosas y WUI. Estrategia FOR-4: Proporcionar a los propietarios privados de tierras incentivos para la protección forestal a través de servidumbres y bosques en explotación que puedan devolver los ingresos de la extracción de madera para cubrir los impuestos y otros gastos de mantenimiento de las tierras forestales, evitando así la fragmentación de la tierra y la conversión a usos no forestales. Estrategia FOR-5: Establecer políticas y planes de manejo para desarrollar bosques urbanos e incentivar el uso de mejores prácticas para el mantenimiento y preservación a largo plazo de árboles urbanos.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verdor en plantaciones forestales</li> </ul>
<p>Draft California Adaptation Planning Guide (2020)</p>	<p>Océano y costa en un contexto de cambio climático</p>	<p>Estrategia OCR-1: Desarrollar un plan de manejo adaptativo para abordar los impactos a largo plazo del aumento del nivel del mar. Incluya una evaluación de la vulnerabilidad local, incluida la infraestructura como carreteras e instalaciones de recuperación de agua, edificios en las áreas de inundación y ecosistemas. Estrategia OCR-2: Facilitar la retirada gestionada o la mejora de las áreas de mayor riesgo. Retírese gradualmente de las áreas de mayor riesgo, use estas áreas de manera diferente o mejore los edificios y otras instalaciones en las áreas de riesgo. Desarrollar planes que permitan inundaciones costeras en áreas definidas. Estrategia OCR-3: Exigir la contabilidad del aumento del nivel del mar en todas las aplicaciones para nuevos desarrollos en áreas costeras. Asegúrese de que todas las aplicaciones para nuevos desarrollos tengan en cuenta el aumento proyectado del nivel del mar y brinden una protección adecuada (por ejemplo, retrocesos en la elevación, soluciones basadas en la naturaleza).</p>	<p>Portuario / Pesca</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Downtime en caletas de pescadores</li> <li>• Downtime en puertos estatales</li> <li>• Desembarque pesquero artesanal</li> </ul>
<p>Draft California Adaptation Planning Guide (2020)</p>	<p>Salud pública en un contexto de cambio climático</p>	<p>Estrategia PH-1: Establecer ubicaciones de centros de resiliencia en vecindarios de toda la comunidad. Estrategia PH-2: Integrar el cambio climático y la equidad en salud en los programas tradicionales de salud pública y las funciones básicas. Estrategia PH-3: Colaborar con organizaciones comunitarias para desarrollar o expandir programas de</p>	<p>Salud</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anegamientos de asentamientos costeros</li> <li>• Inundaciones</li> <li>• Efectos de la isla de calor urbana</li> </ul>

		<p>agricultura urbana y ecologización urbana. Estrategia PH-4: Desarrollar un programa de divulgación de preparación climática enfocado en poblaciones vulnerables que brinde información sobre cómo mantenerse saludable y seguro durante eventos peligrosos. Estrategia PH-5: Ampliar la capacitación de empleadores y trabajadores en industrias con trabajo al aire libre, incluida la garantía o agua adecuada, sombra, descansos, protección contra la mala calidad del aire, capacitación sobre los impactos del calor y enfermedades transmitidas por vectores. Estrategia PH-6: Coordinar con los servicios locales para personas sin hogar para garantizar que los refugios de emergencia estén disponibles durante eventos de calor extremo, mala calidad del aire, eventos climáticos severos y otras condiciones altamente peligrosas. Asegúrese de que la población local sin hogar conozca estos recursos. Estrategia PH-7: Trabajar con proveedores médicos y hospitales locales para garantizar que las instalaciones médicas estén preparadas para satisfacer cualquier aumento de la demanda debido a eventos peligrosos. Estrategia PH-8: Identificar y remediar las áreas de drenaje deficiente para reducir el riesgo de enfermedades debido al agua estancada.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mortalidad prematura neta por cambio de temperatura</li> <li>• Mortalidad prematura por calor</li> <li>• Efecto olas de calor en salud humana</li> <li>• Discomfort térmico ambiental</li> <li>• Efectos de las heladas en ciudades</li> <li>• Inundaciones en zonas urbanas</li> <li>• Inundaciones por Desbordes de Ríos</li> </ul>
Draft California Adaptation Planning Guide (2020)	Agua en un contexto de cambio climático	<p>Estrategia W-1: Reducir el riesgo de inundaciones y sequías mediante el manejo integrado de cuencas. Estrategia W-2: Reducir las inundaciones locales mediante la implementación de desarrollos de bajo impacto. Estrategia W-3: Incrementar la eficiencia y conservación del agua. Estrategia W-4: Mejorar los sistemas de agua y aguas residuales para adaptarse a los cambios proyectados en la calidad y disponibilidad del agua.</p>	Salud / Vivienda y Construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inundaciones</li> <li>• Anegamientos de asentamientos costeros</li> <li>• Inundaciones en zonas urbanas</li> <li>• Inundaciones por Desbordes de Ríos</li> <li>• Seguridad hídrica doméstica urbana</li> <li>• Seguridad hídrica doméstica rural</li> </ul>

Draft California Adaptation Planning Guide (2020)	Uso del suelo en un contexto de cambio climático	Estrategia LUCD-2: Aumentar la capacidad de recuperación del desarrollo residencial y comercial existente mediante el fortalecimiento estructural, jardinería a prueba de incendios y mejoras de eficiencia energética.	Vivienda y Construcción	Efectos de la isla de calor urbana
Adaptación al cambio climático en ciudades costeras de Colombia - Guía para la formulación de planes de adaptación	Estrategias ante el aumento del nivel del mar	-Diques/barreras de concreto -Espolones de ecosistemas existentes -Bioingeniería	Portuario / Turismo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Downtime en caletas de pescadores</li> <li>• Downtime en puertos estatales</li> <li>• Erosión de playas</li> <li>• Pérdida de atractivo turístico en destinos de sol y playa</li> </ul>
Cambio climático en un paisaje vivo: Vulnerabilidad y adaptación en la Cordillera Real Oriental de Colombia, Ecuador y Perú	Adaptación basada en ecosistemas	-Rehabilitación y restauración de ecosistemas degradados. -Promoción de sistemas agroforestales para ampliar la capacidad de recuperación del ecosistema y sus servicios ambientales. -Establecimiento de corredores, principalmente en zonas ribereñas y consolidación de una matriz de conectividad en el paisaje. -Reducción de la presión por el cambio en el uso de la tierra y evitar la conversión de ecosistemas naturales hacia otros usos. -Recuperación del conocimiento tradicional relacionado con prácticas agrícolas y de conservación. -Promoción de sistemas agrícolas que promuevan la diversidad y minimicen el riesgo económico y ecológico a las poblaciones locales. -Desarrollar e incrementar capacidades y vocaciones productivas locales de las comunidades e instituciones que contribuyen a mantener y/o recuperar la elasticidad de ecosistemas al CC.	Forestal / Agricultura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incendio en bosques nativos</li> <li>• Verdor en bosques nativos</li> <li>• Incendio en plantaciones forestales</li> <li>• Verdor en plantaciones forestales</li> <li>• Cambio productivo</li> </ul>
California's 2017 Climate Change Scoping Plan	Lograr el éxito en el apoyo a las economías agrícolas y rurales resilientes y las tierras naturales y de trabajo	Mejorar la gestión del estiércol, mejorar la salud del suelo, generando energía renovable, electrificando las operaciones, utilizando biomasa residual y aumentando la eficiencia del uso de agua, fertilizantes y energía para reducir los supercontaminantes.	Agricultura	Cambio productivo

<p>California's 2017 Climate Change Scoping Plan</p>	<p>Lograr el éxito en la protección de los suministros de agua de California</p>	<p>-Aumentar el ahorro de agua mediante la certificación de tecnologías innovadoras para la conservación del agua y el desarrollo e implementación de nuevos objetivos de conservación, planes actualizados de gestión del agua para la agricultura y regulaciones de conservación a largo plazo;          -Desarrollar y apoyar suministros de agua más confiables para las personas, la agricultura y el medio ambiente, proporcionados por un sistema de recursos hídricos más resistente, diversificado y administrado de manera sostenible con un enfoque en acciones que proporcionen reducciones directas de GEI.          -Hacer de la conservación una forma de vida de California usando y reutilizando el agua de manera más eficiente a través de una mayor conservación del agua, jardinería tolerante a la sequía, captura de aguas pluviales, reciclaje de agua y reutilización para ayudar a satisfacer las demandas futuras de agua y adaptarse al cambio climático.</p>	<p>Salud</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguridad hídrica domestica urbana</li> <li>• Seguridad hídrica domestica rural</li> </ul>
<p>Estrategia Climática de Largo Plazo de Chile - Mesa Minera. Políticas e Instrumentos (2020)</p>	<p>Son objetivos (no medidas)</p>	<p>-Transitar de manera gradual, desde un modelo económico lineal, de extraer-usar-desechar, hacia uno de economía circular, en las operaciones mineras, con un foco en el desarrollo de soluciones locales y de reutilización de la infraestructura existente.          -Fomentar el uso de las Soluciones Basadas en la Naturaleza para adaptarse a los impactos del cambio climático en la Minería.          -Incorporar la participación directa de los pueblos indígenas en la elaboración e implementación de las estrategias, a través de un diálogo constante con las empresas mineras y el sector público.          -Promover Investigación y desarrollo tecnológico (I+D) en iniciativas públicas – privadas que promuevan el uso de tecnologías bajas en emisiones y la utilización de combustibles alternativos, orientando la investigación con alta relevancia en regiones. Además de asegurar que se puedan implementar las nuevas tecnologías (creación de capacidades y políticas necesarias)          -Incorporar criterios de adaptación y riesgo al cambio</p>	<p>Minería</p>	<p>Minería</p>

		<p>climático en el diseño y operación de las faenas mineras con un foco multidisciplinario y local (considerando toda la infraestructura necesaria: faenas de alta montaña y en borde costero)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Reducir el consumo de agua en las operaciones mineras, minimizando la necesidad de agua dulce fresca e integrar las acciones de la minería con otros sectores para reducir las presiones sobre el recurso hídrico para una mayor eficiencia hídrica.</li> <li>-Impulsar el cambio de la matriz de generación eléctrica mediante contratos de suministro basados en fuentes renovables y el desarrollo de las energías renovables no convencionales.</li> <li>-Incrementar la eficiencia energética y sustitución de combustibles fósiles en las operaciones mineras.</li> <li>-Fomentar el uso del hidrógeno verde, generando una normativa con condiciones habilitantes para su uso.</li> </ul>		
Adapting to Climate Change: A Guide for the Mining Industry (2009)	Modelado científico regional y a nivel de sitio para identificar y cuantificar riesgos físicos y oportunidades a nivel local.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Modelar los cambios probables en la temperatura y la lluvia que podrían representar un peligro para las operaciones mineras con la creación de un inventario de riesgos (AngloAmerican).</li> <li>-Creación de modelos de circulación general reducidos para evaluar los impactos del cambio climático tanto en las operaciones como en las comunidades. Examinar tanto peligros climáticos naturales como la vulnerabilidad inherente de la infraestructura, la población y las actividades socioeconómicas existentes (Exxaro).</li> </ul>	Minería	Minería
Adapting to Climate Change: A Guide for the Mining Industry (2009)	Garantizar estándares sólidos de diseño y construcción de ingeniería para las instalaciones:	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Recopilar datos sobre la probabilidad, magnitud y frecuencia de eventos climáticos extremos para comprender el impacto acumulativo del CC en las estructuras (Kumba Iron Ore).</li> <li>- Construir las operaciones mineras en zonas donde se resista una mayor frecuencia y magnitud de condiciones climáticas extremas (Alumina).</li> <li>- Construir instalaciones de almacenamiento de agua redundantes para contener las soluciones de proceso y capturar el agua de lluvia para su uso (Kinross).</li> </ul>	Minería	Minería

		- Elevar las instalaciones dos metros para resistir las inundaciones (Norsk Hydro).		
Adapting to Climate Change: A Guide for the Mining Industry (2009)	Revisar los procedimientos de emergencia y desarrollar planes de contingencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compra de seguros para las condiciones climáticas que afectarían las operaciones (Teck)</li> <li>- Realización de auditorías para controles de mitigación y medidas de respuesta frente a incendios forestales (Cameco).</li> <li>- Introducir campañas de concientización sobre la malaria para promover el diagnóstico temprano (Harmony Gold Mining)</li> <li>- Instalar un sistema de monitoreo del clima apoyado por radar en sus puertos para detectar y pronosticar tormentas a tiempo para apagar y asegurar el equipo (Vale).</li> </ul>	Minería	Minería
Adapting to Climate Change: A Guide for the Mining Industry (2009)	Diseño de medidas integrales de gestión del agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construir plantas de desalinización para las facilidades nuevas (Norsk Hydro)</li> <li>- Priorizar la reducción de las pérdidas por evaporación como una estrategia clave de gestión del agua (Newcrest Mining).</li> <li>- Explorar opciones como procesos de beneficio en seco, recuperación de agua de presas de lodos y recolección y uso de aguas pluviales (Exxaro).</li> <li>- Reciclar agua municipal para uso en operaciones mineras (Iluka Resources).</li> </ul>	Minería	Minería
Adapting to Climate Change: A Guide for the Mining Industry (2009)	Ampliación de carteras de productos básicos	Investigar la viabilidad de extraer otros minerales para depender menos de un solo producto y sus riesgos asociados con el cambio climático.	Minería	Minería
Adapting to Climate Change: A Guide for the Mining Industry (2009)	Innovación técnica y colaboración para proporcionar soluciones integradas para prosperar en un clima más severo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Probar sistemas de bombas de hielo duro y de tres cámaras, que pueden ofrecer nuevas soluciones para un enfriamiento efectivo en instalaciones subterráneas (Gold Fields).</li> <li>- Participar en la recuperación de agua con otras empresas para proporcionar agua potable en cantidad suficiente para satisfacer las necesidades de las minas como de los municipios locales. Explorar inversiones conjuntas similares con otras importantes empresas mineras y la empresa de servicios públicos nacional (Anglo American).</li> </ul>	Minería	Minería

<p>Adapting to Climate Change: A Guide for the Mining Industry (2009)</p>	<p>Inversión en tecnologías de energías renovables y combustibles alternativos</p>	<p>-Construir instalaciones de gas natural, geotermia, solar y eólica en las operaciones. Utilizar biodiesel en las operaciones subterráneas (Barrick).          - Invertir en el desarrollo de tecnologías de captura y almacenamiento de carbono (Rio Tinto Group).          - Desarrollar un proceso limpio para fabricar coque que genera ingresos a través de créditos de carbono y licencias de la tecnología (Sesa Goa).</p>	<p>Minería</p>	<p>Minería</p>
<p>Adapting to Climate Change: A Guide for the Mining Industry (2009)</p>	<p>Programas de reciclaje de residuos</p>	<p>Construir una instalación de recauchutado de neumáticos para abordar la escasez de suministro y las opciones problemáticas de eliminación. La vida útil prolongada de los neumáticos reduce el uso de energía y material al evitar la compra de neumáticos nuevos. Explorar otras opciones para reutilizar los residuos para la estabilidad del suministro y el uso de energía.</p>	<p>Minería</p>	<p>Minería</p>

**Anexo 6. Emisiones de CO<sub>2</sub>eq. (kton/año) de Sectores del INGEI regional Biobío**

Alcance 1		
I	Energía estacionaria	8888,80
II	Transporte	2953,75
III	Residuos	840,96
IV	IPPU	951,44
V	AFOLU	-445,88
Alcance 2		
I	Energía estacionaria	2405,88
II	Transporte	4,11

**Anexo 7. Emisiones de CO<sub>2</sub>eq. (kton/año) de Subsectores del INGEI regional Biobío**

Alcance 1		
I.1	Edificios residenciales	322,30
I.2	Edificios/instalaciones comerciales e institucionales	123,35
I.3	Industrias manufactureras y de la construcción	1623,28
I.4	Industrias energéticas	6642,23
II.1	Transporte por carretera	2534,54
II.2	Ferrovionario	9,24
II.3	Transporte marítimo	179,81
II.4	Aviación	103,25
II.5	Transporte fuera de carretera	126,90
III.1	Disposición de residuos sólidos	634,42
III.2	Tratamiento biológico de residuos	<b>0,00</b>
III.3	Incineración y quema a cielo abierto	9,12
III.4	Tratamiento y vertido de aguas residuales	197,42
IV.1	Procesos industriales	602,99
IV.2	Uso del producto	348,45
V.1	Agricultura	730,94
V.2	UTCUTS	-1176,81
Alcance 2		
I.1	Edificios residenciales	539,28
I.2	Edificios/instalaciones comerciales e institucionales	269,94
I.3	Industrias manufactureras y de la construcción	1208,49
I.4	Industrias energéticas	373,20
I.4.1	Otras industrias de la energía	244,51
I.4.4	Generación de electricidad suministrada a la red	128,69
I.5	Actividades agrícolas, de silvicultura y de pesca	14,98

**Ministerio del Medio Ambiente**

Estudio de Vulnerabilidad Climática Regional y de las opciones de mitigación y adaptación con énfasis en el borde costero: "Caso de estudio Comuna de Coronel"

---

<b>II.1</b>	Transporte por carretera	0,24
<b>II.2</b>	Ferroviario	3,88
<b>II.3</b>	Transporte marítimo	0,00



Av. Vitacura 2909, Las Condes  
Santiago, Chile  
[deuman.com](http://deuman.com)