

JUNIO DE 2024

RECURSOS NATURALES COMUNA DE ARAUCO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

CLIMA

Arauco posee un clima cálido con lluvias invernales y humedad atmosférica, lo que se visualiza en los meses de invierno con las lluvias y los consiguientes desbordes de ríos en la comuna. La precipitación está comprendida entre 1.200 y 1.500 mm de agua. Respecto a las divisiones climáticas, Arauco está marcada por una zona de templado cálido con lluvias invernales y humedad atmosférica (Municipalidad de Arauco, 2016).

Según la clasificación de Köppen, la comuna se encuentra inserta bajo la influencia de un clima Templado Lluvioso con Influencia Mediterránea o Mediterráneo con estación seca y lluviosa similar (Municipalidad de Arauco, 2016; en SIT Rural, 2021).

En cuanto a las temperaturas, durante el periodo comprendido entre los años 1980 y 2010, indican para el mes de enero una temperatura máxima de 22,2°C y una mínima de 5,9°C para el mes de julio (Municipalidad de Arauco, 2016; en SIT Rural, 2021).

GEOMORFOLOGÍA

Arauco, geomorfológicamente presenta siete unidades del relieve como lo son Playas, Terrazas (Alta, Media y Baja), Acantilados, Dunas, Llanuras Fluvio Marinas, Llanuras Fluviales y Humedales; estas dan modelamiento al característico relieve de la Comuna Costera del Sur de la región del Biobío (Municipalidad de Arauco, 2016).

El territorio comunal se constituye por áreas relativamente planas, con una superficie de 956,1 km². Existen cerros bajos y de pendientes ubicadas al sur y sur poniente de la ciudad de Arauco (Municipalidad de Arauco, 2023).

La comuna se emplaza en su totalidad en la Península de Arauco, a barlovento de la cordillera de Nahuelbuta (Flores & Martínez, 2014).

La ciudad de Arauco se emplaza en una amplia planicie constituida por una cubierta de espesor variable, de suelos formados por depósitos no consolidados acumulados en ambientes de tipo fluvial y aluvial. Hacia el interior, esta planicie está rodeada por cerros de mediana altura, constituidos por sedimentos marinos antiguos (terciarios) de consolidación media a baja y una importante cubierta de suelo vegetal (Servicio Nacional de Geología y Minería, 2010).

Las unidades geomorfológicas identificadas en el área corresponden a la cordillera de La Costa, planicies litorales, llanuras fluvio/marinas y valles. Entre los relieves costeros de erosión se observan plataformas y terrazas de abrasión marina de niveles superiores a 100 msnm e inferiores a 50 msnm. Dentro de los relieves de acumulación más cercanos a la costa se observan, principalmente, llanuras litorales y playas constituidas por arenas blancas cuarcíferas y negras basálticas. También se encuentran llanuras litorales modeladas en cordones de arenas blancas, llanuras aluviales y deltas de cuencas costeras, además de dunas, humedales y pantanos (Gobierno Regional del Biobío, 2015).

La costa de la península de Arauco corresponde a la denominada “región de costas de grandes bahías de regularización con protecciones de control estructural”. En dicha área se distinguen los siguientes individuos regionales, representativos de la región: horst costeros, bahías lobuladas amplias de regularización, planicies litorales amplias y plataforma más ancha (Araya-Vergara, 1976). El Golfo de Arauco corresponde a un área costera restringida abierta al norte, con una extensión de 1.440 km², 35 metros de profundidad promedio e importantes aportes fluviales (Della Croce et al., 1994), entre los cuales destacan la cuenca de los ríos Carampangue y Tubul-Raqui (Flores & Martínez, 2014).

HIDROGRAFÍA

Arauco posee una red hídrica compuesta por los ríos Carampangue, Lía, Pichilo, Laraquete, Quiapo, Tubul y Raqui, los que poseen principalmente un régimen de alimentación pluvial, donde alcanzan sus máximas crecidas en los meses de invierno ocasionando desbordes en la proximidad de su desembocadura, situación que se produce debido a la fuerte sedimentación que se experimenta en ese lugar y, también, por efecto de la retención de aguas provocadas por los períodos de altas mareas (Municipalidad de Arauco, 2016).

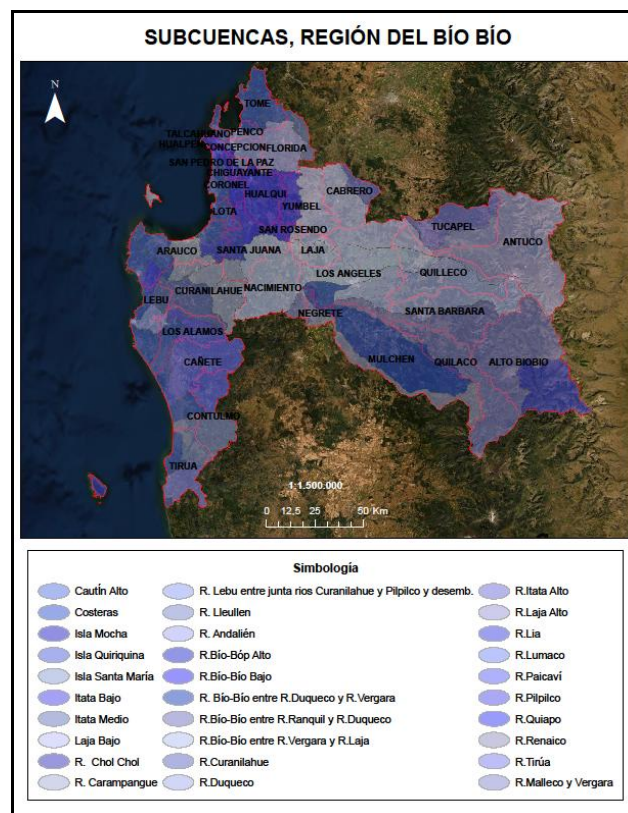
El río Carampangue nace en la parte alta de la cordillera de Nahuelbuta en la comuna de Curanilahue y se dirige hacia la desembocadura en la proximidad de la ciudad de Arauco, la que se ubica en la hoya del río Carampangue, junto a su desembocadura al mar. El volumen medio anual escurrido por el río se estima en unos 900 millones de metros cúbicos. (aprox. 30 m³/s) (Municipalidad de Arauco, 2016).

La cuenca del río Carampangue se forma en la costa de la provincia de Arauco, es una cuenca exorreica que se localiza en la vertiente barlovento de la cordillera costera de Nahuelbuta y se extiende por 70 km hasta la desembocadura en el Golfo de Arauco (Jaramillo, 2022).

La red hídrica de Arauco no está solamente compuesta por ríos, sino que además por humedales, como los de Carampangue, Tubul y Raqui (Municipalidad de Arauco, 2016).

La interacción entre el régimen pluvial de las cuencas costeras y la marea de régimen micromareal ha conformado uno de los humedales más importantes de la región debido a la alta diversidad biológica que lo caracteriza (Martínez *et al.*, 2012)

El humedal del río Carampangue posee una superficie aproximada de 204,3 ha. Se trata de un estuario intermareal tipo marisma donde existe un marcado gradiente de salinidad, lo que permite una importante diversidad de hábitats para especies de invertebrados, anfibios, reptiles y en especial de aves. Este ecosistema ayuda al aminoramiento y control de inundaciones, estabilización de la línea de costa, regulación de intensidad del oleaje, regulación hidrológica, provisión y mejoramiento de la calidad del agua, retención de contaminantes, recarga de napas subterráneas, protección contra marejadas, provisión de hábitats críticos para especies migratorias y para la reproducción de especies animales (Municipalidad de Arauco, 2023).



Subcuencas región del Biobío. Fuente: elaborado a partir de información de la Dirección General de Aguas (2016).

VEGETACIÓN

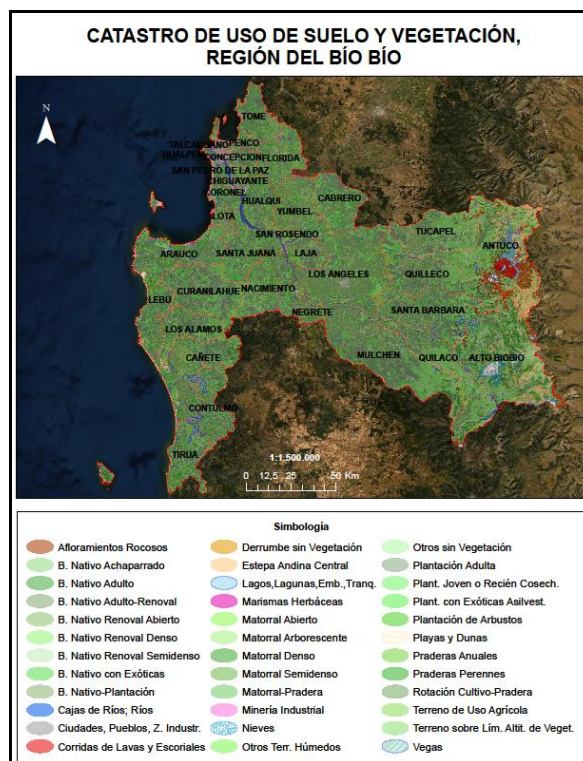
La Provincia de Arauco donde se localiza la comuna, presenta una gran diversidad ecológica, caracterizada por ecosistemas que son encabezados por la cordillera de Nahuelbuta. Ésta aún conserva bosque nativo, clasificado como bosque templado lluvioso, cubriendo una superficie total de 94.981 ha, presentando un tipo forestal roble-raulí-coihue (Wolodarsky-Franke y Díaz, 2011). Este monumento natural dista mucho de la realidad provincial que posee una importante superficie con plantaciones forestales de eucaliptus y pino radiata, equivalentes al 52,3% del territorio provincial y al 72,24% de la superficie regional de plantaciones forestales, transformando a la zona en el centro de la actividad forestal del país (CONAF y UACH, 2010; Manosalva, 2017).

En la comuna de Arauco, la superficie que corresponde al uso bosque, sub-uso bosque nativo, es del 15,2% (9.582,6 ha), el cual se encuentra en toda la comuna. Este bosque nativo se compone de cuatro tipos forestales, el tipo forestal Roble-Raulí-Coihue, el tipo forestal siempreverde, el tipo forestal esclerófilo y el tipo forestal Coihue-Raulí- Tapa (Centro de Información de Recursos Naturales, 2018).

La superficie de uso de praderas y matorrales en la comuna de Arauco alcanza el 12,1% de la superficie (11.673,9 hectáreas). De este porcentaje, las praderas representan el 23,8% (2.779,3 hectáreas), el matorral-pradera el 19,3% de la superficie (2.275,3 ha), le sigue el matorral arborescente con 32,3% (3.756,1 ha) y finalmente el 24,6% (2.863,2 ha) con el sub-uso matorral (Centro de Información de Recursos Naturales, 2018).

La comuna presenta 565 unidades de plantación en toda su superficie, la cual corresponde a 95.597,8 hectáreas. De las unidades de plantación, el 76,8% corresponde a *Eucalyptus globulus* (Eucalipto común), el 20,7% corresponde a *Pinus radiata* (Pino insignie), el 1,9% corresponde a *Eucalyptus regnans* (Gomero gigante), el 0,5% corresponde a *Eucalyptus nitens* (Eucalipto brillante) y finalmente el 0,1% corresponde a *Acacia* sp (Acacia) (Centro de Información de Recursos Naturales, 2018).

El costado occidental de la cordillera de la Costa en su parte más alta está poblado por una flora arbórea en que priman los coigües y otras fagáceas, el lingue, el canelo, los arrayanes y otros árboles de selva húmeda y fría. También perdura la araucaria que alcanza aquí su límite norte de dispersión. En el sotobosque crecen coligües y quilas; enredaderas diversas como el copihue y la coguilera, variadas especies de helechos, musgos y líquenes; la fucsia o chilco. En el llano bajo, más abierto, hay primacía de arbustos como el lleuque, el mayo, el calafate, el chacal y en primavera una rica cubierta herbácea, sobre todo de gramíneas (Gobierno Regional del Biobío, 2015).



Catastro de Uso de Suelo y Vegetación, Región del Bío Bío.
Fuente: Corporación Nacional Forestal (2015).

SUELOS

Los suelos de la Provincia de Arauco corresponden a terrazas marinas antiguas, evolucionadas de material granítico y sedimentos marinos de color pardo rojizo, de textura arcillosa y topografía de lomajes (Espinoza, 2017).

En relación con el uso de suelo, Arauco presenta una superficie total de 95.597,8 ha, de ellas, el uso áreas urbanas e industriales representan el 1% (938,4 ha), 15,8% de la comuna son terrenos agrícolas (15.064,5 ha), lo sigue el uso praderas y matorrales con 12,1% (11.673,9 ha) de la superficie, el uso bosque con 65,7% (62.751 ha), el uso humedales con 3,7% (3.517,8 ha), el 1,2% (1.193,8 ha) de uso áreas desprovistas de vegetación y finalmente el 0,5% (458,4 ha) de uso cuerpos de agua (Centro de Información de Recursos Naturales, 2014).

Arauco, se emplaza sobre suelos derivados de sedimentos marinos, que forman extensas plataformas litorales terciarias en la zona costera de la región del Biobío. Estos sedimentos llamados terrígenos, por provenir de la erosión de la tierra firme, se depositaron cerca de la costa cubriendo la plataforma continental.

Los sedimentos marinos llegaron al mar por medio de ríos y esteros que desembocaron en el océano Pacífico, los que transportaron en sus aguas los sedimentos erosionados que se originaron en distintas hoyas hidrográficas de la región (Stolpe, 2015).

En el 78 % de la comuna de Arauco se puede encontrar el predominio de tres series principales de suelos, ellas son, en orden de preponderancia, las series Asociación Caripilún, Asociación Merilupo y Asociación Nahuelbuta (Stolpe, 2015).

De acuerdo con el Estudio Agrológico de Suelos realizado por el Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN, 2014), existe un predominio de suelos Clase VII, abarcando un 64,04% de la superficie total.

Otras clases de suelos presentes en la comuna son, los suelos Clase II, III, IV, VI y VIII en menor proporción.

Tabla 1 Estudio Agrológico de Suelo. Capacidad de Uso Agrícola. Comuna de Arauco

Clase de Uso Agrícola	Superficie (ha)	Superficie (%)
II	295,24	0,31
III	8.718,34	9,12
IV	8.737,88	9,14
N.C	2.163,35	2,26
VI	10.762,35	11,26
VII	61.192,09	64,02
VIII	3.714,92	3,89

Fuente: realizado a partir de Estudio Agrológico de Suelos Región del Maule, 2014. Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN).



Estudio Agrológico de Suelos, región del Bío Bío. Fuente: Centro de Información de Recursos Naturales (2014).

AMENAZAS NATURALES Y ZONAS DE RIESGO

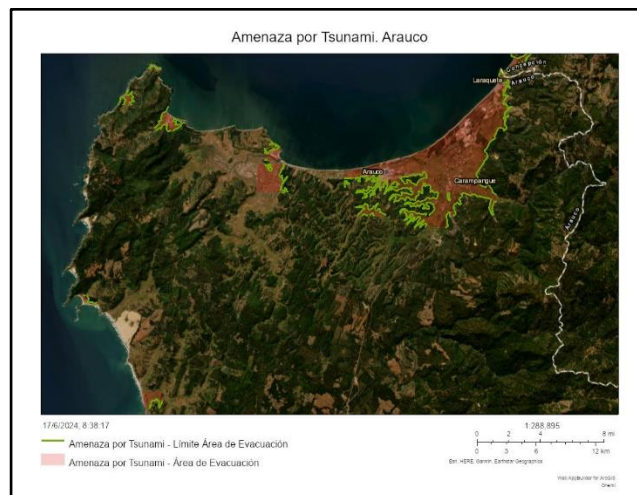
SISMICIDAD y TSUNAMI

La zona centro-sur de Chile debido a su contexto tectónico, está expuesto a desastres naturales provocados por riesgos geológicos de diferente magnitud, destacando por su recurrencia histórica los sismos tsunamigénicos que han generado a las comunidades costeras graves consecuencias negativas. En este sentido, el riesgo de tsunami toma relevancia al momento de considerar el continuo crecimiento urbano y rural de localidades costeras, donde la tendencia a la urbanización se caracteriza por su escasa planificación y ordenamiento objetivo en función de esta amenaza (Lagos, 2000; Flores & Martínez, 2014).

La península de Arauco es un territorio particularmente afectado por el terremoto ($M_w=8,8$) y tsunami del 27/F de 2010, el cual, impactó las localidades costeras con alturas de olas entre 4,5 m en Punta Lavapié y 30 m en Tirúa (Quezada et al., 2010), dañando unas quinientas embarcaciones, de las cuales el 50% resultó con pérdida total, afectando de esta forma a la economía de unas diez mil personas dedicadas a la pesca artesanal (Diario El Mercurio, 2010; Flores & Martínez, 2014).

En la comuna de Arauco, las principales caletas afectadas por el tsunami del 2010 fueron Punta Lavapié, Llico, Tubul y Laraquete (Flores & Martínez, 2014). El terremoto del 27 de febrero de 2010, generó en la localidad de Tubul un alzamiento costero de 1,4 m, lo que produjo cambios importantes en el nivel de base de los ríos Tubul y Raqui, desecamiento del humedal y pérdida consiguiente de la biodiversidad, así como cambios morfológicos en el sistema estuarial, el cual extendió su zona intermareal en unos 100 m con estados alternantes entre estuario barrera y lagoon costero (Quezada et al., 2010; Farías et al., 2010; Martínez et al., 2011; Vargas et al., 2011; Martínez, et al., 2012).

De las nueve caletas de pescadores presentes en Arauco, Punta Lavapié, Llico, Tubul y Laraquete, fueron las más afectadas por el tsunami, con pérdidas de hasta 739 millones de pesos en el sector pesca artesanal. Aparte de los daños en embarcaciones, hubo pérdidas totales en infraestructura pública, hospitales y establecimientos educacionales, sedes, restaurantes, casonas patrimoniales y viviendas. En Llico la destrucción de viviendas fue casi del 100%, mientras que en Tubul fue casi del 50% y el muelle quedó inutilizable debido al alzamiento del borde costero (Flores, 2011; Gobierno Regional del Biobío, 2015).



Amenaza por Tsunami, Arauco, región del Biobío. Fuente: Fuente: Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SENAPRED). Visor Chile Preparado.

EVENTOS HIDROMETEOROLÓGICOS

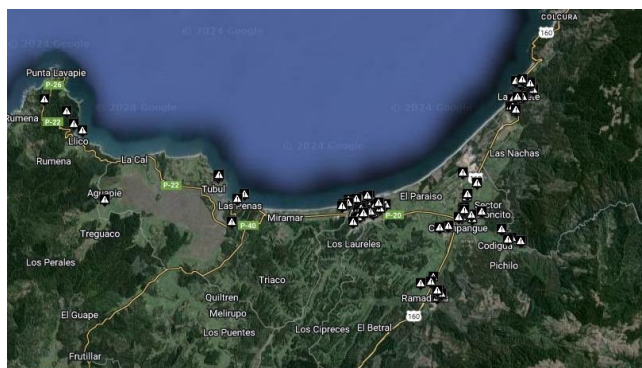
En la región del Biobío, las amenazas por eventos hidrometeorológicos son trascendentales debido a la periodicidad de éstos y la afectación a personas. Entre las amenazas hidrometeorológicas destacan las inundaciones por desborde de cauces, donde la comuna de Arauco ha sido afectada por importantes inundaciones (Oficina Nacional de Emergencia, 2018).

Por otro lado, otro evento hidrometeorológico que afecta tanto a la región como a la comuna es el déficit hídrico, lo que debido a la disminución de precipitaciones en los últimos años afecta a la falta de agua para consumo humano (Oficina Nacional de Emergencia, 2018).

En la comuna, la amenaza de inundación fluvial se asocia al crecimiento del río Carampangue, que en su curso inferior presenta una alta recurrencia histórica de eventos de inundación fluvial. En los últimos 38 años se han registrado 17 eventos de inundación fluvial de diferente magnitud (Rojas et al., 2010). Dada su baja pendiente, el cauce tiende a ocupar vastas áreas durante las crecidas y a generar meandros que divagan por el valle. Estas inundaciones afectan principalmente las localidades de Carampangue y Ramadillas y en 14 años han afectado alrededor de 2.300 personas (Gobierno Regional del Biobío, 2015).

De acuerdo con información levantada por el Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SENAPRED) para el período de invierno 2023, en la comuna se pueden identificar 97 puntos críticos, cuyas principales causas son:

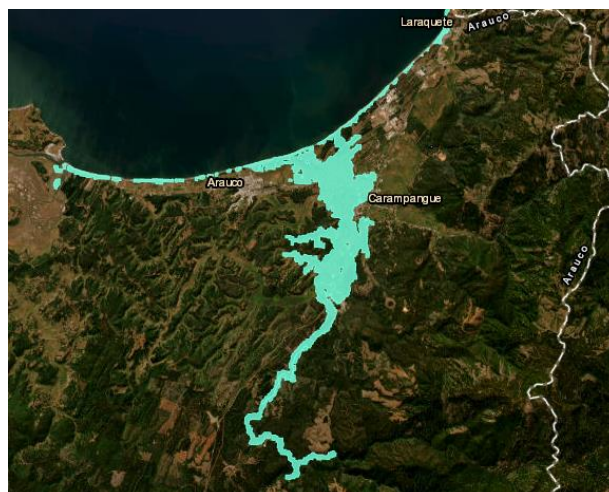
- Activación de quebradas en sectores de Llico, Rumena y Toma San Pedro
- Anegamiento de caminos y/o pasos a desnivel en sectores El Budi (Población El Parque), El Bosque en Laraquete, Cruce Norte en Carampangue, Medialuna de Carampangue, Pichilo, Aguapie, Llico, Población 12 de abril, Población 10 de julio en Ramadillas, Sector el Boldo en Laraquete y Población Belén.
- Colapso colectores de aguas lluvia/alcantarillados, en sectores de Laraquete, Los Maitenes, Los Troncos, Los Arrayanes, Villa Esmeralda, Población Los Castaños, Villa Radiata, Carampangue, El Pinar.
- Daño y/o pérdida en infraestructura en Las Rocas Estación.
- Deslizamiento/Derrumbe/Rodado/Caída en sectores de 10 de julio, Laraquete, Los Troncos, Las Rocas.
- Interrupción de caminos en las Peñas, Los Silos en Carampangue, Población Eduardo Frei, Avenida del mar en Tubul.
- Inundación por desborde de cauce en sector Arenera, Ramadillas, Los Maitenes, Carampangue, Tubul, Pichilo, Laraquete
- Subsistencia/Licuefacción/Socavamiento/Erosión en Sector Estación, Laraquete.



Puntos críticos temporada de invierno 2023. Arauco, Región del Biobío. Fuente: Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SENAPRED). Mapa realizado a partir de visor de mapas SIT Rural.

En la semana del 11 de junio de 2024, un sistema frontal afecta la zona comprendida entre la región de Coquimbo y Los Ríos, por lo que el Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SENAPRED), genera una alerta por evento meteorológico. Este evento, ocasionó inundaciones y desborde de cauces tanto en la región del Bío Bío como en la comuna de Arauco, producto de las fuertes precipitaciones. Al 16 de junio, SENAPRED informa que en la región del Bío Bío hubo una afectación a personas del orden de 10.638 damnificados, 194 albergados, 308 personas aisladas, además de daños a viviendas, donde 3.905 poseen daño menor, 555 daño mayor, 36 fueron destruidas y 5.975 en evaluación. Específicamente, este evento meteorológico afectó fuertemente a la comuna de Arauco, identificando 5.166 personas damnificadas, 64 albergadas, 15 personas evacuadas (sector Las Peñas), 1.291 viviendas con daño menor y 2.497 con daños en evaluación (Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres, 2024).

El 17 y 18 de junio de 2024 se declara Alerta Roja para la región del Biobío por evento meteorológico, correspondiente a precipitaciones normales a moderadas en el litoral, cordillera de la Costa, valle y precordillera (Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres, 2024).



Área preliminar afectada por inundaciones al 13 de junio de 2024, comuna de Arauco, región del Biobío. Fuente: Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN), Visualizador de Emergencia Agrícola, Ministerio de Agricultura.

INCENDIOS FORESTALES

Tanto en términos de recurrencia y daños ocasionados, los incendios forestales constituyen otro gran riesgo que se presenta en la región; éstos afectan a matorrales, pastizales, plantaciones agrícolas y forestales, bosque nativo, otras áreas silvestres y principalmente a personas. La importante incidencia de este riesgo está asociada a la gran cantidad de plantaciones forestales presentes y a la cercanía de éstas a centros urbanos. Estos siniestros provocan pérdidas económicas y ambientales, ocurriendo la mayoría de ellos en las áreas de interfase urbano-rural (Oficina Nacional de Emergencia, 2018).

De acuerdo con datos del quinquenio 2011-2015, expuestos por la Corporación Nacional Forestal (CONAF), en Chile se produjeron en promedio 6.099 incendios forestales en cada periodo comprendido entre la primavera de un año hasta el otoño del año siguiente, afectando una superficie de 77.814,18 ha promedio por periodo, generando importantes daños y efectos económicos y ambientales. De estas cifras, la región del Biobío concentra alrededor del 44% de la cantidad de incendios que se producen en el país y el 25,2 % de la superficie afectada (Oficina Nacional de Emergencia, 2020).

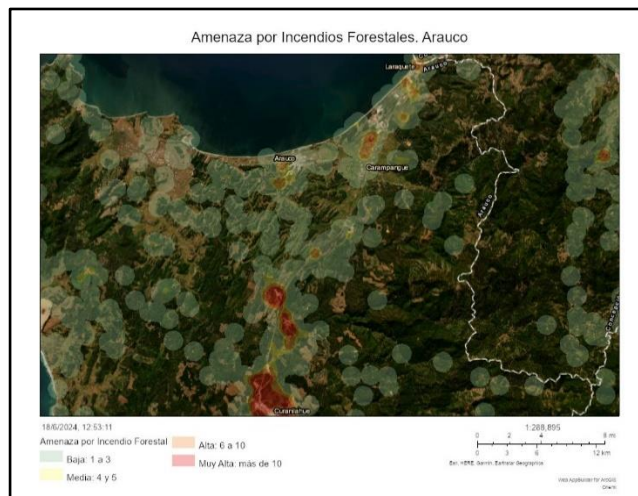
El período 2016-2017 ha sido uno de los más devastadores para la zona centro sur del país, registrándose 5.244 incendios, de los cuales 1.951 ocurrieron en la región del Biobío, dejando un saldo de destrucción de 119.680,10 ha, 508 viviendas destruidas y más de 7.500 personas afectadas (Oficina Nacional de Emergencia, 2020).

En el período comprendido entre las temporadas 2016 al 2023 en Arauco ocurrieron un total de 497 incendios presentando una superficie afectada acumulada de 3.796 ha, siendo la temporada 2022-23 la que más hectáreas totales afectadas obtuvo, con 2.263,14 ha (Corporación Nacional Forestal, 2023).

Tabla 2 Ocurrencia y Daño por Incendios forestales. Comuna de Arauco

Temporada	Nro. De incendios forestales	Superficie total afectada (Ha)
2016-2017	52	339,93
2017-2018	37	49,25
2018-2019	61	44,22
2019-2020	145	753,07
2020-2021	77	146,73
2021-2022	71	199,66
2022-2023	54	2.263,14

Fuente: elaborado a partir de estadísticas de Ocurrencia y Daño por Comuna 2022-2023 de CONAF.



Amenaza por Incendios Forestales. Arauco, Región del Biobío. Fuente: Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SENAPRED). Visor Chile Preparado.

REMOCIONES EN MASA

Existe una alta probabilidad de ocurrencia de remociones en masa en el territorio comunal debido a distintas variables, como las precipitaciones como principal factor desencadenante, la pendiente, geología, exposición, tipo de suelos, vegetación y morfología (Oficina Nacional de Emergencia, 2018).

Esta amenaza se asocia a los sectores de mayor pendiente de la cordillera de Nahuelbuta, alcanzando una mayor expresión hacia el sur de la comuna de Arauco (Gobierno Regional de Biobío, 2015).

Luego del terremoto del 27 de febrero de 2010, el Servicio de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), realizó una evaluación de riesgos geológicos en Cerro Colo Colo, en Arauco, ya que, como consecuencia de este movimiento sísmico de gran intensidad, el cerro sufrió diversas modificaciones que implicaron riesgos a la población asentada en sus inmediaciones, donde la comunidad reportó ocurrencia de remociones en masa, caída de rocas y árboles y agrietamiento general del cerro. Además, es frecuente la ocurrencia de pequeños deslizamientos gatillados por precipitaciones en la temporada de lluvias (Servicio Nacional de Geología y Minería, 2010).

Por otro lado, producto del mismo evento sísmico del 27 de febrero de 2010, se observaron daños en la población Los Arrayanes, Cerro La Virgen y Caleta Las Peñas (Servicio Nacional de Geología y Minería, 2010).

En junio de 2019, producto de fuertes e intensas precipitaciones, se vio afectada la zona en el sector Las Piedras en el Cerro San Pedro de la Localidad de Laraquete. El proceso que ocurre en la ladera corresponde a una remoción en masa lenta del tipo reptación, la que a su vez gatilla o desencadena remociones rápidas del tipo deslizamiento de suelo, los cuales arrastran gran cantidad de material de la ladera, afectando a una vivienda. En esta oportunidad, la remoción movilizó principalmente suelo y material superficial de menos de un metro de potencia, arrastrando varios árboles y un muro perimetral de mampostería, que separa el terreno donde se emplaza la vivienda del sitio contiguo ubicado ladera arriba (Servicio Nacional de Geología y Minería, 2019).

En junio de 2024, producto del sistema frontal que afectó la zona, donde la comuna de Arauco se vio afectada, se produce una remoción en masa en escuela del sector Pichilo, el establecimiento se encontraba ocupado por personal de la Armada, quienes fueron trasladados hacia otro establecimiento de Carampangue (Servicio Nacional de Prevención y Respuestas ante Desastres, 2024).



Catastro de Remociones en Masa, comuna de Arauco, región del Biobío. Fuente: Servicio Nacional de Geología y Minería, Portal GEOMIN.

BIBLIOGRAFÍA

- Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN). Visualizador de Emergencia Agrícola (VEA) https://esri.ciren.cl/portal/apps/experiencebuilder/experience/?id=3ac196b5aa1c4060af6c22754f35e1f5&page=page_1
- Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN). (2010). *Determinación de la erosión actual y potencial de los suelos de Chile*.
- Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN). (2018). Sistema Integrado de Monitoreo de Ecosistemas Forestales (SIMEF) *Informe comunal de Arauco*. <https://simef.minagri.gob.cl/bibliotecadigital/bitstream/handle/20.500.12978/126/R08202-INFORME%20COMUNAL%20ARAUCO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN). (2021). *Recursos Naturales Comuna de Arauco*. Sistema de Información Territorial Rural (SIT Rural). Informes Comunales. https://www.sitrural.cl/wp-content/uploads/2022/05/Arauco_rrnn.pdf
- Corporación Nacional Forestal (CONAF). (2023). *Estadísticas-Ocurrencia y Daño por Comuna 1985-2023* <https://www.conaf.cl/incendios-forestales/incendios-forestales-en-chile/estadisticas-historicas/>
- Espinoza, T., Soledad. (2017). *Praderas en la Provincia de Arauco* [en línea]. Chillán, Chile: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 347. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/6588> (Consultado: 17 junio 2024).
- Gobierno Regional del Biobío. (2015). *Región del Biobío Zonificación Costera Comunal Arauco. Informe Ambiental Proceso Evaluación Ambiental Estratégico* https://eae.mma.gob.cl/storage/documents/02_1er_IA_Micro_ZBC_Arauco.pdf.pdf
- González, L. y Garcés, S. (2006). *Evaluación del Comportamiento Hidrogeológico e Hidrogeoquímico en la Cuenca del río Carampangue, Región Del Biobío*, Chile. XI Congreso Geológico Chileno
- Flores Cisternas, P., & Martínez Reyes, C. (2016). Factores de vulnerabilidad socioterritorial ante tsunamis en Arauco, Chile-Centro sur. *Tiempo Y Espacio*, (33), 77-103. <https://doi.org/10.22320/rte.vi33.2208>
- Jaramillo S., Catalina V. (2022). *Análisis de Vulnerabilidad de Arauco, Carampangue y Ramadillas frente a Inundaciones del Río Carampangue*. Memoria de Título presentada a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Concepción para optar al título de Ingeniero Civil. <http://repositorio.udec.cl/jspui/bitstream/11594/10968/1/Jaramillo%20Sagard%C3%ADa%2C%20Catalina%20%20Tesis.pdf>
- Manosalva, T. Héctor (2017) *Contextualización general de la Provincia de Arauco* [en línea]. Chillán, Chile: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 347. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/6588>
- Martínez, Carolina, Rojas, Octavio, Aránguiz, Rafael, Belmonte, Arturo, Altamirano, Álvaro, & Flores, Paulina. (2012). Riesgo de tsunami en caleta Tubul, Región del Biobío: escenarios extremos y transformaciones territoriales posterremoto. *Revista de geografía Norte Grande*, (53), 85-106. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022012000300006>
- Municipalidad de Arauco. (2019) *Plan de Desarrollo Comunal de Arauco 2016-2019* https://muniarauco.cl/wp-content/uploads/2017/11/PLADECO_ARAUCO_2016-2019.pdf
- Municipalidad de Arauco. (2023). *Plan Municipal de Cultura Arauco 2023-2027* <https://www.cultura.gob.cl/redcultura/wp-content/uploads/sites/69/2023/08/pmc->

Oficina Nacional de Emergencia. (2018). *Plan Regional para la Reducción del Riesgo de Desastres Región del Biobío* https://bibliogrd.senapred.gob.cl/web/bitstream/handle/2012/1873/P-PRRD-PO-ARD-04_VIII_21.11.2018.pdf?sequence=5

Oficina Nacional de Emergencia. (2020). *Plan Específico de Emergencia por Variable de Riesgo Incendios Forestales*. Dirección Regional de ONEMI-Región del Biobío <https://bibliogrd.senapred.gob.cl/bitstream/handle/2012/1886/Plan%20Especifico%20Regional%20por%20variable%20de%20IIFF%202020.pdf?sequence=31&isAllowed=y>

Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN). (2003). *Mapa Geológico de Chile. Versión Digital*. Santiago, Chile: SERNAGEOMIN.

Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN). (2003). Catálogo Nacional de Información Geológica y Minería Portal Geomin <https://portalgeomin.sernageomin.cl/>

Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN). (2010). *Efectos Geológicos del Sismo del 27 de febrero de 2010: Evaluación de Riesgos Geológicos en Cerro Colo Colo, Arauco, Comuna de Arauco (INF-BIOBIO-37)*. https://portalgeo.sernageomin.cl/Informes PDF_Nac/RM-2010-18.pdf

Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN). (2010). *Efectos Geológicos del Sismo del 27 de febrero de 2010: Observación de Daños en Población Los Arrayanes y en Cerro La Virgen y Evaluación Geológica del Terreno Propuesto para Construir Viviendas de Emergencia en la Ciudad de Arauco (INF-BIOBIO-38)*. https://portalgeo.sernageomin.cl/Informes PDF_Nac/RM-2010-58.pdf

Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN). (2010). *Efectos Geológicos del Sismo del 27 de febrero de 2010: Observaciones de Daños en la Localidad de Caleta Las Peñas, y Evaluación de los Terrenos para Viviendas Provisorias en la Ciudad de Arauco, Región del Bío-Bío (INF-BIOBIO-07)*. https://portalgeo.sernageomin.cl/Informes PDF_Nac/RM-2010-33.pdf

Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN). (2019). *Evaluación de remoción en masa en la población San Pedro, localidad de Laraquete, comuna de Arauco. (INF-2019-BIOBIO-08)*. <https://portalgeo.sernageomin.cl/Informes PDF>

Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante desastres (SENAPRED). <https://senapred.cl/>

Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante desastres (SENAPRED). Visor Chile Preparado <https://geoportalonemi.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=5062b40cc3e347c8b11fd8b20a639a88>

Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante desastres (SENAPRED). (2024). Monitoreo enveto meteorológico <https://senapred.cl/informate/evento/monitoreo-por-evento-meteorologico-entre-las-regiones-de-coquimbo-y-los-rios> (consultado el 18 de junio, 2024).

Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante desastres (SENAPRED). (2024). Monitoreo enveto meteorológico <https://senapred.cl/informate/evento/monitoreo-por-evento-meteorologico-entre-las-regiones-de-coquimbo-y-la-araucania> (consultado el 18 de junio, 2024).

Stolpe, Neal B. (2005). *Descripciones de los principales suelos de la VIII Región de Chile*. Departamento de Suelos, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción. https://www.researchgate.net/publication/341685579_DESCRIPCIONES_DE_LOS_PRINCIPALES_SUELOS_DE_LA_VIII_REGION_DE_CHILE