



Universidad de Chile  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo  
Escuela de Pregrado  
Carrera de Geografía

# "PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DE ANEGAMIENTOS URBANOS PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO EN LA CIUDAD DE QUELLÓN"

Memoria para optar al título profesional de Geógrafo

LUCAS TOMÁS PIERA ULLOA

PROFESOR GUÍA: GINO SANDOVAL

**SANTIAGO – CHILE  
2023**

## **Agradecimientos**

Me gustaría agradecer en primer lugar a mi familia por siempre haber estado presente durante mi formación educativa, pues a pesar de los diferentes obstáculos que se presentaron en el camino, siempre dieron lo mejor de ellos para apoyarme y entregarme todo lo que estuviera a su alcance para poder cumplir mis sueños.

A Nicolas Lecaros, Sebastian Reinoso, Cristobal Venegas, Camila Villegas y Javiera Mohor con quienes tuve mis primeros acercamientos a la geografía dentro de la universidad Alberto Hurtado, siendo una parte fundamental en mi primer año universitario y los que me terminaron por convencer que esta es la senda que debía recorrer.

A las amistades que fui haciendo en la facultad: Diego Troncoso, Nicolas Calderon, Francisca Ubilla, Leonora Urzua, Javiera Ramirez, Diego Rihs, Constanza González y Belén González quienes me entregaron sabiduría y alegría en estos 5 años de carrera universitaria. A Natalia Miranda por siempre haber creído en todo lo que me proponía y ser una fuente ilimitada de buenas vibras ante la adversidad.

A Araceli Arrué por ser una amiga incondicional durante mi paso por la universidad, quien me acompañó en las buenas y malas, enseñándome en muchas ocasiones a creer en mí y en lo que me propusiera. También a Javiera Aravena por ser un pilar fundamental dentro de este último proceso para terminar la carrera, quien junto a Araceli me acompañaron en muchas ocasiones hasta altas horas de la noche en la elaboración de este documento, entregándome su opinión, compañía o correcciones de ser el caso, de verdad muchas gracias amigas.

Asimismo, quiero agradecer al profesor Gino Sandoval por ser un excepcional profesor guía durante este intenso proceso, quien me acompañó incondicionalmente durante toda la investigación e incluso me tranquilizo y alentó en momentos donde todo lo veía perdido, sin usted esto no sería posible.

Por último me gustaría agradecer a la consultora CONIC-BF Ingenieros Civiles Consultores Ltda por haberme dado la oportunidad de aportar y colaborar en el desarrollo del Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias de Quellón, Región de Los Lagos durante mi práctica profesional, especialmente a Daniel, Victor, Carlos, Silvia y Gabriel. Al igual que a la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) que permitió hacer uso de los antecedentes relacionados con el Plan Maestro para la elaboración de esta investigación.

## **Resumen**

En el último tiempo se ha visto un alza en lo que respecta a los fenómenos extremos relacionados con las precipitaciones, principalmente en el actual año 2023. Por lo mismo las ciudades y sectores urbanos han sido perjudicados debido a que dichos eventos han sacado a relucir la precaria planificación de las ciudades como es el caso de Quellón, donde una de las consecuencias más importantes ha sido la formación de anegamientos urbanos. Ante esta situación surge la necesidad de generar una mejor gestión del riesgo ante estos eventos con el fin prevenir situaciones de peligro ante la población vulnerable de las zonas urbanas.

Es por esto que mediante la presente investigación se busca desarrollar una clasificación integral para la gestión de los anegamientos urbanos en la ciudad de Quellón, en base a factores naturales, sociales y morfología urbana, con el fin de priorizar anegamientos para la solución de estos dentro del ordenamiento territorial.

A partir de ello se generó una tipología de anegamiento en donde se lograron clasificar los anegamientos de Quellón en función de diferentes índices y parámetros, otorgando la posibilidad de priorizar anegamientos ante la presencia de precipitaciones o en el caso más actual, proporcionar una ayuda al plan maestro de evacuación y drenaje de aguas lluvia que se encuentra en preparación en la zona para iniciar las obras en los puntos más críticos.

## **Abstract**

Recently, there has been an increase in extreme phenomena related to rainfall, mainly in the current year 2023. For this reason, cities and urban sectors have been harmed because these events have brought to light the precarious planning of cities as is the case of Quellón, where one of the most important consequences has been the formation of urban flooding. Given this situation, the need arises to generate better risk management in the face of these events in order to prevent dangerous situations for the vulnerable population in urban areas.

This is why this research seeks to develop a comprehensive classification for the management of urban flooding in the city of Quellón, based on natural, social factors and urban morphology, in order to prioritize flooding for prioritization or solution. these within the territorial planning.

From this, a flooding typology was generated in which Quellón's flooding was classified based on different indices and parameters, giving the possibility of prioritizing flooding in the presence of precipitation or, in the most current case, providing help to the plan. rainwater master who is being prepared in the area to begin work in the most critical points.

## Índice

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. CAPÍTULO 1: presentación</b>   | <b>1</b>  |
| 1.1 Introducción   | 1         |
| 1.2 Planteamiento del Problema   | 2         |
| 1.3 Estado del Asunto  | 4         |
| 1.3.1 Anegamiento  | 4         |
| 1.3.2 Riesgo   | 4         |
| 1.3.3 Tipología  | 6         |
| 1.4 Área de Estudio  | 7         |
| 1.5 Objetivos de Investigación   | 9         |
| 1.5.1 Objetivo General   | 9         |
| 1.5.2 Objetivos Específicos  | 9         |
| <b>2. CAPÍTULO 2: MARCO METODOLÓGICO</b>   | <b>10</b> |
| 2.1 Etapa 1: Identificar las causas y factores del entorno natural que contribuyen a la acumulación de aguas lluvia en las zonas de anegamientos.      | 11        |
| 2.2 Etapa 2: Caracterizar el entorno social y la morfología urbana afectadas por la acumulación de aguas lluvia en las áreas propensas a inundaciones. | 14        |
| 2.3 Etapa 3: Proponer una clasificación de anegamientos para priorizar las ubicaciones de mayor riesgo.  | 17        |
| <b>3. CAPÍTULO 3: RESULTADOS</b>   | <b>18</b> |
| 3.1 Medio físico natural   | 18        |
| 3.2 Medio social y morfología urbana   | 34        |
| 3.2.1 Medio Social   | 34        |
| 3.2.2 Morfología Urbana  | 39        |
| 3.3 Tipología de anegamiento   | 44        |
| <b>4. CAPÍTULO 4: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b>   | <b>49</b> |
| 4.1 Discusión  | 49        |
| 4.2 Conclusión   | 50        |
| <b>5. BIBLIOGRAFÍA</b>   | <b>52</b> |
| <b>6. Anexos</b>   | <b>56</b> |



## Índice de tablas

|  |    |
|--|----|
| Tabla 2-1 Etapas de la investigación   | 10 |
| Tabla 2-2 Parámetros morfométricos   | 11 |
| Tabla 2-3 Clasificación de pendientes  | 12 |
| Tabla 2-4 Jerarquía de drenes Strahler   | 13 |
| Tabla 2-5 Clasificación de la Curvatura  | 13 |
| Tabla 2-6 Valores por color  | 14 |
| Tabla 2-7 Clasificación del equipamiento en función de los puntos de anegamiento | 15 |
| Tabla 2-8 Clasificación uso de suelo   | 16 |
| Tabla 2-9 Tipología  | 17 |
| Tabla 2-10 Factores críticos   | 17 |
| Tabla 3-1 Máximas Precipitaciones en 24 horas                                    | 18 |
| Tabla 3-2 Puntos de Anegamiento  | 19 |
| Tabla 3-3 Análisis de precipitaciones  | 25 |
| Tabla 3-4 Formas de las microcuencas   | 27 |
| Tabla 3-5 Características de la pendiente  | 29 |
| Tabla 3-6 Parámetros de los puntos de anegamiento                                | 31 |
| Tabla 3-7 Vulnerabilidad paredes   | 36 |
| Tabla 3-8 Vulnerabilidad pisos   | 37 |
| Tabla 3-9 Población vulnerable   | 38 |
| Tabla 3-10 Equipamiento vulnerable   | 42 |
| Tabla 3-11 Tipología de anegamiento  | 45 |
| Tabla 3-12 Tipología por microcuenca   | 46 |

## Índice de figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1.1 Macrozonas de la Ciudad de Quellón   | 8  |
| Figura 1.2 Área de Estudio  | 9  |
| Figura 3.1 Puntos de anegamiento  | 24 |
| Figura 3.2 Microcuencas del área de estudio   | 28 |
| Figura 3.3 Vegetación en área de estudio  | 33 |
| Figura 3.4 Materialidad de las paredes en las viviendas por zonas   | 34 |
| Figura 3.5 Materialidad pisos de tierra en las viviendas por zonas  | 36 |
| Figura 3.6 Población vulnerable en área de estudio  | 37 |
| Figura 3.7 Densidad de la población   | 38 |
| Figura 3.8 Densidad de viviendas  | 39 |
| Figura 3.9 Clasificación de proximidad del equipamiento hacia puntos de anegamiento                       | 40 |
| Figura 3.10 Clasificación de proximidad del equipamiento hacia puntos de anegamiento (sector surponiente) | 41 |
| Figura 3.11 Usos y coberturas de suelo  | 43 |
| Figura 3.12 Vialidad  | 44 |
| Figura 3.13 Tipología de anegamiento por microcuenca  | 48 |

## **1. CAPÍTULO 1: PRESENTACIÓN**

### **1.1 Introducción**

Las inundaciones se han convertido en sucesos frecuentes en la actualidad, pues los fenómenos meteorológicos extremos son cada vez más recurrentes y más aún en el actual año 2023, donde se observaron lluvias torrenciales que lograron durar hasta cuatro días, afectando fuertemente la zona centro-sur de Chile, perjudicando viviendas e incluso cobrando vidas, debido a las magnitudes alcanzadas (El País, 2023). En ese sentido, la gestión del riesgo toma un papel fundamental a la hora de contrarrestar estos sucesos, más aún considerando el contexto de cambio climático en donde los fenómenos se manifiestan con mayor frecuencia e impacto, decantando en que sucesos como los incendios, sequías o inundaciones sean cada vez más difíciles de anticipar y, por ende, de combatir, pues los sectores afectados por estos eventos no siempre se encuentran preparados para afrontarlos. Aun así, si bien el cambio climático ha complicado la situación de diversos territorios, es importante destacar que muchos de ellos ya venían arrastrando problemas desde hace tiempo y que la alteración de los eventos por parte del cambio climático tan sólo los ha puesto en descubierto, especialmente en las ciudades o sectores urbanos manifestándose en, por ejemplo, anegamientos.

Este fenómeno viene desarrollándose desde ya hace un tiempo en Chile, pues en zonas como Santiago no es de extrañar que, dada la mala planificación urbana, y la constante expansión de la ciudad, no permitan generar redes de contención homogéneas ante los anegamientos para contrarrestar los puntos bajos donde se estancan las aguas lluvia, vale decir los anegamientos. Pero también la amnesia colectiva ante estos eventos provocados por escasez de lluvia en los últimos años (sequías en muchos casos), ha desencadenado que la gente se sorprenda más de lo común ante la ocurrencia de estos sucesos, culpando muchas veces al cambio climático cuando en realidad el problema de base no es la disminución, aumento o la ocurrencia inesperada de las precipitaciones, sino más bien la infraestructura o métodos para contrarrestar los efectos de estas, los cuales simplemente no existen o están deteriorados, saliendo a relucir cada vez que se genera una precipitación intensa, denotando la escasa preparación. Esto decanta en la sensación de una mayor cantidad de anegamientos e inundaciones.

Esta situación es aún más intensa en la zona sur del país, pues la regularidad de las precipitaciones que, si bien ha ido cambiando, esta es más abundante que en el resto del país, por ende, hay que entender que el agua es parte del sistema urbano (Alarcón, 2023). Tal es el caso de la ciudad de Quellón, ubicada en la isla de Chiloé, la cual, si bien cuenta con algunos sumideros para contrarrestar el efecto de las aguas lluvia, la calidad y la cantidad de estos no ha sido suficiente para disminuir los anegamientos. Es por esto que la consultora CONIC-BF, a petición del Ministerio de Obras Públicas (MOP), se encuentra actualmente desarrollando un plan maestro de evacuación y drenaje de aguas lluvia con el fin de generar una red de colectores y sumideros eficientes para la evacuación de las aguas a partir de la identificación de distintos puntos de anegamiento.

Teniendo en consideración lo anterior, el propósito de esta investigación exploratoria es desarrollar una clasificación integral para la gestión de los anegamientos urbanos en la ciudad de Quellón, en base a factores naturales, sociales y morfología urbana, priorizando zonas vulnerables durante la elaboración del plan maestro de evacuación y drenaje de aguas lluvias.

Cabe destacar que la información utilizada durante esta investigación es de carácter preliminar, debido que a la fecha de publicación de este documento, el Plan maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias de Quellón desarrollado por CONIC-BF Ingenieros Civiles Consultores Ltda aún no se encuentra aprobado por parte de la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP.

## 1.2 Planteamiento del Problema

Las inundaciones se producen cuando el agua ingresa de manera excesiva a terrenos que normalmente se encuentran secos, ocurriendo generalmente por lluvias excesivas, el deshielo de la nieve, la rotura de una presa o incluso una presa natural. La intervención de los cursos naturales también es una forma de alterar el recorrido frecuente del agua, por lo que, si no se cuenta con una buena planificación territorial y un manejo meteorológico adecuado, es muy probable que ocurran estos desastres (Nunez, 2010).

Existen inundaciones que tardan horas o incluso días en llevarse a cabo, dando tiempo a los residentes para la preparación o evacuación de un lugar. Sin embargo, otras se generan rápidamente y con poca antelación, siendo llamadas inundaciones repentinas. Cuando las aguas se retiran, las zonas afectadas suelen quedar cubiertas de limo y barro, decantando en un paisaje cubierto por materiales peligrosos como restos punzantes, pesticidas, combustible y aguas residuales sin tratar, impulsando la propagación de moho en las estructuras empapadas de agua (Nunez, 2010).

Sumado a lo anterior, el fenómeno denominado como cambio climático está acrecentando las inundaciones en todo el mundo, generando alta incertidumbre ante los eventos extremos. Según el informe del IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) denominado como “cambio climático y tierra” (2019) la probabilidad, intensidad y duración de eventos extremos pueden verse alterados considerablemente ante los cambios en las condiciones del planeta, incluyendo las precipitaciones intensas. Por otro lado, la revista Nature publicó un estudio donde los encargados del proyecto Global Flood Database hallaron que la población mundial expuesta a inundaciones aumentó entre un 20 a 24% en los años 2000 al 2015 (Sostenibilidad para Todos, 2019).

Las inundaciones pueden clasificarse en diversos tipos según su causa, magnitud y medio en el que impactan, no obstante, dentro de las generadas por lluvias (pluviales) es posible encontrar los denominados anegamientos, siendo definidos por Paoli (2015) como *“terrenos que son temporalmente cubiertos por las aguas en situación de lluvias importantes y/o intensas debido a una baja capacidad de infiltración, a la presencia de zonas bajas o deprimidas y a deficiencia de la red de avenamiento”* (p.14). No obstante, se reconoce el papel de la ciudad y el desarrollo urbano, habitualmente no regulado, como factores centrales en la generación e incremento de estos mismos, los cuales están sujetos a una condición de riesgo hacia la población, originando los denominados anegamientos urbanos (Olcina Cantos, 2008; Linares, 2016).

En esta línea, las ciudades para contrarrestar los anegamientos producidos por las lluvias cuentan con un sistema de drenaje urbano parcial que disminuye el nivel de escorrentía superficial dentro del sector urbano al igual que el estancamiento de aguas, los cuales se estudian agrupándose bajo una misma categoría, es decir, en donde todos los anegamientos se analizan como si fueran iguales, sin comprender que estos poseen distintas características, reduciendo el grado de acción y limitando la priorización ante la carencia de un buen drenaje urbano o bien durante la elaboración de uno. Dado esto, es que nace la necesidad de estudiarlos mediante clasificaciones, en donde se analicen los distintos rasgos que componen los estancamientos de agua para la priorización y toma de decisiones ante eventos de riesgo.

En el caso de la ciudad de Quellón el drenaje urbano no fue planificado con una visión integral, ni ejecutado en forma coordinada entre la Municipalidad, el MINVU, y el MOP (Dirección de Vialidad y Dirección de Obras Hidráulicas), decantando en la existencia de diferentes puntos de anegamiento por aguas lluvia. La distribución de estos puntos se encuentra principalmente en zonas habitadas o residenciales de la ciudad, implicando un constante riesgo ante la población, llevando tanto problemas de

acceso hacia las viviendas de los residentes, como de desplazamiento (veredas, calzadas), interrumpiendo el tránsito peatonal (CONIC-BF, 2023).

Según el estudio realizado por la Consultora CONIC-BF (2023) a partir de un terreno en días de lluvia, algunas calles de alta pendiente generan gran arrastre de material, el cual se va depositando pendiente abajo. Del recorrido en las calles y avenidas se detectaron varios puntos de acumulación de aguas lluvias importantes, los cuales algunos son puntos bajos que presentan problemas de mantención (Sumideros obstruidos) y otros que carecen de infraestructura de aguas lluvias como la nula existencia de sumideros, produciendo que los puntos críticos permanezcan hasta que se infiltren de forma natural al terreno, ya que no cuentan con vías de evacuación.

La ciudad de Quellón se localiza en el extremo sur de la Isla de Chiloé, y de la comuna de nombre homónimo, junto al mar interior del archipiélago de Chiloé, frente al Golfo del Corcovado. Originalmente, la ciudad de Quellón se ubicaba en el sector denominado Quellón Viejo, lugar desde el cual fue trasladado por imperar condiciones ambientales adversas. Por consiguiente, con la instalación de la Sociedad Austral de Madera en la bahía de Quellón, en el año 1905 se genera un fuerte impacto económico que atrae mano de obra, lo que, sumado a las mejores condiciones portuarias y físicas, impulsó el crecimiento del sector, estancando a Quellón Viejo. La ciudad presentó un crecimiento horizontal a lo largo de la costa entorno a la desembocadura del río Flojo, sector donde se emplaza el muelle. No menos relevante es que la ciudad se encuentra cruzada por cuatro cauces naturales; de oeste donde se identifican el río Quellón (Grande o Soto), Flojo, Pitihuin (Hospital) y Matadero, los cuales han estado sometidos a la presión del crecimiento urbano, razón por la cual los sectores ribereños sean propensas a los efectos de desbordes durante la ocurrencia de precipitaciones intensas (CONIC-BF, 2023).

La morfología de colinas bajas, que caracterizan el entorno físico de la comuna de Quellón, dan forma a una serie de microcuencas de diversas dimensiones que divergen desde los relieves altos centrales, hacia las partes más bajas. La alimentación pluvial de estos cursos está expuesta a la ocurrencia de eventos lluviosos fuertes que frecuentemente saturan los cauces, generando situaciones de inundación sobre los terrenos cercanos (CONIC-BF, 2023).

Los registros históricos de medios como el diario Quellonino, periódico Insular o diario la Estrella de Quellón, revelan que durante los últimos 50 años estos episodios han sido más frecuentes en la zona, asociados a temporales de varias horas de duración con fuertes daños sobre la propiedad, las personas y sus bienes. Una tipología de inundación diferente ocurre en torno a aquellas áreas bajas situadas en el borde litoral, expuestas a inundaciones por efecto de marejadas asociadas a frentes de mal tiempo. En tanto los fenómenos de remoción en masa incluyen derrumbes por gravedad, sismos o detonaciones, arrastre de tierras ribereñas por ríos, y corrientes de barro; estas mismas ocurren debido a la existencia de condiciones básicas que contribuyen a su desencadenamiento: existencia de abundante material detrítico, chubascos torrenciales, y pendientes iguales o mayores a 25% (CONIC-BF, 2023).

Teniendo en consideración todo lo anterior, el presente estudio tiene como finalidad desarrollar una clasificación integral para la gestión de los anegamientos urbanos en la ciudad de Quellón (área de estudio), en base a factores naturales, sociales y morfología urbana. Teniendo en cuenta además que en la actualidad se está elaborando un plan maestro de evacuación y drenaje de aguas lluvias en la ciudad, en donde esta clasificación puede ser utilizada como apoyo a la hora de priorizar el inicio de las obras, para contrarrestar los anegamientos más importantes en función del grado de afectación y características que suponga.

### 1.3 Estado del Asunto

En el siguiente apartado se darán a conocer los conceptos que guiarán la investigación en base a estudios realizados:

#### 1.3.1 Anegamiento

El anegamiento, según Aragón-Durand (2014), responde a eventos que ocurren sobre un ámbito urbano, afectando principalmente a la población, infraestructuras y actividades. Normalmente las causas antrópicas de estos anegamientos aluden a intervenciones como obras de drenaje urbano e infraestructura vial, que contribuyen a modificar la respuesta hidrológica de la cuenca, limitando su capacidad de retención e incrementando los excesos hídricos y la escorrentía superficial. Esto suele estar directamente vinculado con las modificaciones en el uso de la tierra planteadas como consecuencia de una urbanización creciente, como es el caso de muchas ciudades de países latinoamericanos en desarrollo. Por lo general, para que sucedan eventos de anegamiento existe una situación de desbalance, la cual se da entre el volumen de la lluvia precipitada en un determinado lapso, y la capacidad de evacuación de un suelo dado, tanto horizontal como verticalmente (Ferrando, 2006). Sumado a lo anterior, Andrade y Lucioni (2014) mencionan que la recurrencia de inundaciones y anegamientos en un determinado espacio se debe a factores naturales y antrópicos. Dentro de los primeros se destacan: el régimen de precipitaciones, la topografía plana del terreno de muy baja pendiente, y los suelos hidromorfos con baja permeabilidad. Mientras que, en los factores antrópicos más significativos se encuentra la pérdida en la capacidad de captar y almacenar agua de lluvia de los suelos por deterioro físico, el diseño de una red vial que condiciona el escurrimiento superficial y el aumento de la urbanización sin un conocimiento integral sobre el funcionamiento hidrológico de la región.

Otra arista importante a la hora de analizar zonas de anegamiento es la saturación del suelo, la cual se refiere concretamente a dos situaciones: la primera consta una existencia natural de áreas hidromórficas o con presencia semi-constante, impidiendo la percolación de las aguas lluvias, puesto que un suelo se comporta como un material impermeable. Mientras que la segunda, presenta suelos que pueden sufrir saturación progresiva más o menos rápida según su permeabilidad ante la ocurrencia de precipitaciones prolongadas o intensas, decantando en una situación similar a la anterior, tratándose del concepto de permeabilidad efectiva (Ferrando, 2006).

#### 1.3.2 Riesgo

El *riesgo* según Natenzon (2012 en Meza et al, 2017) representa la probabilidad de daño a una sociedad por la ocurrencia de un evento en particular que se construye socialmente de manera continua. Por consiguiente, se pueden identificar dos dimensiones constitutivas del riesgo: la *peligrosidad*, definida como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o tecnológico con potencialidad de generar daño, y la *vulnerabilidad*, que refiere a las condiciones socioeconómicas y culturales, por la cual una población es propensa a ser afectada y sufrir daños respecto a una peligrosidad. Son principalmente las condiciones sociales las que crean el riesgo, dado que el fenómeno natural por sí mismo no puede presentarse como una peligrosidad si no hay población vulnerable expuesta.

El peligro es considerado como un sinónimo de *amenaza*, siendo entendido como una actividad o condición que puede causar daños, donde se incluye a la amenaza dentro del evento físico en sí mismo (Narváez et al., 2009). Por consiguiente, la “Guía para la implementación del plan para la reducción del riesgo de desastres en centros de trabajo” realizado por la ONEMI (2019) define a las amenazas como: fenómenos de origen natural (geológico, hidrometeorológico, biológicos u otros), causados por el hombre

(incendios urbanos, incendios forestales) u otros que pudiesen dañar al centro de trabajo, haciendo el concepto de “amenaza” un sinónimo a la terminología de “peligro” respecto a materias vinculadas tanto a seguridad como salud en el área laboral. Por último, la Asamblea General de los Estados Unidos define la amenaza como un fenómeno que puede acarrear lesiones, muerte u otra consecuencia a la salud, perjuicio de bienes, interrupciones sociales y económicas o daños ambientales (UNISDR, 2016).

En función de lo anterior, es importante entender la *exposición* como una condición de susceptibilidad que tiene un grupo humano de ser perjudicado por estar ubicado en el área de influencia de los fenómenos peligrosos (amenaza) y por su fragilidad física ante los mismos (Cardona y Barbat, 2000). Por otro lado, la *resiliencia* es la capacidad de recuperación ante un desastre (materialización del riesgo, vale decir cuando ya ha sucedido), por ende se alude a la capacidad de sobreponerse ante un evento catastrófico de una manera oportuna y eficaz, siendo un proceso de vinculación de las capacidades adaptativas con los resultados, aumentando la capacidad de aprender de desastres anteriores y una mejor protección futura como forma de reducción de riesgos (UNISDR, 2005). Es así como Tierney & Bruneau (2007) establecen las “cuatro R de la resiliencia”, llamado así por las iniciales de cada nombre en inglés, siendo estas:

1. **Robustez (Robustness):** Capacidad de resistir y recuperarse rápidamente después de un evento adverso. Implicando la capacidad de mantener la estabilidad y funcionamiento básico durante la crisis.
2. **Rapidez (Rapidity):** Capacidad de un sistema para volver a estar operativo de manera rápida y eficaz.
3. **Innovación (Resourcefulness):** Capacidad de adaptarse y reorganizarse de manera efectiva en respuesta a los cambios que ocurren después de un evento adverso. Implicando ajustar y modificar las estructuras, estrategias y políticas existentes para responder a las nuevas circunstancias.
4. **Redundancia (Redundancy):** Existencia de sistemas, recursos o infraestructuras adicionales que actúan como respaldo en caso de que las principales fuentes de apoyo o suministro se vean comprometidas o dañadas. Permitiendo mantener la continuidad de las operaciones.

La *vulnerabilidad* según la ley 21.364 promulgada por el Ministerio del Interior y Seguridad Pública de Chile (2021) son “*aquellas condiciones determinadas por factores o procesos físicos, sociales, institucionales, económicos o ambientales que aumentan la susceptibilidad de una persona, una comunidad, los bienes, infraestructuras o servicios, a los efectos de las amenazas*” (p.2), vale decir, son las características y circunstancias de una comunidad que los hace susceptibles a los efectos dañinos de la amenaza . Por consiguiente, la Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior (ONEMI) define a la vulnerabilidad como condiciones establecidas por factores o procesos sociales, físicos y ambientales, que potencian la susceptibilidad y exposición de una comunidad al impacto negativo de las amenazas (ONEMI, 2016). Por último, Cardona y Barbat (2000) cit. por Medel (2022) mencionan que la vulnerabilidad es posible de definir a partir de tres principales factores que dan origen al termino, siendo estos:

- “*Exposición: Condición de susceptibilidad que tiene el asentamiento humano de ser afectado por estar en el área de influencia de los fenómenos peligrosos y por su fragilidad física ante los mismos.*”
- *Fragilidad social: Corresponde a la predisposición que surge como resultado de la marginalidad y segregación social de un asentamiento humano.*
- *Falta de resiliencia: Limitaciones de acceso y movilización de recursos del asentamiento humano, su incapacidad de respuesta y sus deficiencias para absorber el impacto.” (p.55)*

Por consiguiente, es necesario destacar la *gestión del riesgo* como un factor clave que promueve una continua reducción y control de los factores de riesgo en la sociedad, llevándose a cabo por medio de políticas, estrategias e instrumentos o acciones concretas (Labell, 2002). En función de lo anterior, Saavedra (2007) cit. en Alarcón (2019) establece 6 etapas para la gestión del riesgo de desastre, siendo:

- “1. Documentar la memoria histórica.
2. Utilizar una tipología de desastres y sus consecuencias.
3. Analizar los factores humanos que generan vulnerabilidad e influyen en la magnitud de los desastres.
4. Políticas de ordenamiento territorial.
5. Incorporación de factores de vulnerabilidad y riesgos en el ciclo de preparación de proyectos y programas.
6. Considerar la prevención como una política de Estado” (p.29)

Por otro lado, existen estudios como los realizados por Andrea Cecilia Bosisio y Antonio Moreno Jiménez (2019), donde se examina el caso de Santa Fe de la Vera Cruz (Argentina), buscando cuantificar y analizar, a partir de geodatos de un SIG, facetas de anegamientos, con el fin de generar y refinar indicadores relativos a la superficie anegada y la población residente involucrada. Para ello se seleccionó un conjunto de indicadores sociodemográficos expresando vulnerabilidad y privaciones humanas, recurriendo intensamente a la tecnología SIG y a la técnica estadística de la  $\chi^2$ , para estimar como resultados relevantes, qué grupos sociodemográficos y qué partes de la ciudad han sufrido una sobre-afección calificable de injusta. También se han hecho estudios en la ciudad de General José de San Martín, ubicada en el noreste de la provincia del Chaco, donde se realizaron cartografías para tener una aproximación ante posibles zonas de anegamiento e inundación en base a un DEM (Modelo Digital de Elevación), permitiendo ubicar zonas propensas a sufrir anegamientos ante intensas o prolongadas precipitaciones e inundaciones por desborde de río, como cuantificar a la población expuesta según las categorías de riesgo.

### 1.3.3 Tipología

Una tipología consta de la necesidad de estructurar, clasificar e incluso resumir un conjunto reducido pero significativo de categorías referentes a un objeto de estudio, donde en su resultado final, producen un conjunto de conceptos mediante la reducción de atributos que caracterizan al fenómeno estudiado como a sus unidades, dando significado a nuevas entidades conceptuales (Roldán, 1996). De este modo las tipologías son aplicables a diferentes campos de estudio que tengan la necesidad de definir categorías, siendo útil para clasificar problemas dentro de las ciudades para tomar medidas prioritarias ante ciertos eventos o bien agilizar la identificación de sucesos, problemas o locaciones.

Un ejemplo de tipología fue la realizada por Guerra (2009) referente a las tierras vacantes dentro de la Región Metropolitana para llevar a cabo una gestión social de estos terrenos. La existencia de una tipología de esta índole permitió observar las condiciones ambientales de los predios en desuso para evaluar su comportamiento ambiental, el cual podría estar afectando negativamente a sus alrededores y a la ciudad misma. En ese sentido la autora afirma que considerar aspectos ambientales para la creación de tipologías favorecerá la creación de políticas de tierras vacantes, así como planes de desarrollo urbano que amparen la ciudad.

Por otro lado, el ordenamiento territorial desde una mirada estatal se define como una política pública orientada a generar cambios en el orden espacial existente a partir de las acciones económicas, tanto de carácter públicas como privadas sobre el territorio. Por consiguiente, el ordenamiento territorial es un proceso de carácter técnico-político-administrativo, el cual busca implementar en el largo plazo una

organización del territorio acorde con las potencialidades y limitantes de este, teniendo en consideración las expectativas y aspiraciones de la población, como los objetivos del desarrollo (Massiris, 2005).

Según lo planteado por Márquez Poblete, M. A., & Veloso Pérez, E. (2021) el ordenamiento territorial tiene una serie de atribuciones que permiten:

- Valorar el territorio y sus recursos por las poblaciones, como base de su identidad territorial.
- Detener, estabilizar y reorientar los procesos de intervención espontánea para el crecimiento urbano descontrolado, ordenando las áreas actualmente ocupadas por las poblaciones.
- Reducir desequilibrios demográficos entre asentamientos humanos.
- Reducir desequilibrios espaciales de crecimiento económico.
- Articulación sostenible de las actividades practicadas por los grupos sociales buscando el equilibrio entre utilización y conservación de los recursos naturales.
- Orientar los planes de inversión pública y privada en el territorio.
- Orientar el uso patrimonial del territorio.
- Prevenir riesgos de desastres, teniendo en cuenta las amenazas y vulnerabilidades naturales, así como los provenientes de las actividades humanas.
- Desarrollar capacidades de gestión descentralizada del territorio, por quienes se encuentran más cerca de él.

Los objetivos y atribuciones que busca el ordenamiento territorial deben ser acompañados por herramientas que faciliten el trabajo dentro del territorio, pues sintetizar la información es clave para abordar los distintos temas de manera eficiente, siendo las clasificaciones y las tipologías un método útil para tratar problemáticas en el territorio, especialmente la gestión del riesgo. En ese sentido, este último concepto se complementa con el uso de tipologías, debido que se pueden identificar variables comunes que permitan caracterizar y diferenciar los riesgos, facilitando el análisis comparativo para la priorización o solución de estos dentro del ordenamiento territorial, siendo en el caso de esta investigación los anegamientos urbanos (Guerra, 2009).

#### 1.4 Área de Estudio

La ciudad de Quellón se encuentra en el extremo sur de la Isla de Chiloé, junto al mar interior del archipiélago de Chiloé, frente al Golfo del Corcovado, la cual presentó un crecimiento horizontal a lo largo de la costa en torno a la desembocadura del río Flojo, sector donde se emplaza el muelle (CONIC-BF, 2023). Esta misma se encuentra cruzada por cuatro cauces naturales; de oeste a este donde se identifican: río Quellón (Grande o Soto), Flojo, Pitihuin (Hospital) y Matadero, los cuales han sido expuestos a la presión del crecimiento urbano, razón por la cual los sectores ribereños se encuentran vulnerables a los efectos de desbordes durante la ocurrencia de precipitaciones intensas (CONIC-BF, 2023).

La zona urbana constituye el principal centro de la comuna, donde se alberga la mayor cantidad de equipamiento e infraestructura, contando con una población de 17.552 personas, de las cuales 8.668 son hombres y 8.849 mujeres (CENSO, 2017). Esta misma y para términos de la investigación, presenta la distribución espacial de la **Figura 1.1** planteada por Trasa Ingeniería Limitada (2010), encargada de realizar el estudio para el SECTRA de Quellón, esto con el fin de facilitar la ubicación en el espacio.

Para esta investigación el área de estudio cuenta con una superficie equivalente a 32 Km<sup>2</sup> estando compuesta por una serie de microcuencas, mientras que el área urbana perteneciente a la ciudad de Quellón cuenta con 11,2 km<sup>2</sup>. (**Figura 1.2**).

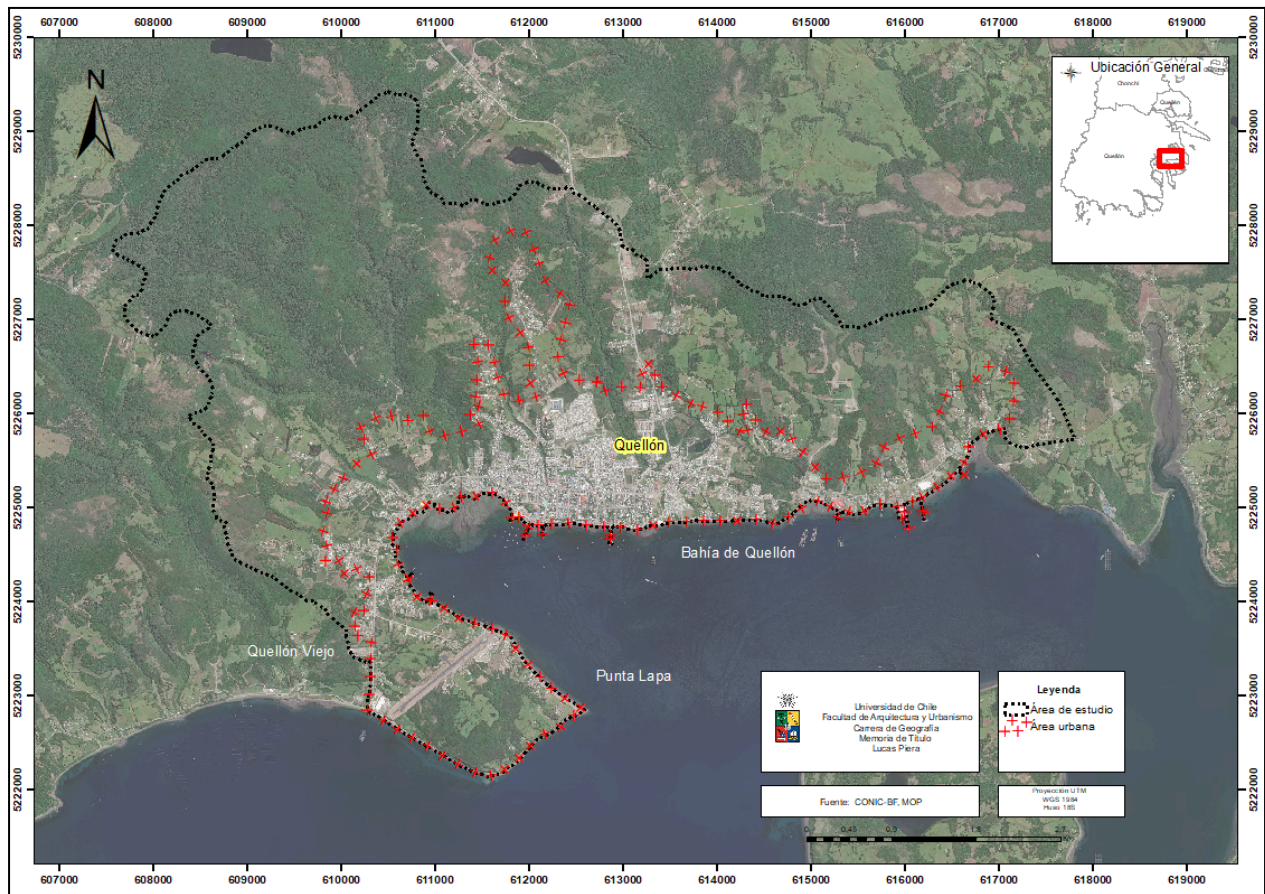


Figura 1.1 Macrozonas de la Ciudad de Quellón



Fuente: Trasa Ingeniería Limitada (SECTRA), 2010

Figura 1.2 Área de Estudio



## 1.5 Objetivos de Investigación

### 1.5.1 Objetivo General

Desarrollar una clasificación integral para la gestión de los anegamientos urbanos en la ciudad de Quillón, en base a factores naturales, sociales y morfología urbana

### 1.5.2 Objetivos Específicos

- Identificar las causas y factores del entorno natural que contribuyen a la acumulación de aguas lluvia en las zonas de anegamientos.
- Caracterizar el entorno social y la morfología urbana afectadas por la acumulación de aguas lluvia en las áreas propensas a inundaciones.
- Proponer una clasificación de anegamientos para priorizar las ubicaciones de mayor riesgo.

## 2. CAPÍTULO 2: MARCO METODOLÓGICO

Para esta investigación se utilizará principalmente una metodología de carácter mixto, con el fin de poder generar lineamientos que aborden la temática de vulnerabilidad inicialmente desde la bibliografía, con la finalidad de realizar un diagnóstico, hasta poder trabajar con datos del CENSO 2017, procurando presentar las bases para el análisis de las manzanas, su relación con los puntos de inundación y las propuestas que elaborarán medidas para reducir los riesgos asociados a la acumulación de aguas lluvia en áreas de vulnerabilidad. Por consiguiente, el procedimiento metodológico consta de 3 etapas (**Tabla 2-1**) que abordarán cada uno de los objetivos propuestos. Se utilizarán los datos proporcionados por la consultora CONIC-BF para el estudio del MOP denominado “Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias de Quellón, Región de Los Lagos”, además de otras fuentes secundarias.

**Tabla 2-1 Etapas de la investigación**

| Etapas | Objetivo   | Método   | Herramienta     | Producto  |
|--------|--|--|-----------------|---|
| 1      | -Identificar las causas y factores del entorno natural que contribuyen a la acumulación de aguas lluvia en las zonas de anegamientos.      | -Análisis de datos físicos por medio de SIG<br>-Análisis utilizando DEM de alta resolución (modelo digital de elevación).<br>-Fotointerpretación con imagen LIDAR para la identificación de vegetación urbana<br>- Revisión bibliográfica                | ArcGIS<br>Excel | Cartografías y tablas que permitan identificar las causas como factores de los anegamientos.                                    |
| 2      | -Caracterizar el entorno social y la morfología urbana afectadas por la acumulación de aguas lluvia en las áreas propensas a inundaciones. | -Análisis estadísticos descriptivo del medio social y materialidad de viviendas del área de estudio mediante el uso de datos Censales (2017)<br>-Procesamiento de información con SIG<br>-Fotointerpretación con imagen LIDAR (identificación de calles) | ArcGIS<br>Excel | Caracterización de tanto la morfología urbana como del medio social en las zonas de anegamiento mediante tablas y cartografías. |
| 3      | -Proponer una clasificación de anegamientos para priorizar las ubicaciones de mayor riesgo.  | - Identificar variables de peso dentro de los anegamientos urbanos, para realizar un sistema de ponderación.   | Excel           | Tipología de anegamiento urbano.  |

Fuente: Elaboración propia, 2023.

## 2.1 Etapa 1: Identificar las causas y factores del entorno natural que contribuyen a la acumulación de aguas lluvia en las zonas de anegamientos.

El primer apartado contempla en su inicio, el análisis de las precipitaciones y su relación con los puntos de anegamiento, comenzando con algunos cálculos para caracterizar los años seleccionados de la estación pluviométrica de la DGA que van desde 1993 hasta el 2022, obteniendo la precipitación anual total, la precipitación mensual multianual (mm/mes) y el promedio multianual de precipitación (mm/año). Luego se identificaron las precipitaciones diarias y máximas durante 24 horas para posteriormente compararlas con el día en el cual fue identificado el punto de anegamiento junto con la fuente en cuestión. Posteriormente se profundizó en los días previos a que ocurriera la acumulación por aguas lluvia (optando por un total de cinco días, contando el día de registro), para analizar si los anegamientos producidos eran producto de los días previos o bien de un día en particular.

En segundo lugar, se identificó la red hidrográfica como las microcuencas que conforman el área de estudio mediante el uso de curvas de nivel extraídas del DEM (resolución 2,2 mts) entregado por la consultora CONIC-BF. Posteriormente, se procedió a nombrar las microcuencas en función de las calles o topónimos destacables que se encontraran en el interior de estas, mientras que para los cauces principales se les mantuvo el nombre en caso de llevar uno y de lo contrario se les denominó esteros sin nombre (Estero S/N). Tras esto se calcularon los parámetros morfométricos en base a las clasificaciones de Consorcio Río Caroga (2016), Pérez (1979) y DSMC-DGASI (1983), para cada microcuenca y su respectivo cauce principal mediante ArcMap en función de los distintos estancamientos de aguas. Esto con el fin de explicar la localización de los distintos puntos de anegamiento por microcuenca (**Tabla 2-2**).

**Tabla 2-2 Parámetros morfométricos**

| Nombre                                | Explicación  | Herramienta de ArcMap              | Categorías  |                                       |                    |                                    |             |                                   |               |             |                             |          |             |                                    |              |             |                             |          |             |                        |   |             |            |   |             |                |   |       |                     |               |
|---------------------------------------|--|------------------------------------|---|---------------------------------------|--------------------|------------------------------------|-------------|-----------------------------------|---------------|-------------|-----------------------------|----------|-------------|------------------------------------|--------------|-------------|-----------------------------|----------|-------------|------------------------|---|-------------|------------|---|-------------|----------------|---|-------|---------------------|---------------|
| Índice de compacidad de Gravelius     | Este coeficiente es la relación entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de un círculo equivalente, es decir, con un área igual que el de la cuenca evaluada y es un indicador de la irregularidad de la cuenca, expresado mediante la siguiente ecuación:<br><br>$Kc=0,28 * P/\sqrt{A}$ | Field calculator                   | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Rango</th> <th>Forma</th> <th>Problema de escurrimiento</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1,00 – 1,25</td> <td>Redonda a oval redonda (compacta)</td> <td>Muy alto (4)</td> </tr> <tr> <td>1,25 – 1,50</td> <td>Oval redonda a oval oblonga</td> <td>Alto (3)</td> </tr> <tr> <td>1,50 – 1,75</td> <td>Oval oblonga a rectangular oblonga</td> <td>Moderado (2)</td> </tr> <tr> <td>&gt;1,75</td> <td>Casi rectangular (alargada)</td> <td>Baio (1)</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: Consorcio Río Caroga (2016)</p>  | Rango                                 | Forma              | Problema de escurrimiento          | 1,00 – 1,25 | Redonda a oval redonda (compacta) | Muy alto (4)  | 1,25 – 1,50 | Oval redonda a oval oblonga | Alto (3) | 1,50 – 1,75 | Oval oblonga a rectangular oblonga | Moderado (2) | >1,75       | Casi rectangular (alargada) | Baio (1) |             |                        |   |             |            |   |             |                |   |       |                     |               |
| Rango                                 | Forma  | Problema de escurrimiento          |   |                                       |                    |                                    |             |                                   |               |             |                             |          |             |                                    |              |             |                             |          |             |                        |   |             |            |   |             |                |   |       |                     |               |
| 1,00 – 1,25                           | Redonda a oval redonda (compacta)  | Muy alto (4)                       |   |                                       |                    |                                    |             |                                   |               |             |                             |          |             |                                    |              |             |                             |          |             |                        |   |             |            |   |             |                |   |       |                     |               |
| 1,25 – 1,50                           | Oval redonda a oval oblonga  | Alto (3)                           |   |                                       |                    |                                    |             |                                   |               |             |                             |          |             |                                    |              |             |                             |          |             |                        |   |             |            |   |             |                |   |       |                     |               |
| 1,50 – 1,75                           | Oval oblonga a rectangular oblonga   | Moderado (2)                       |   |                                       |                    |                                    |             |                                   |               |             |                             |          |             |                                    |              |             |                             |          |             |                        |   |             |            |   |             |                |   |       |                     |               |
| >1,75                                 | Casi rectangular (alargada)  | Baio (1)                           |   |                                       |                    |                                    |             |                                   |               |             |                             |          |             |                                    |              |             |                             |          |             |                        |   |             |            |   |             |                |   |       |                     |               |
| Factor de forma                       | Este factor es uno de los más utilizados para medir la forma de la cuenca, fue desarrollado por Horton y es expresado mediante la siguiente ecuación:<br><br>$Kf=A/L^2$  | Field calculator                   | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Factor de forma (valores aproximados)</th> <th>Forma de la cuenca</th> <th>Nivel de pick ante precipitaciones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>&lt;0.22</td> <td>Muy alargada</td> <td>1 (+ Gradual)</td> </tr> <tr> <td>0.22 a 0.30</td> <td>Alargada</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>0.30 a 0.37</td> <td>Ligeramente alargada</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>0.37 a 0.45</td> <td>Ni alargada ni ensanchada</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>0.45 a 0.60</td> <td>Ligeramente ensanchada</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>0.60 a 0.80</td> <td>Ensancheda</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>0.80 a 1.20</td> <td>Muy ensanchada</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>&gt;1.20</td> <td>Rodeando el desague</td> <td>8 (+ Intenso)</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: Pérez 1979</p> | Factor de forma (valores aproximados) | Forma de la cuenca | Nivel de pick ante precipitaciones | <0.22       | Muy alargada                      | 1 (+ Gradual) | 0.22 a 0.30 | Alargada                    | 2        | 0.30 a 0.37 | Ligeramente alargada               | 3            | 0.37 a 0.45 | Ni alargada ni ensanchada   | 4        | 0.45 a 0.60 | Ligeramente ensanchada | 5 | 0.60 a 0.80 | Ensancheda | 6 | 0.80 a 1.20 | Muy ensanchada | 7 | >1.20 | Rodeando el desague | 8 (+ Intenso) |
| Factor de forma (valores aproximados) | Forma de la cuenca   | Nivel de pick ante precipitaciones |   |                                       |                    |                                    |             |                                   |               |             |                             |          |             |                                    |              |             |                             |          |             |                        |   |             |            |   |             |                |   |       |                     |               |
| <0.22                                 | Muy alargada   | 1 (+ Gradual)                      |   |                                       |                    |                                    |             |                                   |               |             |                             |          |             |                                    |              |             |                             |          |             |                        |   |             |            |   |             |                |   |       |                     |               |
| 0.22 a 0.30                           | Alargada   | 2                                  |   |                                       |                    |                                    |             |                                   |               |             |                             |          |             |                                    |              |             |                             |          |             |                        |   |             |            |   |             |                |   |       |                     |               |
| 0.30 a 0.37                           | Ligeramente alargada   | 3                                  |   |                                       |                    |                                    |             |                                   |               |             |                             |          |             |                                    |              |             |                             |          |             |                        |   |             |            |   |             |                |   |       |                     |               |
| 0.37 a 0.45                           | Ni alargada ni ensanchada  | 4                                  |   |                                       |                    |                                    |             |                                   |               |             |                             |          |             |                                    |              |             |                             |          |             |                        |   |             |            |   |             |                |   |       |                     |               |
| 0.45 a 0.60                           | Ligeramente ensanchada   | 5                                  |   |                                       |                    |                                    |             |                                   |               |             |                             |          |             |                                    |              |             |                             |          |             |                        |   |             |            |   |             |                |   |       |                     |               |
| 0.60 a 0.80                           | Ensancheda   | 6                                  |   |                                       |                    |                                    |             |                                   |               |             |                             |          |             |                                    |              |             |                             |          |             |                        |   |             |            |   |             |                |   |       |                     |               |
| 0.80 a 1.20                           | Muy ensanchada   | 7                                  |   |                                       |                    |                                    |             |                                   |               |             |                             |          |             |                                    |              |             |                             |          |             |                        |   |             |            |   |             |                |   |       |                     |               |
| >1.20                                 | Rodeando el desague  | 8 (+ Intenso)                      |   |                                       |                    |                                    |             |                                   |               |             |                             |          |             |                                    |              |             |                             |          |             |                        |   |             |            |   |             |                |   |       |                     |               |
| Cauce Principal                       | Longitud del cauce principal en km   | Calculated Geometry                | -----   |                                       |                    |                                    |             |                                   |               |             |                             |          |             |                                    |              |             |                             |          |             |                        |   |             |            |   |             |                |   |       |                     |               |

| Cota Mínima del cauce principal             | Puntos de altura tanto máximos como mínimos registrados en el cauce principal          | 3D Analyse Tools<br>1)Funcional Surface<br>2) Add Surface information | -----   |                     |                         |                     |                       |          |             |                     |           |         |                 |            |        |
|---|--|---|---|---------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------|----------|-------------|---------------------|-----------|---------|-----------------|------------|--------|
| Cota máxima del cauce principal             |  |   | -----   |                     |                         |                     |                       |          |             |                     |           |         |                 |            |        |
| Desnivel del cauce principal                | Resultado de la resta entre la cota máxima y mínima del cauce principal                |   | -----   |                     |                         |                     |                       |          |             |                     |           |         |                 |            |        |
| Pendiente mínima y máxima                   | Inclinación máxima y mínima registrada dentro del cauce principal                      |   | -----   |                     |                         |                     |                       |          |             |                     |           |         |                 |            |        |
| Pendiente media del cauce principal         | Corresponde a la media en función de la inclinación a lo largo de un cauce             |   | -----   |                     |                         |                     |                       |          |             |                     |           |         |                 |            |        |
| Pendiente media de la microcuenca           | Corresponde a la media ponderada de todas las superficies abarcadas por la microcuenca | Spatial Analyst Tools<br>1) Zonal<br>2) Zonal Statistics as a Table   | -----   |                     |                         |                     |                       |          |             |                     |           |         |                 |            |        |
| Área de la microcuenca ((Km <sup>2</sup> )) | Superficie de la microcuenca   | Calculated Geometry   | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Unidad hidrográfica</th> <th>Área (Km<sup>2</sup>)</th> <th>Nº de orden del río</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Microcuenca (pequeña)</td> <td>10 - 100</td> <td>1°, 2° o 3°</td> </tr> <tr> <td>Subcuenca (mediana)</td> <td>100 - 700</td> <td>4° o 5°</td> </tr> <tr> <td>Cuenca (grande)</td> <td>700 - 6000</td> <td>6° más</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: DSMC-DGASI/ Lima, 1983-Metodología de priorización de cuencas</p> | Unidad hidrográfica | Área (Km <sup>2</sup> ) | Nº de orden del río | Microcuenca (pequeña) | 10 - 100 | 1°, 2° o 3° | Subcuenca (mediana) | 100 - 700 | 4° o 5° | Cuenca (grande) | 700 - 6000 | 6° más |
| Unidad hidrográfica                         | Área (Km <sup>2</sup> )  |   | Nº de orden del río   |                     |                         |                     |                       |          |             |                     |           |         |                 |            |        |
| Microcuenca (pequeña)                       | 10 - 100   | 1°, 2° o 3°   |   |                     |                         |                     |                       |          |             |                     |           |         |                 |            |        |
| Subcuenca (mediana)                         | 100 - 700  | 4° o 5°   |   |                     |                         |                     |                       |          |             |                     |           |         |                 |            |        |
| Cuenca (grande)                             | 700 - 6000   | 6° más  |   |                     |                         |                     |                       |          |             |                     |           |         |                 |            |        |
| Perímetro de la microcuenca                 | Contorno de la microcuenca   | -----   |   |                     |                         |                     |                       |          |             |                     |           |         |                 |            |        |

Fuente: Elaboración propia en base a información de Lima, 1983; Perez, 1979; Consorcio Río Caroga, 2016.

Posteriormente se utilizó el DEM para llevar a cabo una clasificación de pendientes mediante la herramienta “Slope” de ArcMap en grados, siendo esta elección debido a que la clasificación se encuentra basada en la propuesta por Ibarra et al. (2016) (Tabla 2-3).

**Tabla 2-3 Clasificación de pendientes**

| Pendiente   | Tipo de terreno                                   | Susceptibilidad a inundaciones |
|-------------|---|--------------------------------|
| 0 – 1,04    | Plano   | Alta (1)                       |
| 1,04 – 4,12 | Ligera a suavemente inclinado                     | Media o baja (2)               |
| 4,14 – 81,9 | Suavemente inclinado a muy escarpado o acantilado | Nula                           |

Fuente: Ibarra et al, 2016.

Una vez clasificada toda el área de estudio, se extrajo el valor de la pendiente en donde se posicionan los puntos de anegamiento, donde cabe destacar que es el valor del píxel en donde se localizan. Para ello se necesitó extraer el valor de los puntos mediante la herramienta de ArcMap:

- 1) Spatial Analyst Tools
- 2) Extraction
- 3) Extract values to point

Posteriormente se calculó el área de influencia para las zonas de acumulación tomando como base la extensión entregada en la caracterización de los puntos de anegamientos existentes, siendo 10 metros y un único punto de 200 por su mayor extensión (**Tabla 3-2**). Este proceso se realizó mediante la herramienta “buffer” de ArcMap y con él se analizaron todos los parámetros relacionados a los anegamientos. Por consiguiente, se calculó la pendiente pero esta vez en función de las áreas de influencia establecidas, para ello se utilizó la herramienta Zonal Static as Table. Cabe destacar que este proceso es el mismo para calcular los posteriores parámetros que van en función de la zona de influencia, solamente cambia el indicador, que en el presente caso es la pendiente.

Tras lo anterior, se calculan las zonas de acumulación utilizando el DEM en la herramienta “Flow Direction” para primero ver la dirección del flujo de los drenes, y luego llevar aquel resultado a “Flow Accumulation”, que calcula las zonas de acumulación a partir del nivel jerarquía propuesto por Strahler a nivel de drenes, donde en base a las combinaciones realizadas solo es posible llegar hasta la jerarquía de drenes de orden 5, siendo esta la que presenta mayores zonas de acumulación. Una vez realizado el proceso, se procedió a vincularlo con los anegamientos, extrayendo el valor de acumulación correspondiente a cada punto con la herramienta “Extract values to point” y clasificándolo en función de la **Tabla 2-4**, para posteriormente realizar el mismo proceso, pero con las áreas de influencia (zonal static as table).

**Tabla 2-4 Jerarquía de drenes Strahler**

| Jerarquía de drenes | Clasificación |
|---------------------|---------------|
| 0                   | Muy baja      |
| 12                  | Baja          |
| 123                 | Moderada      |
| 1234                | Alta          |
| 12345               | Muy alta      |

Fuente: Elaboración propia en base a Strahler.

También se calculó la curvatura de la superficie en base al DEM, utilizando la herramienta 3D Analyst Curvature. Para ello se utilizó la clasificación propuesta por Esri (2023), pero en el caso de la clasificación “inclinado” que va de -4 a 4, se ampliaron los rangos en función de los resultados obtenidos (**Tabla 2-5**), para posteriormente extraer el valor de tanto los puntos como del área de influencia. Por último, se hace un balance entre los indicadores realizados para ver si el punto de anegamiento responde en función de todos los parámetros realizados.

**Tabla 2-5 Clasificación de la Curvatura**

| Curvatura  | Clasificación |
|------------|---------------|
| -0,5 a 0,5 | Moderado      |
| 0          | Plano         |
| -15 a 15   | Inclinado     |

Fuente: ESRI, 2023.

Para el análisis de la vegetación se trabajó con la información perteneciente CONIC-BF(AÑO) y al catastro vegetacional de la CONAF (2016), sumado a la identificación de vegetación urbana mediante un análisis de fotointerpretación con la imagen LIDAR asociada al área de estudio. Para posteriormente elaborar una tabla resumen que indicará la cantidad de vegetación (hectáreas y km<sup>2</sup>) de cada microcuenca, estableciendo una relación entre la cantidad de puntos de anegamiento y la cobertura vegetal.

## 2.2 Etapa 2: Caracterizar el entorno social y la morfología urbana afectadas por la acumulación de aguas lluvia en las áreas propensas a inundaciones.

Para la temática denominada como Medio Social, se realizó una división del área de estudio en diferentes macrozonas en función de lo propuesto por el estudio SECTRA (2010) con el fin de generar un análisis más detallado de la información proporcionada por el Censo (2017), además de facilitar la localización dentro de la ciudad. Posteriormente se seleccionó la información relacionada con la materialidad de las viviendas para determinar cuáles son las características más susceptibles de las viviendas ante la presencia de anegamientos como pisos y paredes, para así seleccionar en base al Censo las materialidades más precarias de estas categorías. Una vez seleccionadas, se procedió a calcular la cantidad de puntos de anegamiento por zona para posteriormente seleccionar las más vulnerables en función de la descripción propuesta por la **Tabla 3-2**, donde se tuvo en consideración tanto las proporciones como el grado de afectación de cada anegamiento. Con todos los indicadores listos, se procedió a elaborar una tabla para identificar las zonas más vulnerables dentro del área urbana utilizando un método de clasificación por colores, donde el color amarillo representa el valor más alto dentro de la categoría y por ende de mayor puntaje, mientras que el rosado el valor más bajo (**Tabla 2-6**). De esta forma al sumar todas las clasificaciones por zona se obtendría tanto la zona más vulnerable (1) con el mayor puntaje como la menos vulnerable (7), no obstante, si durante la designación de puntajes se encuentran dos zonas igualadas, primara la que tenga el punto crítico más alto en función de su respectiva clasificación, esto debido al nivel de vulnerabilidad y de impacto que estos tienen según sus características.

**Tabla 2-6 Valores por color**

| Color          | Puntaje |
|----------------|---------|
| Amarelo        | 7       |
| Amarelo claro  | 6       |
| Amarelo oscuro | 5       |
| Grigio         | 4       |
| Marrón         | 3       |
| Azul           | 2       |
| Verde          | 1       |

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Luego se realizó un análisis a la población más vulnerable de cada zona, la cual fue definida a partir de los rangos etarios de 0 -14 y mayores de 65 años. Esta decisión se debe a que dentro del primer rango encontramos tanto bebés, niños y preadolescentes quienes de alguna forma dependen de un adulto para realizar gran parte de sus labores o actividades diarias, siendo más susceptibles a riesgos cotidianos. Por otro lado, están los mayores de 65 años quienes ya se encuentran completamente insertos en la tercera edad, por lo que su desplazamiento y desarrollo de actividades se ven dificultadas tanto por cualidades físicas como mentales. Posteriormente a los resultados al igual que a la materialidad de las viviendas una tabla de clasificación por colores para identificar las zonas de más a menos vulnerable.



Por último, se trabajó con la densidad de viviendas y población de cada zona, en donde para calcularla se optó por trabajar la superficie en hectáreas para ambos casos a partir de la fórmula:

$$\frac{\text{Población}}{\text{Superficie}} = \text{Densidad}$$

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE), 2023

La morfología urbana inicia mediante la identificación del equipamiento y servicios ubicados dentro del área de estudio, específicamente en el área urbana, y mediante bibliografía, información territorial del IDE, Google Earth Pro, como también imágenes LIDAR proporcionadas por la consultora CONIC-BF (2023). Seguido de ello, se realizó un análisis en donde se tomaron en consideración los tres servicios o equipamientos más cercanos a los puntos de anegamiento para evaluar la distancia mediante la herramienta “generate near table” del programa ArcGIS, para posteriormente generar una clasificación de su proximidad (**Tabla 2-7**).

**Tabla 2-7 Clasificación del equipamiento en función de los puntos de anegamiento**

| Proximidad a puntos de anegamiento | Rango (mts) |
|------------------------------------|-------------|
| Muy alto                           | 0 - 30      |
| Alto                               | 30 - 60     |
| Medio                              | 60 - 90     |
| Bajo                               | > 90        |

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Luego se aplicó la clasificación a los tres servicios más cercanos de cada punto por temas técnicos, ya que las distancias de los siguientes servicios (4°,5°,etc) ya se encontraban considerablemente lejanos, generando un ranking del más cercano al más lejano, para finalmente seleccionar aquellos que estén en el rango de medio a muy alto ya que los de baja proximidad no deberían estar expuestos a una susceptibilidad por parte de los puntos de anegamiento, sin embargo si las características del punto (extensión como largo del anegamiento) mostraban un peligro para tanto el equipamiento como servicio a pesar de estar clasificado como de baja proximidad, este terminaba agregándose a la tabla final (**Anexos 9**). Por último, se generó una columna denominada como “nivel de precaución”, en donde se consideran todos los indicadores expuestos para finalmente dar un veredicto si el lugar expuesto puede ser vulnerado por el anegamiento.

Posterior a ello se inicia la tercera temática denominada morfología urbana que analiza diferentes aspectos del área de estudio. El equipamiento fue trabajado por medio de bibliografía, información territorial del IDE, Google Earth Pro, como también imágenes LIDAR proporcionadas por la consultora CONIC-BF, las cuales fueron elaboradas para el área de estudio con un alto nivel de resolución (actualizadas hasta el año 2023). Esto con el fin de ver la cercanía del equipamiento en el área de estudio con los puntos de inundación identificados anteriormente, para ubicar los posibles lugares más afectados dentro del territorio.

Los usos de suelo fueron trabajados por fotointerpretación de la imagen LIDAR dentro del Programa ArcGIS 10.2 con apoyo de plataformas como Google Earth e información territorial del IDE, donde se delimitó cada polígono en función de la clasificación propuesta por la Guía Para La Descripción del Uso del Territorio del SEIA (2013), la cual detalla que el uso del suelo actual corresponde a aquellas actividades que se desarrollan efectivamente en este, siendo la manifestación visible de la ejecución de



dichas actividades en el territorio donde pueden deducirse determinadas prácticas y/o formas de apropiación u ocupación del suelo por parte de los habitantes en cada lugar. Es decir, el uso del suelo actual corresponde al uso del suelo efectivo en un tiempo determinado, asociado al tiempo presente” (CONIC-BF, 2023).

Dentro de las categorías de tipos de usos de suelo, se utilizó en gran medida las clases o subtipos definidas por la guía del SEIA (2013) detallada en la **Tabla 2-8**. No obstante, para este estudio se agregaron nuevos tipos de uso de suelo como Vegetación, Sitio Eriazo, Área Protegida como también nuevos subtipos o clases, tales como Sitio Eriazo (Sitio Eriazo), Humedal (Área Protegida), Humedal (Área Protegida), Cementerio (Equipamiento), Vegetación Densa (Vegetación), Vegetación Semidensa (Vegetación) y Vegetación Dispersa (Vegetación). Por último, el uso de suelo residencial no fue dividido por subtipos o clases, sino más bien mantuvo su denominación residencial tanto para “Uso de Suelo” como “Subtipo o Clase”.

**Tabla 2-8 Clasificación uso de suelo**

| <b>Tipo de Uso de Suelo</b> | <b>Subtipo o Clase</b>          |
|-----------------------------|---------------------------------|
| Residencial                 | Vivienda                        |
|                             | Hogar de Acogida                |
|                             | Edificación                     |
| Actividades Productivas     | Industria                       |
|                             | Agricultura                     |
|                             | Ganadería                       |
|                             | Silvicultura                    |
|                             | Pesca y Caza                    |
|                             | Explotación de Minas y Canteras |
| Equipamiento                | Científico                      |
|                             | Comercio                        |
|                             | Culto                           |
|                             | Cultura                         |
|                             | Deporte                         |
|                             | Educación                       |
|                             | Esparcimiento                   |
|                             | Salud                           |
|                             | Seguridad                       |
|                             | Servicios                       |
|                             | Social y Comunitario            |
|                             | Infraestructura                 |
| Sanitaria                   |                                 |
| Energética                  |                                 |
| Telecomunicaciones          |                                 |
| Área Verde                  | Parque                          |
|                             | Plaza                           |
|                             | Área Libre                      |
| Espacio Público             | Plaza Pública                   |
|                             | Área Verde Pública              |
|                             | Sistema Vial                    |

Fuente: SEIA, 2013.

Una vez identificados los distintos usos de suelo, se procedió a extraer la ubicación de los puntos de anegamiento para determinar el tipo suelo en el cual se localizaban mediante la herramienta “intersect” de ArcGIS. Por último, se trabajó con la red vial del área de estudio, la cual fue proporcionada por la consultora CONIC-BF. Con esta información y en conjunto a un proceso de fotointerpretación con la imagen LIDAR se identificaron las calles tanto pavimentadas como expuestas (sin pavimentar), con el fin de identificar las distintas superficies en donde se localizaban los anegamientos.

### 2.3 Etapa 3: Proponer una clasificación de anegamientos para priorizar las ubicaciones de mayor riesgo.

En este punto se elaboró una tipología de anegamiento que recopiló los principales indicadores y parámetros del medio físico, social, como de morfología urbana que tuvieron relación o implicancia tanto en la formación como impacto en los puntos de anegamiento, tomando como base para la elaboración el estudio realizado por Guerra (2009) referido a las tierras vacantes, para ordenar cómo organizar las clasificaciones dentro de la tipología al igual que para la construcción de la tabla. Por consiguiente, el resto de características analizadas fueron agrupadas en una tabla resumen en **Anexos 1**. Las tipologías elaboradas para los puntos de anegamiento constan de tres tipos, siendo:

**Tabla 2-9 Tipología**

| Tipología          |
|--------------------|
| Muy alta prioridad |
| Alta prioridad     |
| Media prioridad    |

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Las clasificaciones creadas pretenden mostrar que, si bien existen distintos grados de atención ante los anegamientos, todos son prioritarios pero debido a las características que los componen algunos requieren atención más inmediata que otros. La tipología de anegamiento funciona mediante la asignación de puntaje (1 punto por característica), donde el anegamiento que encuentre mayor cantidad de características en una de las tres categorías será concedido a dicha clasificación. No obstante, si ocurriera que dos clasificaciones llegaran a obtener el mismo puntaje, la manera para definir su categoría sería a partir de ciertos factores críticos que ayudarían a definir su situación, los cuales son en orden:

**Tabla 2-10 Factores críticos**

| Factores críticos  |
|--|
| 1) Anegamiento crítico   |
| 2) Problema detectado (características, dimensiones y tamaños) |
| 3) Población vulnerable  |

Fuente: Elaboración propia, 2023.

El problema detectado de los factores críticos se encuentra dentro de la tabla resumen (**Anexos 1**), junto con la zona a la cual pertenece cada punto de anegamiento. Los valores asignados para cada clasificación dentro de los apartados de vulnerabilidad por materialidad como población vulnerable fueron asignados en función del máximo y mínimo valor encontrado en cada uno de los indicadores por zona, para luego separarlos en tres rangos (siendo los que se reflejan en cada una de las clasificaciones de anegamiento por tipología). Por último, en el apartado de morfología urbana se encuentra el indicador referido a la proximidad a equipamiento, el cual considero los tres más cercanos tal como muestra la tabla resumen (**Anexos 1**), no obstante, para la asignación de puntaje dentro de la tipología de anegamiento se consideró solamente el más alto.

### 3. CAPÍTULO 3: RESULTADOS

#### 3.1 Medio físico natural

Dentro del área de estudio se lograron identificar un total de dos estaciones pluviométricas para el seguimiento y análisis de las precipitaciones, siendo estas la Quellón DGA, administrada por la Dirección General de Aguas (DGA), y Quellón DMC, supervisada por la Dirección Meteorológica de Chile. La estación Quellón DGA ha registrado datos de precipitaciones diarias de manera constante desde el año 1992, lo que proporciona una serie temporal de datos de gran relevancia para el estudio, mientras que la estación Quellón DMC cuenta con registros desde el año 1989, donde es importante mencionar que contiene un vacío en la recolección de datos que abarca un período de seis años entre el año 2004 hasta 2011 concretamente. Sin embargo, debido a la falta de coherencia y consistencia en algunos de los datos recopilados por la estación Quellón DMC, en comparación con los de la estación Quellón DGA, se decidió trabajar con esta última como referencia principal para el análisis de las precipitaciones a partir del año 1993. Esta elección se basa en la calidad y la consistencia de los datos proporcionados por la estación Quellón DGA, lo que garantiza una base más sólida y confiable tanto para el análisis, como conclusiones en relación con las precipitaciones en la zona de estudio.

A partir de la información disponible, se realizó un análisis detallado en el que se calculó la precipitación total mensual para cada año disponible desde 1993, además de la precipitación anual total, la precipitación mensual multianual (en mm/mes) y el promedio multianual de precipitación (en mm/año) (**Anexo 2**) para obtener más detalles), mostrando que los promedios de las precipitaciones mensuales más elevadas tienden a concentrarse en los meses de mayo y junio, lo que evidencia un patrón estacional destacado en cuanto a lluvias. Por otro lado, se identificaron las precipitaciones máximas por día (24 hrs) desde 1993, las cuales se pueden observar en la **Tabla 3-1**

**Tabla 3-1 Máximas Precipitaciones en 24 horas**

| Año  | Fecha | Máxima en 24 Horas (mm) | Año  | Fecha | Máxima en 24 Horas mm |
|------|-------|-------------------------|------|-------|-----------------------|
| 1993 | 09/04 | 68,5                    | 2008 | 01/07 | 68,5                  |
| 1994 | 31/05 | 58                      | 2009 | 09/08 | 55                    |
| 1995 | 07/06 | 47                      | 2010 | 30/06 | 39,5                  |
| 1996 | 08/06 | 56,5                    | 2011 | 06/06 | 45                    |
| 1997 | 23/08 | 40,5                    | 2012 | 21/12 | 59                    |
| 1998 | 07/06 | 46                      | 2013 | 01/07 | 79,2                  |
| 1999 | 14/12 | 43,5                    | 2014 | 31/05 | 61,8                  |
| 2000 | 01/06 | 50,5                    | 2015 | 16/03 | 71,5                  |
| 2001 | 08/03 | 128                     | 2016 | 15/09 | 45                    |
| 2002 | 28/07 | 62                      | 2017 | 21/08 | 97                    |
| 2003 | 15/11 | 38,5                    | 2018 | 03/11 | 42,2                  |
| 2004 | 20/06 | 64                      | 2019 | 15/07 | 36,4                  |
| 2005 | 25/06 | 87,5                    | 2020 | 16/04 | 45,8                  |
| 2006 | 03/06 | 45                      | 2021 | 07/06 | 35,400                |
| 2007 | 19/06 | 48                      | 2022 | 23/04 | 43,2                  |

Fuente: Dirección General de Aguas (DGA), 2008-2022.

En este caso, es necesario un análisis de las precipitaciones puesto que son el principal factor que desencadena los anegamientos en el área de estudio. No obstante, la ubicación de las zonas afectadas por los eventos no estaba identificadas en su totalidad por la municipalidad, y es por ello que la consultora CONIC-BF realizó un informe denominado “Informe de días lluvia” en donde se llevó a cabo un terreno en el área de interés, identificando 32 puntos de anegamiento en la zona, específicamente en el área urbana del área de estudio. Este proceso se basó en la participación ciudadana, revisión de archivos de prensa y la realización de salidas a terreno, las cuales se llevaron a cabo en tres fechas diferentes, siendo estas el 10 de noviembre de 2022, el 5 de diciembre de 2022, y el 7 de diciembre de 2022. Cabe destacar que, durante estas fechas, se registraron niveles de precipitación variables en la comuna de Quellón, con valores de 14,6 mm, 1,4 mm y 0,1 mm respectivamente. Por consiguiente, los puntos de inundación en el área de estudio se pueden apreciar con mayor detalle en la **Tabla 3-2**, donde se recopiló información sobre la ubicación y los problemas detectados por cada punto, mientras que en **Anexos 2** se pueden ver los registros fotográficos de las ubicaciones. Por último, la **Figura 3.1** ubica estos mismos puntos dentro de la ciudad.

**Tabla 3-2 Puntos de Anegamiento**

| Punto de anegamiento | Ubicación   | Fuente   | Problemas Detectados  |
|----------------------|---|--|---|
| 1                    | Intersección Calle Juan Ladrilleros, con Manuel Baquedano | Salida a Terreno (Informe de días Lluvia)<br><br>Fecha: 10/11/2022 | La intersección señalada presenta un punto de acumulación de aguas lluvia importante. Existe un sumidero en buen estado a 60m distancia dirección Este a Oeste. Calle M. Baquedano tiene un desarrollo de 180m de longitud, con considerable pendiente que intersecta en el punto señalado.<br><br>Acumulación de aguas lluvias: 15m largo, 1,5m de ancho, 0,07 m alto.   |
| 2                    | Intersección Calle Dr Ahues, con Ramón Vera Gómez         | Salida a Terreno (Informe de días Lluvia)<br><br>Fecha: 10/11/2022 | La intersección señalada, es uno de los puntos más críticos en la actualidad en lo que refiere a aguas lluvias. Este es un Punto Bajo, el cual confluyen por calle Ramón Vera Gómez en 100m con considerable pendiente, y por Dr Ahues, al ser un punto bajo, en ambos sentidos aprox en 150 m. Existen sumideros a ambos lados de calzada, los cuales no dan abasto y se encuentran saturados y tapados.<br><br>Acumulación de aguas lluvias: 8m de ancho, 0,2 m alto  |
| 3                    | Araucarias con Vapor Tenglo                               | Salida a Terreno (Informe de días Lluvia)<br><br>Fecha: 5/12/2022  | El siguiente corresponde a un punto señalado por la comunidad en reuniones. Corresponde a una acumulación de aguas en ambos sentidos de calzada. Cabe destacar que el pavimento se encuentra en mal estado, y con notables eventos, lo que podría producir accidentes vehiculares o peatonales ante la nula visibilidad. Tampoco existen sumideros en un radio de 100m.<br><br>Acumulación de aguas lluvias: 20m extensión, 1,2 m de ancho, 0,1 m alto  |
| 4                    | Pasaje Don Fermín con Pasaje Los Canelos                  | Salida a Terreno (Informe de días Lluvia)<br><br>Fecha: 5/12/2022  | La intersección señalada no posee calles urbanizadas, por lo tanto, no existe canalización de Aguas Lluvias. En varios puntos se pueden encontrar aposamientos de agua de gran diámetro y profundidad, lo que provoca problemas de circulación peatonal. Las causas más comunes a la vista son, calles mal perfiladas, calles con puntos bajos producto de la no planificación de estas, el exceso de vegetación, canalizaciones provisionarias sin mantención, entre otras.<br><br>Acumulación de aguas lluvias: 3m de diámetro, 0,12 m alto |

| Punto de anegamiento | Ubicación   | Fuente   | Problemas Detectados   |
|----------------------|---|--|--|
| 5                    | Galvarino Riveros con Juan Ladrilleros                        | Salida a Terreno (Informe de días Lluvia)<br><br>Fecha: 5/12/2022  | En la intersección señalada converge toda el agua lluvia que desciende por calle Galvarino Riveros, en un recorrido sin sumideros, y alimentándose además por calles y pasajes aledaños que descargan en calle Galvarino Riveros. Este recorrido termina en el sumidero ubicado en la esquina con calle Ladrilleros, provocando un estancamiento de aguas con un radio de 4m aprox, cubriendo media calzada, dificultando la circulación peatonal, sobre todo en adultos mayores<br><br>Acumulación de aguas lluvias: 3m de ancho, 0,12 m alto   |
| 6                    | Intersección Capitán Luis Alcalzar con Esquina Pasaje Neptuno | Salida a Terreno (Informe de días Lluvia)<br><br>Fecha: 7/12/2022  | El punto señalado muestra cómo gran parte del camino sin pavimentar se encuentra saturado, y con arrastre de sedimentos que se acumulan, creando diferentes aposamientos de agua. En todo el sector no existen redes de aguas lluvias, lo que acrecienta los problemas.  |
| 7                    | Santos Vargas esquina Balmaceda                               | Salida a Terreno (Informe de días Lluvia)<br><br>Fecha: 7/12/2022  | El siguiente punto se dio a conocer por la comunidad en las reuniones realizadas, en donde se expuso que las aguas lluvias corren por calle Balmaceda, hasta llegar a esquina Santos Vargas, arrastrando sedimentos y produciendo cortes en el perfil, que dificultan el tránsito vehicular. En este sector no existen redes de aguas lluvias, por lo tanto, tampoco sumideros.  |
| 8                    | Calle Alberto Vans esquina Ruta 5                             | Salida a Terreno (Informe de días Lluvia)<br><br>Fecha: 7/12/2022  | El punto señalado presenta un escurrimiento importante de aguas lluvias, donde convergen las aguas que vienen por Ruta 5 y las del pasaje Alberto Vans desde gran altura, lo que provoca que estas escurran con mayor potencia y velocidad. El sector mencionado es importante, ya que al interior del pasaje se encuentran colegios y liceos. Cuando los alumnos comienzan o terminan sus jornadas, gran % de estos deben cruzar este punto para llegar al paradero de micro. Esto al ser ruta 5, y que las aguas ocupan casi media calzada, empeora la situación, y la hace más peligrosa. |
| 9                    | Diego Portales esquina Vista Hermosa                          | Salida a Terreno (Informe de días Lluvia)<br><br>Fecha: 7/12/2022  | La calle Diego Portales tiene una pendiente muy importante que se extiende por 300 metros, recorrido que termina en esta intersección, trayendo consigo gran cantidad de sedimentos arrastrados desde las alturas. El problema se extiende en toda la zona visible en la foto, donde los sedimentos cubren toda la esquina, hasta los accesos de los sitios particulares.  |
| 10                   | Pedro Montt con Ignacio Carrera Pinto                         | Salida a Terreno (Informe de días Lluvia)<br><br>Fecha: 10/11/2022 | Calle Pedro Montt presenta graves problemas de acumulación, en donde las Aguas Lluvias confluyen en varios puntos. El problema de base es el nivel de cota de veredas, el cual se encuentra por debajo del nivel cota de calzada, provocando así que fácilmente se generen puntos bajos de inundación. Además, en prácticamente un 90% de esta calle no existen sumideros. En su mayoría estos puntos bajos de inundación obstaculizan el correcto tránsito peatonal.<br><br>Acumulación de aguas lluvias: 8m de largo, 1,5m de ancho, 0,1 m alto, repitiéndose en varios puntos.            |
| 11                   | Dr Ahues con Almirante  | Salida a Terreno (Informe de días Lluvia)                          | Intersección presenta un punto bajo provocando acumulación de aguas lluvia en calzada, Las aguas Lluvias descienden por calle almirante en 80 m, y de este/oeste por Dr Ahues. Tiene un desarrollo de acumulación en aprox 20 m. No se registran sumideros   |

| Punto de anegamiento | Ubicación  | Fuente   | Problemas Detectados   |
|----------------------|--|--|--|
|                      |  | Fecha: 10/11/2022  | en el sector señalado, aun cuando el cauce Pitihuin está muy próximo. Obstaculiza un paradero de micro y el ancho de calle.<br>Acumulación de aguas lluvias: 2 m de ancho, 0,15 m alto   |
| 12                   | Pedro Montt (altura Gómez García)                                    | Salida a Terreno (Informe de días Lluvia)<br><br>Fecha: 10/11/2022 | Calle Pedro Montt presenta graves problemas de acumulación, en donde las Aguas Lluvias confluyen en varios puntos. El problema de base es el nivel de cota de veredas, el cual se encuentra por debajo del nivel cota de calzada, provocando así que fácilmente se generen puntos bajos de inundación. Además, en prácticamente un 90% de esta calle no existen sumideros. En su mayoría estos puntos bajos de inundación obstaculizan el correcto tránsito peatonal.<br><br>Acumulación de aguas lluvias: 30m de largo, 3m de ancho, 0,17m alto |
| 13                   | Dr Ahues (Altura Av La Paz)  | Salida a Terreno (Informe de días Lluvia)<br><br>Fecha: 7/12/2022  | El sector mencionado presenta un problema de arrastre de sedimentos en 170m, en donde las aguas escurren de forma lateral a la calzada, arrastrando arena, la cual se acumula de forma visible llegando a esquina de Dr Ahues con Av La Paz. Lo anterior provoca también problemas con el tránsito vehicular.<br><br>Acumulación de aguas lluvias: 170m de largo, 0,3m de ancho, 0,05m alto  |
| 14                   | Juan Ladrilleros (altura Balmaceda)                                  | Salida a Terreno (Informe de días Lluvia)<br><br>Fecha: 10/11/2022 | El trayecto señalado presenta leves problemas de acumulación de Aguas Lluvias en toda la cuadra, en donde las entradas de vehículos provocan el estancamiento de estas, no permitiendo que las aguas fluyan como deberían, además no existen sumideros en una distancia de 200 metros.<br><br>Acumulación de aguas lluvias: 0,7 m de ancho, 0,07 m alto  |
| 15                   | Calle Independencia (entre Santos Vargas y Costanera)                | Salida a Terreno (Informe de días Lluvia)<br><br>Fecha: 5/12/2022  | El siguiente se conoce como el punto más crítico de la comuna, en el cual se registraron inundaciones a las viviendas del sector que estaban bajo el nivel de calle. Sin embargo, en los meses presentes se han realizado trabajos de mejoramiento de las redes, lo cual refleja una mejora considerable, no existiendo acumulación de Aguas Lluvias.<br><br>Acumulación de aguas lluvias: Mínima.   |
| 16                   | Calle Santos Vargas, entre Ignacio Carrera Pinto y Galvarino Riveros | Salida a Terreno (Informe de días Lluvia)<br><br>Fecha: 10/11/2022 | El punto señalado presenta un punto bajo que provoca acumulación de aguas lluvia por una extensión de 30 metros en calzada y parte de veredas. Las aguas Lluvias convergen al centro de la cuadra entre calles Ignacio Carrera Pinto y Galvarino Riveros, donde existe sumidero, el cual se ve sobrepasado. Este punto se activa con grandes lluvias y luego de varias horas, ya que anteriormente no se había manifestado.<br><br>Acumulación de aguas lluvias: 10 m de ancho, 0,2 m alto   |
| 17                   | Galvarino Riveros  | Salida a Terreno (Informe de días Lluvia)<br><br>Fecha: 5/11/2022  | El punto señalado corresponde al recorrido de la imagen anterior, unos 60m antes de llegar. Se puede observar como el agua va descendiendo de norte a sur, en un ancho promedio de 2,5m. La acumulación de agua se encuentra en calzada y también en vereda. No existen sumideros en esta calle.<br><br>Acumulación de aguas 2,5m de ancho, 0,12m alto   |

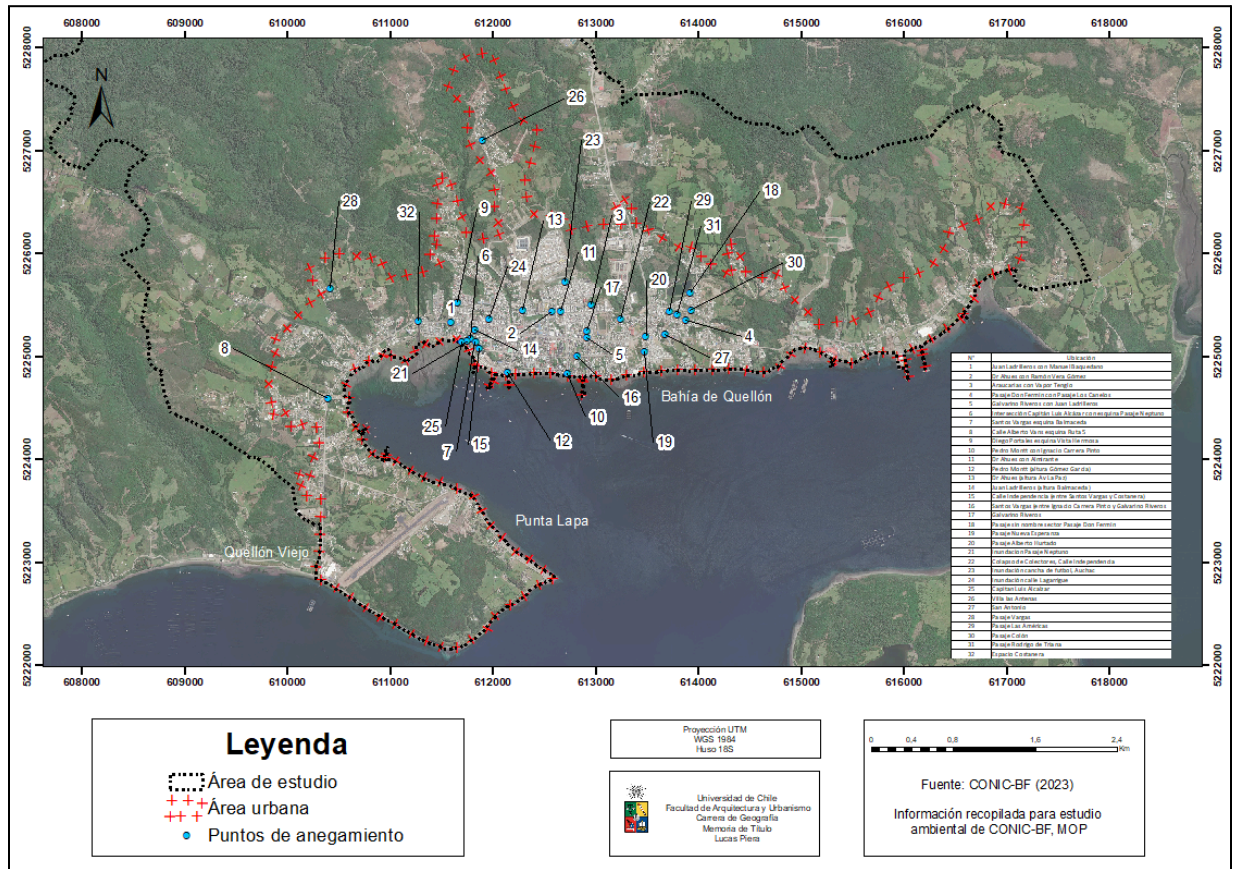
| <b>Punto de anegamiento</b> | <b>Ubicación</b>                           | <b>Fuente</b>   | <b>Problemas Detectados</b>   |
|-----------------------------|--|---|---|
| 18                          | Pasaje sin nombre, sector Pje Don Fermín   | Salida a Terreno (Informe de días Lluvia)<br><br>Fecha: 7/12/2022   | El siguiente corresponde a un punto señalado por la gente de Operaciones de la Municipalidad en donde se produce acumulación de Aguas Lluvias en un atraveso de río. Las viviendas aledañas se ven con terrenos saturados, y problemas de acceso.   |
| 19                          | Pasaje Nueva Esperanza                     | Salida a Terreno (Informe de días Lluvia)<br><br>Fecha: 5/12/2022   | El siguiente corresponde a un punto bajo señalado por la comunidad en reuniones. Corresponde a una acumulación de aguas que cubre toda la calzada en un diámetro de 7m, donde no existen sumideros ni veredas, por lo tanto, el tránsito peatonal queda interrumpido. Se puede observar también a los costados la existencia de mucho pasto y maleza, la cual bloquea el escurrimiento de las aguas.<br><br>Acumulación de aguas lluvias: 7m ancho, 0,08m alto  |
| 20                          | Pasaje Alberto Hurtado                     | Salida a Terreno (Informe de días Lluvia)<br><br>Fecha: 7/12/2022   | El trayecto señalado presenta leves problemas de acumulación de Aguas Lluvias en toda la extensión del pasaje, unos 60m aprox. Dicha acumulación se extiende por todo el eje de calzada, en unos 70cm ancho, sin existencia de sumideros en varias cuadras a la redonda. Otro problema se origina en la saturación de los sitios particulares, en donde se crean barreales y terrenos blandos.<br><br>Acumulación de aguas lluvias: 0,7 m de ancho, 0,07 m alto |
| 21                          | Inundación Pasaje Neptuno                  | Archivos de Prensa (La Estrella de Chiloé)<br><br>Fecha: 17/06/2009 | El punto señalado muestra cómo gran parte del camino sin pavimentar se encuentra saturado, y con arrastre de sedimentos que se acumulan, creando diferentes aposamientos de agua. En todo el sector no existen redes de aguas lluvias, lo que acrecienta los problemas.   |
| 22                          | Colapso de Colectores, calle Independencia | Archivos de Prensa (La Estrella de Chiloé)<br><br>Fecha: 11/06/2009 | Anegamiento   |
| 23                          | Inundación cancha de futbol, Auchac        | Archivos de Prensa (La Estrella de Chiloé)<br><br>Fecha: 3/08/2015  | Anegamiento   |
| 24                          | Inundación calle Larraguibe                | Archivos de Prensa (La Estrella de Chiloé)<br><br>Fecha: 22/08/2017 | Anegamiento   |

| <b>Punto de anegamiento</b> | <b>Ubicación</b>         | <b>Fuente</b>   | <b>Problemas Detectados</b>  |
|-----------------------------|--------------------------|---|------------------------------|
| 25                          | Capitán Luis Alcalzar    | Participación Ciudadana<br>(Encargado organizaciones Comunitarias)<br><br>Fecha: Noviembre, 2022        | Anegamiento                  |
| 26                          | Villa las Antenas        | Participación Ciudadana<br>(Encargado Asuntos Indígenas)<br><br>Fecha: Noviembre, 2022                  | Anegamiento                  |
| 27                          | San Antonio              | Participación Ciudadana<br>(Director de SECPLAN)<br><br>Fecha: Noviembre, 2022                          | Anegamiento                  |
| 28                          | Pasaje Vargas            | Participación Ciudadana<br>(Comandante de Bomberos)<br><br>Fecha: Noviembre, 2022                       | Anegamiento                  |
| 29                          | Pasaje las Américas      | Participación Ciudadana<br>(Presidente JJVV 12 de octubre)<br><br>Fecha: Noviembre, 2022                | Anegamiento                  |
| 30                          | Pasaje Colón             | Participación Ciudadana<br>(Presidente JJVV 12 de octubre)<br><br>Fecha: Noviembre, 2022                | Anegamiento                  |
| 31                          | Pasaje Rodrigo de Triana | Participación Ciudadana<br>(Presidente JJVV 12 de octubre)<br><br>Fecha: Noviembre, 2022                | Anegamiento                  |
| 32                          | Espacio Costanera        | Participación Ciudadana<br>(Presidente Comunidad Indígena Barrio Costero)<br><br>Fecha: Noviembre, 2022 | Anegamiento a raíz de mareas |

Fuente: CONIC-BF, 2022.



Figura 3.1 Puntos de anegamiento



Por consiguiente, se caracterizaron los puntos de anegamiento recopilados en función de los datos de precipitaciones registrados en la estación DGA de Quellón en relación con la máxima precipitación registrada dentro de 24 horas en un año. Esto último con el fin de comprobar si los días en que fueron recopilados los datos de anegamiento coincidían con estos eventos, siendo representados en la **Tabla 3-3**. A partir de ello se encontró que gran parte de los días que presentaron eventos de anegamiento ocurrieron en fechas alejadas de los máximos de lluvia, con excepción del punto 24 (Archivo de prensa), no obstante, al analizar los valores diarios de precipitación en cada punto de anegamiento, destacó la baja cantidad de milímetros presentes en los días 5 y 7 de diciembre respectivamente. Por lo tanto, se realizó un nuevo análisis que consistió en sumar los cuatro días anteriores al día de anegamiento (junto con la cantidad registrada ese día) con el fin de entender si el estancamiento de agua se producía por la precipitación diaria o era consecuencia de los cuatro días previos (columna suma total de los 5 días).

Los puntos registrados en terreno durante el 10 de noviembre del 2022 no contaron con un aumento considerable de lluvia en los días previos, pues más de la mitad fue aportado el día en el que se catastró el punto, siendo 14,6 mm, mientras que 6,4 mm fueron repartidos en los 4 días anteriores. Sin embargo, los puntos registrados, tanto el 5 como el 7 de diciembre obtuvieron 20,2 mm y 7 mm en función de los días anteriores, lo que daría a entender que estos días fueron los principales responsables del anegamiento más que el día en cuestión. A pesar de lo expuesto, la suma total de los cinco días no logró superar los 43,20 mm correspondientes a la máxima precipitación en 24 horas de ese año. No obstante, se logró identificar que los puntos de anegamiento recopilados por los archivos de prensa mostraban un notable aumento al sumar los cuatro días anteriores, encontrando cantidades de lluvia considerablemente mayores en

comparación con los días registrados tanto en el informe de días de lluvia, como de participación ciudadana (PAC), donde incluso estas cantidades superaron las máximas anuales de lluvia de sus respectivos años. Por lo tanto, en estos casos, se logra identificar que los anegamientos se debieron principalmente a las precipitaciones previas y no necesariamente al día registrado por la prensa.

**Tabla 3-3 Análisis de precipitaciones**

| N° | Medios de Información         | Fecha                 | Precipitación del Día (mm)             | Suma total de los 5 días Anteriores (mm) | Máxima (24 hrs) del Año    |
|----|-------------------------------|-----------------------|--|--|----------------------------|
| 1  | Informe de días lluvias       | 10 de noviembre, 2022 | 14,6                                   | 20                                       | 23-04-2022 (43,20 mm)      |
| 2  | Informe de días lluvias       | 10 de noviembre, 2022 | 14,6                                   | 20                                       |                            |
| 3  | Informe de días lluvias       | 5 de diciembre, 2022  | 1,4                                    | 21,6                                     |                            |
| 4  | Informe de días lluvias       | 5 de diciembre, 2022  | 1,4                                    | 21,6                                     |                            |
| 5  | Informe de días lluvias       | 5 de diciembre, 2022  | 1,4                                    | 21,6                                     |                            |
| 6  | Informe de días lluvias       | 7 de diciembre, 2022  | 0,1                                    | 7,1                                      |                            |
| 7  | Informe de días lluvias       | 7 de diciembre, 2022  | 0,1                                    | 7,1                                      |                            |
| 8  | Informe de días lluvias       | 7 de diciembre, 2022  | 0,1                                    | 7,1                                      |                            |
| 9  | Informe de días lluvias       | 7 de diciembre, 2022  | 0,1                                    | 7,1                                      |                            |
| 10 | Informe de días lluvias       | 10 de noviembre, 2022 | 14,6                                   | 20                                       |                            |
| 11 | Informe de días lluvias       | 10 de noviembre, 2022 | 14,6                                   | 20                                       |                            |
| 12 | Informe de días lluvias/PAC   | 10 de noviembre, 2022 | 14,6                                   | 20                                       |                            |
| 13 | Informe de días lluvias       | 7 de diciembre, 2022  | 0,1                                    | 7,1                                      |                            |
| 14 | Informe de días lluvias/PAC   | 10 de noviembre, 2022 | 14,6                                   | 20                                       |                            |
| 15 | Informe de días lluvias       | 5 de diciembre, 2022  | 1,4                                    | 21,6                                     |                            |
| 16 | Informe de días lluvias/PAC   | 10 de noviembre, 2022 | 14,6                                   | 20                                       |                            |
| 17 | Informe de días lluvias/PAC   | 5 de diciembre, 2022  | 1,4                                    | 21,6                                     |                            |
| 18 | Informe de prensa             | 7 de diciembre, 2022  | 0,1                                    | 7,1                                      |                            |
| 19 | Informe de días lluvias       | 5 de diciembre, 2022  | 1,4                                    | 21,6                                     |                            |
| 20 | Informe de días lluvias       | 7 de diciembre, 2022  | 0,1                                    | 7,1                                      |                            |
| 21 | Archivos de prensa            | 17 de junio, 2009     | 19,3                                   | <b>143,8</b>                             | 09 - 08 - 2009 (55 mm)     |
| 22 | Archivos de prensa            | 11 de junio, 2014     | 4                                      | <b>85,6</b>                              | 31 - 05 - 2014 (61, 80 mm) |
| 23 | Archivos de prensa            | 3 de agosto, 2015     | 6,5                                    | <b>72,4</b>                              | 16 - 03 - 2015 (71,50 mm)  |
| 24 | Archivos de prensa            | 22 de agosto, 2017    | 4                                      | <b>122,2</b>                             | 21 - 08 - 2017 (97 mm)     |
| 25 | PAC (Participación ciudadana) | Noviembre, 2022       | No se registran datos de precipitación |  |                            |
| 26 | PAC (Participación ciudadana) | Noviembre, 2022       |  |  |                            |
| 27 | PAC (Participación ciudadana) | Noviembre, 2022       |  |  |                            |
| 28 | PAC (Participación ciudadana) | Noviembre, 2022       |  |  |                            |
| 29 | PAC (Participación ciudadana) | Noviembre, 2022       |  |  |                            |
| 30 | PAC (Participación ciudadana) | Noviembre, 2022       |  |  |                            |
| 31 | PAC (Participación ciudadana) | Noviembre, 2022       |  |  |                            |
| 32 | PAC (Participación ciudadana) | Noviembre, 2022       |  |  |                            |

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la DGA, 2009 - 2022; CONIC-BF, 2023.

El área de estudio está compuesta por un total de 16 microcuencas (**Figura 3.2**) de las cuales solamente 6 albergan puntos de anegamiento en su interior, tal como muestra la **Tabla 3-4**. A partir de ello se calculó tanto el índice de compacidad de Gravelius como el índice de forma para determinar cómo se comportarían las microcuencas y el agua que fluye ante un posible pick de precipitación, pudiendo influir directamente en los puntos de anegamiento alojados en su interior. Según la clasificación de Gaspari et al. (2012), las microcuencas Esperanza, Flojo, Matadero, Río Grande y Los Paicos cuentan con una forma del tipo oval oblonga a rectangular oblonga, donde en un rango del uno al cuatro (siendo el cuatro la categoría que tiene mayores problemas de escurrimiento) se encuentran en un tipo 2, mientras que la microcuenca Fermín entra en la categoría oval redonda a oval oblonga, siendo del tipo 3.

El factor de forma según Pérez (1979) cuenta con una clasificación de ocho tipos que van desde la más alargada (1), con un peaks gradual, hasta una más ensanchada o rodeando el desagüe (8), teniendo un peaks más intenso ante precipitaciones. Por consiguiente, la microcuenca Esperanza cuenta con una forma ligeramente ensanchada (5), teniendo una tendencia hacia un peaks moderado (intermedio); Vargas con una forma ensanchada (6) con posibilidades medias altas ante un peaks y finalmente las microcuencas Fermín, Flojo, Matadero, Río Grande como los Paicos con una forma redondeada en el desagüe (8), lo que implicaría una concentración del peaks al final de la microcuenca ante precipitaciones, pudiendo generar graves problemas en el escurrimiento de aguas con eventos relacionados a desbordes.

Por consiguiente, las características asociadas al índice de compacidad y factor de forma en las microcuencas responden a la ubicación de puntos de anegamiento, pues ejemplos como La Cascada, Paillaco, Tornagelones, San Antonio, Álamos, Fiordos y Avellanos cuentan con formas en su mayoría alargadas que se caracterizan por no tener un peaks tan alto (más bien constante), evitando desbordes a pesar de su forma (compacidad), teniendo en muchos casos formas ovales redondas a ovales oblongas, con excepción de San Antonio y los Paicos que van encaminadas hacia una forma más rectangular. Estas características se repiten en las microcuencas que albergan puntos de anegamiento (con excepción de Vargas y Fermín), sin embargo, su factor de forma redondeado en el desagüe o con tendencias a ello, calza con los eventos de anegamiento debido a los intensos peaks que se pueden generar.

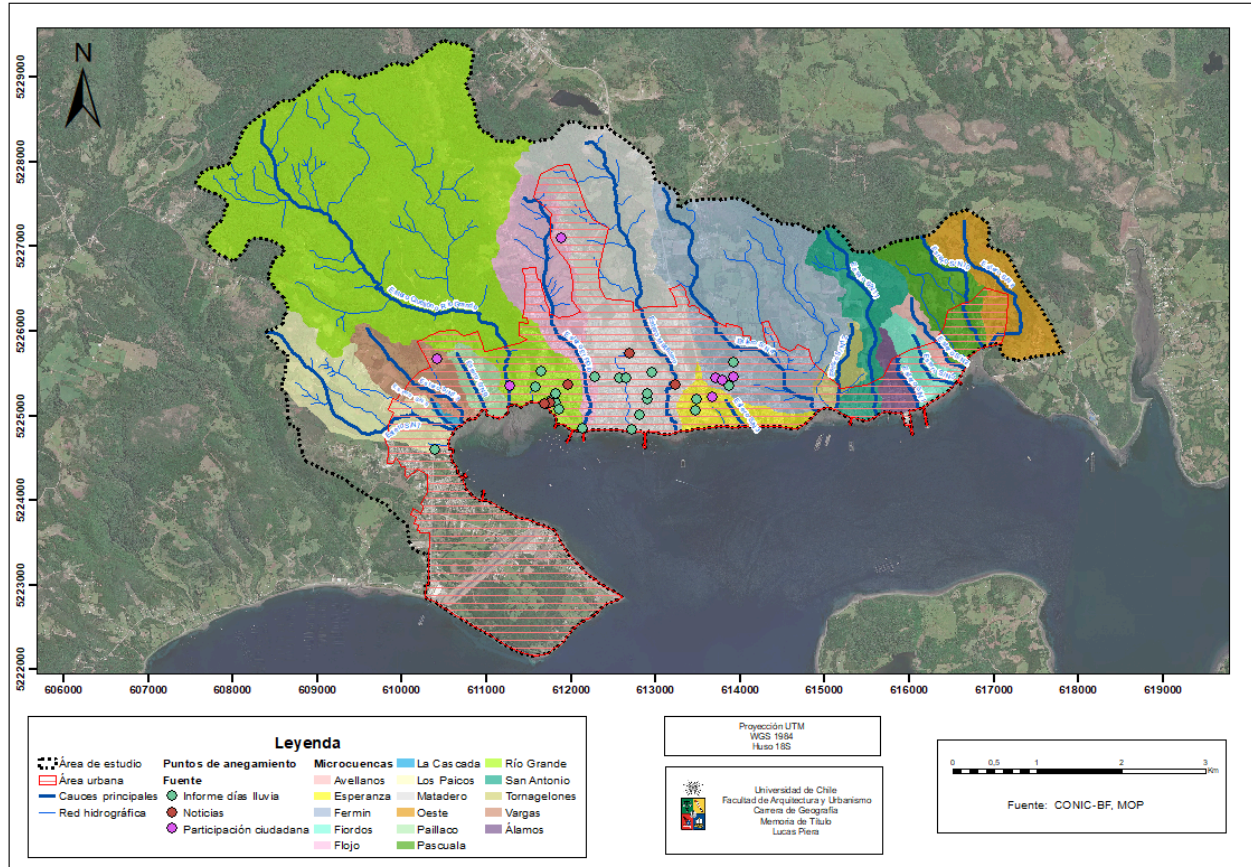
**Tabla 3-4 Formas de las microcuencas**

| Microcuencas | Fuente                                 | Cantidad de Puntos | Cantidad Total de puntos por Microcuenca | Índice de compacidad de Gravelius (forma) | Factor de forma           |
|--------------|--|--------------------|--|---|---------------------------|
| Esperanza    | Informe Días Lluvia                    | 2                  | 3  | Oval oblonga a rectangular oblonga        | Ligeramente ensanchada    |
|              | Participación Ciudadana                | 1                  |  |   |                           |
| Fermín       | Informe Días Lluvia                    | 2                  | 5  | Oval redonda a oval oblonga               | Redondeando el desagüe    |
|              | Participación Ciudadana                | 3                  |  |   |                           |
| Flojo        | Informe Días Lluvia                    | 2                  | 3  | Oval oblonga a rectangular oblonga        | Redondeando el desagüe    |
|              | Participación Ciudadana                | 1                  |  |   |                           |
| Matadero     | Informe Días Lluvia                    | 7                  | 9  | Oval oblonga a rectangular oblonga        | Redondeando el desagüe    |
|              | Noticias                               | 2                  |  |   |                           |
| Río Grande   | Informe Días Lluvia                    | 6                  | 10                                       | Oval oblonga a rectangular oblonga        | Redondeando el desagüe    |
|              | Noticias                               | 3                  |  |   |                           |
|              | Participación Ciudadana                | 1                  |  |   |                           |
| Vargas       | Participación Ciudadana                | 1                  | 1  | Oval redonda a oval oblonga               | Ensanchada                |
| Los Paicos   | Participación Ciudadana                | 1                  | 1  | Oval oblonga a rectangular oblonga        | Redondeando el desagüe    |
| La Cascada   | No se encuentran puntos de anegamiento |                    |  | Oval redonda a oval oblonga               | Muy alargada              |
| Paillaco     |  |                    |  | Oval redonda a oval oblonga               | Ligeramente alargada      |
| Tornagelones |  |                    |  | Oval redonda a oval oblonga               | Ligeramente alargada      |
| San Antonio  |  |                    |  | Casi rectangular                          | Muy ensanchada            |
| Álamos       |  |                    |  | Oval redonda a oval oblonga               | Alargada                  |
| Fiordos      |  |                    |  | Oval redonda a oval oblonga               | Ni alargada ni ensanchada |
| Avellanos    |  |                    |  | Casi rectangular                          | Muy alargada              |
| Pascuala     |  |                    |  | Oval redonda a oval oblonga               | Muy ensanchada            |
| Oeste        |  |                    |  | Oval oblonga a rectangular oblonga        | Muy ensanchada            |

Fuente: Elaboración propia, 2023.



Figura 3.2 Microcuencas del área de estudio



En consecuencia, se realizó un análisis a los cauces principales de cada microcuenca en el área de estudio (**Tabla 3-5** y **Anexo 4**) mostrando que los ubicados en zonas con puntos de anegamiento contaban con una longitud superior al del resto, con excepción de Esperanza y Vargas. Sin embargo, al analizar la pendiente máxima y media, se encontraron casos con una gran variabilidad, pues algunos cauces mostraban muchas zonas bajas en comparación a la pendiente máxima obtenida, siendo los casos más extremos los de Fermín y Flojo que responden de alguna forma a los puntos de anegamiento encontrados; como también se encontraron casos como el del cauce principal ubicado en la microcuenca Esperanza que cuenta con la pendiente media más alta de todas, lo que implica que su variabilidad no es tan grande como la del resto de cauces teniendo en consideración su máxima pendiente. Pero el caso más llamativo corresponde al cauce principal ubicado en la microcuenca Río Grande, debido a que el punto de anegamiento se encuentra particularmente cerca del cauce principal. Así mismo, tanto Paillaco como San Antonio, a pesar de contar con una pendiente media similar a la de Fermín y Flojo, no presentan puntos de anegamiento.

La pendiente media a nivel de microcuencas también fue una variable a considerar dentro del análisis, donde se obtuvo que las más bajas se hallaron en Paillaco, Álamos, Avellanos y Fermín, siendo esta última la única de las cuatro que alberga puntos de anegamiento. Mientras que el resto de las microcuencas con anegamientos cuentan con pendientes superiores a los  $10^\circ$ , siendo la de mayor valor la del Flojo con  $14,25^\circ$ .

**Tabla 3-5 Características de la pendiente**

| Microcuencas | Fuente                       | Cantidad de puntos | Cantidad total de puntos por microcuenca | Cauce principal             | Longitud cauce principal (Km) | Pendiente mínima del cauce principal | Pendiente máxima del cauce principal (grados°) | Pendiente media cauce principal (grados°) | Pendiente media microcuenca (grados°) | Área de la microcuenca (Km²) | Perímetro de la microcuenca (Km) |
|--------------|------------------------------|--------------------|--|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|--|---|---------------------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| Esperanza    | Informe Días Lluvia          | 2                  | 3  | Estero S/N3                 | 0,39                          | 0,00                                 | 72,67  | 13,65                                     | 12,79                                 | 0,52                         | 4,32                             |
|              | Participación Ciudadana      | 1                  |  |                             |                               |                                      |  |   |                                       |                              |                                  |
| Fermin       | Informe Días Lluvia          | 2                  | 5  | Estero S/N4                 | 3,83                          | 0,00                                 | 189,53   | 6,31                                      | 6,94                                  | 4,09                         | 9,71                             |
|              | Participación Ciudadana      | 3                  |  |                             |                               |                                      |  |   |                                       |                              |                                  |
| Flojo        | Informe Días Lluvia          | 2                  | 3  | Estero El Flojo             | 3,23                          | 0,00                                 | 153,39   | 4,43                                      | 14,25                                 | 1,60                         | 7,77                             |
|              | Participación Ciudadana      | 1                  |  |                             |                               |                                      |  |   |                                       |                              |                                  |
| Matadero     | Informe Días Lluvia          | 7                  | 9  | Estero Matadero             | 4,12                          | 0,00                                 | 64,49  | 7,95                                      | 10,34                                 | 4,17                         | 11,16                            |
|              | Noticias                     | 2                  |  |                             |                               |                                      |  |   |                                       |                              |                                  |
| Río Grande   | Informe Días Lluvia          | 6                  | 10                                       | Estero Quellón o Río Grande | 5,49                          | 0,00                                 | 72,65  | 10,19                                     | 10,33                                 | 10,29                        | 18,27                            |
|              | Noticias                     | 3                  |  |                             |                               |                                      |  |   |                                       |                              |                                  |
|              | Participación Ciudadana      | 1                  |  |                             |                               |                                      |  |   |                                       |                              |                                  |
| Vargas       | Participación Ciudadana      | 1                  | 1  | Estero S/N13                | 1,75                          | 0,00                                 | 144,00   | 8,37                                      | 10,29                                 | 0,82                         | 4,79                             |
| Los Paicos   | Participación Ciudadana      | 1                  | 1  | Estero S/N7                 | 2,99                          | 0,00                                 | 63,89  | 7,06                                      | 8,39                                  | 1,53                         | 7,02                             |
| La Cascada   | No hay puntos de anegamiento |                    |  | Estero S/N6                 | 0,47                          | 0,00                                 | 47,63  | 7,98                                      | 8,29                                  | 0,05                         | 1,11                             |
| Paillaco     |                              |                    |  | Estero S/N9                 | 0,75                          | 0,00                                 | 39,71  | 6,28                                      | 6,83                                  | 0,35                         | 2,71                             |
| Tornagelones |                              |                    |  | Estero S/N12                | 1,12                          | 0,00                                 | 115,69   | 10,58                                     | 8,33                                  | 0,31                         | 2,90                             |
| San Antonio  |                              |                    |  | Estero S/N11                | 2,54                          | 0,00                                 | 63,63  | 4,29                                      | 8,09                                  | 1,08                         | 6,88                             |
| Álamos       |                              |                    |  | Estero S/N1                 | 0,73                          | 0,00                                 | 96,63  | 7,81                                      | 6,22                                  | 0,28                         | 2,76                             |
| Fiordos      |                              |                    |  | Estero S/N5                 | 0,88                          | 0,00                                 | 194,91   | 12,00                                     | 11,43                                 | 0,42                         | 3,31                             |
| Avellanos    |                              |                    |  | Estero S/N2                 | 1,17                          | 0,00                                 | 68,70  | 8,06                                      | 6,49                                  | 0,20                         | 2,92                             |
| Pascuala     |                              |                    |  | Estero S/N10                | 1,76                          | 0,00                                 | 160,78   | 9,20                                      | 10,39                                 | 0,96                         | 4,86                             |
| Oeste        |                              |                    |  | Estero S/N8                 | 2,14                          | 0,00                                 | 64,78  | 11,54                                     | 8,22                                  | 1,14                         | 5,78                             |

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Luego se procedió a calcular la pendiente de los distintos puntos de anegamiento en función de la posición del píxel resultante de la clasificación de pendientes (**Tabla 3-6**), la cual fue elaborada por Ibarra et al. (2016). Por consiguiente, diecisiete puntos obtuvieron la clasificación “ligera a suavemente inclinados” con una susceptibilidad media o baja, siete contaron con un “terreno plano” con una alta susceptibilidad de inundación, al igual que los de terreno “suavemente inclinado a muy escarpado o acantilado”, siendo este último casi inmune a estos eventos. Sin embargo, y como se expuso anteriormente, estos resultados se dieron en función de la posición del píxel, por lo que para visualizar cuánto podría extenderse el anegamiento se revisaron las proporciones de los estancamientos de agua y se concluyó, que en promedio no se extendían más allá de los diez metros, con excepción del punto 12 que tenía una extensión de 170 mts (**Tabla 3-2**).

De este modo se determinó la pendiente del área de influencia de cada punto de anegamiento mediante un geoproceto en ArcMap, denominado como buffer para generar zonas de influencia de 10 y 200 metros, siendo esta última para el punto de anegamiento de 170 metros específicamente; dando como resultado que, de los 7 puntos clasificados con una alta susceptibilidad de inundación se vieran reducidos a 3, agregando la ubicación “Pasaje don Fermín con Pasaje los Canelos” a la categoría de alta susceptibilidad a inundaciones, pero quitando las ubicaciones de “Pasaje Nueva Esperanza”, “Pasaje sin nombre sector Pasaje Don Fermín” y “Pasaje Colón”.

Mientras que de los 17 anegamientos clasificados con una susceptibilidad baja pasan a ser 14, siendo las ubicaciones “Pasaje sin nombre sector Pasaje Don Fermín”, “Galvarino Riveros”, “Galvarino Riveros con Juan Ladrilleros”, “Calle Independencia (entre Santos Vargas y Costanera)” agregadas a esta categoría, mientras que “Pasaje Don Fermín con Pasaje Los Canelos”, “Dr Ahues (altura Av La Paz)”, “Inundación cancha de futbol, Auchac”, “Dr Ahues con Ramón Vera Gómez”, “Diego Portales esquina Vista Hermosa”, “Juan Ladrilleros con Manuel Baquedano” y “Capitán Luis Alcalzar” cambian la susceptibilidad en función del nivel de influencia.

Por último, los 8 puntos de anegamiento con una nula susceptibilidad pasan a ser 15, sumándose las ubicaciones “Pasaje Colón”, “Pasaje Nueva Esperanza”, “Dr Ahues (altura Av La Paz)”, “Inundación cancha de futbol, Auchac”, “Dr Ahues con Ramón Vera Gómez”, “Diego Portales esquina Vista Hermosa”, “Juan Ladrilleros con Manuel Baquedano” como “Capitán Luis Alcalzar”, sin embargo, la ubicación “Calle Independencia (entre Santos Vargas y Costanera)” cambia su nivel de susceptibilidad.

**Tabla 3-6 Parámetros de los puntos de anegamiento**

| Punto de anegamiento | Ubicación   | Fuente                  | Mercurencias en puntos de anegamiento | Pendiente puntos de anegamiento (grados) | Tipo de terreno de los puntos de anegamiento      | Susceptibilidad a inundaciones | Pendiente promedio del área de influencia (200 y 10 mts) | Tipo de terreno del área de influencia (200 y 10 mts) | Susceptibilidad a inundaciones del área de influencia (10 y 200 mts) | Índice de Curvatura (puntos) | Clasificación curvatura (puntos) | Índice de Curvatura del área de influencia (10 y 200 mts) | Clasificación Curvatura del área de influencia (10 y 200 mts) | Zonas de acumulación puntos | Clasificación zonas de acumulación Puntos | Clasificación zonas de acumulación área de influencia (10 y 200 mts) | Zonas de acumulación área de influencia (10 y 200 mts) | Responde al anegamiento |
|----------------------|---|-------------------------|---------------------------------------|--|---|--------------------------------|--|---|--|------------------------------|----------------------------------|---|---|-----------------------------|---|--|--|-------------------------|
| 1                    | Juan Ladilleros con Manuel Bayodano                           | Informe Día Lluvia      | Río Grande                            | 3,91                                     | Ligera a suavemente inclinado                     | Medio o baja                   | 5,43   | Suavemente inclinado a muy escarpado o acantilado     | Nula   | 0,25                         | Moderado                         | -0,175166   | Moderado  | 0                           | Muy bajo                                  | 530,87   | Moderado   | Si                      |
| 2                    | Dr. Abreu con Ramón Vera Gómez                                | Informe Día Lluvia      | Matapero                              | 2,79                                     | Ligera a suavemente inclinado                     | Medio o baja                   | 5,29   | Suavemente inclinado a muy escarpado o acantilado     | Nula   | -2,17                        | Inclinado                        | -2,110409   | Inclinado   | 1                           | Muy bajo                                  | 1405,98  | Alto   | No                      |
| 3                    | Amarillas con Vapor Temple                                    | Informe Día Lluvia      | Matapero                              | 6,24                                     | Suavemente inclinado a muy escarpado o acantilado | Nula                           | 4,72   | Suavemente inclinado a muy escarpado o acantilado     | Nula   | -5,65                        | Inclinado                        | -2,792037   | Inclinado   | 1                           | Muy bajo                                  | 4,72   | Muy bajo   | No                      |
| 4                    | Puaje Don Fermín con Puaje Los Candelos                       | Informe Día Lluvia      | Fermin                                | 1,16                                     | Ligera a suavemente inclinado                     | Medio o baja                   | 0,95   | Plano   | Alta   | 2,03                         | Inclinado                        | 0,221581  | Moderado  | 0                           | Muy bajo                                  | 22,18  | Bajo   | Si (mitad)              |
| 5                    | Guburno Ríveros con Juan Ladilleros                           | Informe Día Lluvia      | Matapero                              | 1,00                                     | Plano   | Alta                           | 2,15   | Ligera a suavemente inclinado                         | Medio o baja   | -0,65                        | Inclinado                        | -0,533924   | Inclinado   | 74                          | Bajo                                      | 20,60  | Bajo   | No                      |
| 6                    | Intersección Capitán Luis Alkazar con esquina Puaje Neptuno   | Informe Día Lluvia      | Río Grande                            | 10,46                                    | Suavemente inclinado a muy escarpado o acantilado | Nula                           | 10,97  | Suavemente inclinado a muy escarpado o acantilado     | Nula   | -10,51                       | Inclinado                        | -0,707926   | Inclinado   | 116                         | Bajo                                      | 17,38  | Bajo   | No                      |
| 7                    | Santos Vargas esquina Belanaceda                              | Informe Día Lluvia      | Río Grande                            | 4,38                                     | Suavemente inclinado a muy escarpado o acantilado | Nula                           | 8,63   | Suavemente inclinado a muy escarpado o acantilado     | Nula   | -2,52                        | Inclinado                        | -0,939634   | Inclinado   | 20                          | Bajo                                      | 2481,96  | Muy alto   | No                      |
| 8                    | Calle Alberto Vans esquina Ruta 5                             | Informe Día Lluvia      | Los Picos                             | 6,94                                     | Suavemente inclinado a muy escarpado o acantilado | Nula                           | 8,93   | Suavemente inclinado a muy escarpado o acantilado     | Nula   | -11,83                       | Inclinado                        | -2,641037   | Inclinado   | 21821                       | Muy alto                                  | 647,89   | Alto   | No                      |
| 9                    | Diego Portales esquina Vista Hermosa                          | Informe Día Lluvia      | Río Grande                            | 1,63                                     | Ligera a suavemente inclinado                     | Medio o baja                   | 10,05  | Suavemente inclinado a muy escarpado o acantilado     | Nula   | -0,96                        | Inclinado                        | 4,590275  | Inclinado   | 0                           | Muy bajo                                  | 3014,64  | Muy alto   | No                      |
| 10                   | Pedro Montt con Ignacio Carrera Pinto                         | Informe Día Lluvia      | Matapero                              | 1,16                                     | Ligera a suavemente inclinado                     | Medio o baja                   | 2,46   | Ligera a suavemente inclinado                         | Medio o baja   | 2,05                         | Inclinado                        | 1,840787  | Inclinado   | 0                           | Muy bajo                                  | 11,29  | Bajo   | No                      |
| 11                   | Dr. Abreu con Almirante                                       | Informe Día Lluvia      | Matapero                              | 1,22                                     | Ligera a suavemente inclinado                     | Medio o baja                   | 2,90   | Ligera a suavemente inclinado                         | Medio o baja   | 1,87                         | Inclinado                        | -0,376715   | Moderado  | 3950                        | Alto                                      | 5,51   | Muy alto   | Si                      |
| 12                   | Pedro Montt (ahora Gómez García)                              | Informe Día Lluvia      | Hijojo                                | 1,29                                     | Ligera a suavemente inclinado                     | Medio o baja                   | 3,51   | Ligera a suavemente inclinado                         | Medio o baja   | 2,37                         | Inclinado                        | 1,707431  | Inclinado   | 0                           | Muy bajo                                  | 2352,74  | Muy alto   | Si (mitad)              |
| 13                   | Dr. Abreu (ahora Av. La Paz)                                  | Informe Día Lluvia      | Hijojo                                | 1,97                                     | Ligera a suavemente inclinado                     | Medio o baja                   | 6,20   | Suavemente inclinado a muy escarpado o acantilado     | Nula   | -4,36                        | Inclinado                        | -0,609167   | Inclinado   | 42                          | Bajo                                      | 32,12  | Bajo   | No                      |
| 14                   | Juan Ladilleros (ahora Belanaceda)                            | Informe Día Lluvia      | Río Grande                            | 3,11                                     | Ligera a suavemente inclinado                     | Medio o baja                   | 4,03   | Ligera a suavemente inclinado                         | Medio o baja   | 7,38                         | Inclinado                        | 0,372087  | Moderado  | 0                           | Muy bajo                                  | 1066,64  | Moderado   | Si                      |
| 15                   | Calle Independencia (entre Santos Vargas y Costanera)         | Informe Día Lluvia      | Río Grande                            | 5,45                                     | Suavemente inclinado a muy escarpado o acantilado | Nula                           | 1,57   | Ligera a suavemente inclinado                         | Medio o baja   | -13,49                       | Inclinado                        | 0,077699  | Inclinado   | 7                           | Muy bajo                                  | 80,86  | Bajo   | No                      |
| 16                   | Santos Vargas (entre Ignacio Carrera Pinto y Guburno Ríveros) | Informe Día Lluvia      | Matapero                              | 1,08                                     | Ligera a suavemente inclinado                     | Medio o baja                   | 1,90   | Ligera a suavemente inclinado                         | Medio o baja   | -3,68                        | Inclinado                        | -0,074822   | Moderado  | 82                          | Bajo                                      | 2,94   | Muy bajo   | Si (mitad)              |
| 17                   | Guburno Ríveros   | Informe Día Lluvia      | Matapero                              | 0,32                                     | Plano   | Alta                           | 1,23   | Ligera a suavemente inclinado                         | Medio o baja   | 0,78                         | Inclinado                        | -0,294543   | Moderado  | 0                           | Muy bajo                                  | 17,44  | Bajo   | Si (mitad)              |
| 18                   | Puaje sin nombre sector Puaje Don Fermín                      | Informe Día Lluvia      | Fermin                                | 0,63                                     | Plano   | Alta                           | 1,79   | Ligera a suavemente inclinado                         | Medio o baja   | -0,31                        | Moderado                         | -0,319904   | Moderado  | 28                          | Bajo                                      | 2385,94  | Muy alto   | Si                      |
| 19                   | Puaje Nueva Esperanza   | Informe Día Lluvia      | Esperanza                             | 0,29                                     | Plano   | Alta                           | 4,24   | Suavemente inclinado a muy escarpado o acantilado     | Nula   | 0,97                         | Inclinado                        | 0,662902  | Moderado  | 0                           | Muy bajo                                  | 396,45   | Moderado   | Si                      |
| 20                   | Puaje Alberto Hurtado   | Informe Día Lluvia      | Esperanza                             | 0,00                                     | Plano   | Alta                           | 0,21   | Plano   | Alta   | 0,00                         | Plano                            | -0,045339   | Moderado  | 14                          | Bajo                                      | 3297,16  | Muy alto   | No                      |
| 21                   | Inundación Puaje Neptuno                                      | Noticias                | Río Grande                            | 1,65                                     | Ligera a suavemente inclinado                     | Medio o baja                   | 1,54   | Ligera a suavemente inclinado                         | Medio o baja   | -5,26                        | Inclinado                        | 0,323837  | Moderado  | 9                           | Muy bajo                                  | 2,80   | Muy bajo   | Si (mitad)              |
| 22                   | Cólope de Colectores, Calle Independencia                     | Noticias                | Matapero                              | 1,60                                     | Ligera a suavemente inclinado                     | Medio o baja                   | 2,91   | Ligera a suavemente inclinado                         | Medio o baja   | -0,95                        | Inclinado                        | -0,08078  | Inclinado   | 9                           | Muy bajo                                  | 104,58   | Bajo   | No                      |
| 23                   | Inundación cancha de fútbol, Anicac                           | Noticias                | Matapero                              | 3,66                                     | Ligera a suavemente inclinado                     | Medio o baja                   | 5,43   | Suavemente inclinado a muy escarpado o acantilado     | Nula   | 3,76                         | Inclinado                        | -0,90452  | Inclinado   | 0                           | Muy bajo                                  | 10,45  | Muy bajo   | No                      |
| 24                   | Inundación calle Lagarigua                                    | Noticias                | Río Grande                            | 2,33                                     | Ligera a suavemente inclinado                     | Medio o baja                   | 2,22   | Ligera a suavemente inclinado                         | Medio o baja   | 2,74                         | Inclinado                        | 0,106664  | Moderado  | 0                           | Muy bajo                                  | 2,80   | Muy bajo   | Si (mitad)              |
| 25                   | Capitán Luis Alkazar  | Noticias                | Río Grande                            | 2,62                                     | Ligera a suavemente inclinado                     | Medio o baja                   | 6,30   | Suavemente inclinado a muy escarpado o acantilado     | Nula   | -7,96                        | Inclinado                        | 1,714667  | Inclinado   | 194                         | Moderado                                  | 7,76   | Muy bajo   | No                      |
| 26                   | Villa las Antenas   | Participación Ciudadana | Hijojo                                | 6,12                                     | Suavemente inclinado a muy escarpado o acantilado | Nula                           | 5,02   | Suavemente inclinado a muy escarpado o acantilado     | Nula   | 15,06                        | Inclinado                        | -0,471883   | Moderado  | 0                           | Muy bajo                                  | 4,53   | Muy bajo   | No                      |
| 27                   | San Antonio   | Participación Ciudadana | Esperanza                             | 1,73                                     | Ligera a suavemente inclinado                     | Medio o baja                   | 1,43   | Ligera a suavemente inclinado                         | Medio o baja   | 2,35                         | Inclinado                        | 0,938884  | Inclinado   | 0                           | Muy bajo                                  | 10360,83   | Muy alto   | No                      |
| 28                   | Puaje Vargas  | Participación Ciudadana | Vargas                                | 6,24                                     | Suavemente inclinado a muy escarpado o acantilado | Nula                           | 8,27   | Suavemente inclinado a muy escarpado o acantilado     | Nula   | -3,24                        | Inclinado                        | 3,04851   | Inclinado   | 2                           | Muy bajo                                  | 1599,33  | Muy alto   | Si                      |
| 29                   | Puaje Las Américas  | Participación Ciudadana | Fermin                                | 1,31                                     | Ligera a suavemente inclinado                     | Medio o baja                   | 1,43   | Ligera a suavemente inclinado                         | Medio o baja   | -3,40                        | Inclinado                        | -0,223314   | Moderado  | 9                           | Muy bajo                                  | 438,49   | Moderado   | Si                      |
| 30                   | Puaje Colón   | Participación Ciudadana | Fermin                                | 0,11                                     | Plano   | Alta                           | 4,27   | Suavemente inclinado a muy escarpado o acantilado     | Nula   | -0,25                        | Moderado                         | -0,63398  | Inclinado   | 27097                       | Muy alto                                  | 247,73   | Moderado   | Si                      |
| 31                   | Puaje Rodrigo de Triana                                       | Participación Ciudadana | Fermin                                | 0,85                                     | Plano   | Alta                           | 1,38   | Plano   | Alta   | -0,87                        | Inclinado                        | 0,236956  | Inclinado   | 2                           | Muy bajo                                  | 33,42  | Bajo   | Si                      |
| 32                   | Espacio Costanera   | Participación Ciudadana | Río Grande                            | 8,01                                     | Suavemente inclinado a muy escarpado o acantilado | Nula                           | 15,77  | Suavemente inclinado a muy escarpado o acantilado     | Nula   | -19,06                       | Inclinado                        | 2,879171  | Inclinado   | 3                           | Muy bajo                                  | 163,37   | Moderado   | No                      |

Fuente: Elaboración propia, 2023.



Otro de los resultados que se pudo obtener mediante la elaboración de las zonas de influencia de tanto 10 como 200 mts, fue que algunos puntos de anegamiento lograban llegar a ciertos cauces de agua aledaños, como es el caso del punto de anegamiento ubicado en Dr Ahues (altura Av. La Paz) en la microcuenca Flojo, logrando extenderse hasta abarcar parte del estero con el mismo nombre (**Anexo 6**). Al estar tan cerca del cauce principal esto podría explicar la ubicación del punto de anegamiento o bien podría potenciar la acumulación de agua en aquel lugar, no obstante, su ubicación se encuentra en un terreno ligero a suavemente inclinado según su posición exacta dentro del píxel, pero si se extrapola a los 200 mts del área de influencia esta clasificación cambia a suavemente inclinado a muy escarpado o acantilado. Por lo que la pendiente no debería favorecer el estancamiento de aguas. Otro de los puntos con las mismas características que el anterior se ubica en espacio costanera (**Anexo 7**), el cual también logra ingresar al cauce principal denominado como estero Quellón o Río Grande, no obstante, este cuenta con un terreno suavemente inclinado a muy escarpado o acantilado tanto en su posición exacta, como en su área de influencia, lo cual no se explicaría mediante la pendiente al igual que la ubicación anterior. Por último, existen algunos puntos que se encuentran relativamente cerca de cauces, pero no llegan a incluirlos, como lo son los puntos ubicados en Pedro Montt (altura Gómez García) cercano al estero el Flojo y Dr Ahues con Almirante.

Luego se procedió a calcular las zonas de mayor acumulación, las cuales se clasificaron en función de la jerarquía de drenes propuesta por Strahler que van desde zonas de muy baja a muy alta acumulación (**Tabla 3-6**). Por consiguiente, los resultados arrojaron la existencia de dos ubicaciones con zonas de muy alta acumulación (puntos 8 y 30), uno con alta (punto 11) y otro con moderada (punto 25), el resto de los puntos terminan bajo la clasificación baja o muy baja acumulación. Por último, se decidió calcular la curvatura del terreno bajo las clasificaciones de moderado, inclinado y plano en base a la clasificación planteada por el Software ArcGIS, obteniendo que las zonas en donde se ubican los puntos sean mayormente inclinado, teniendo dos casos de curvaturas del terreno moderado y uno plano, mientras que si nos basamos en la curvatura abarcada por el área de influencia las curvaturas de terreno moderado ascienden a trece, los terrenos inclinados a 19, mientras que la categoría plano desaparece.

Teniendo en consideración todos los parámetros analizados dentro de la **Tabla 3-6**, se decidió hacer una síntesis por cada punto de anegamiento para ver si estos de alguna forma responden a las características y valores expuestos, por ello dentro de la misma tabla se colorearon las casillas con tres tipos de colores:

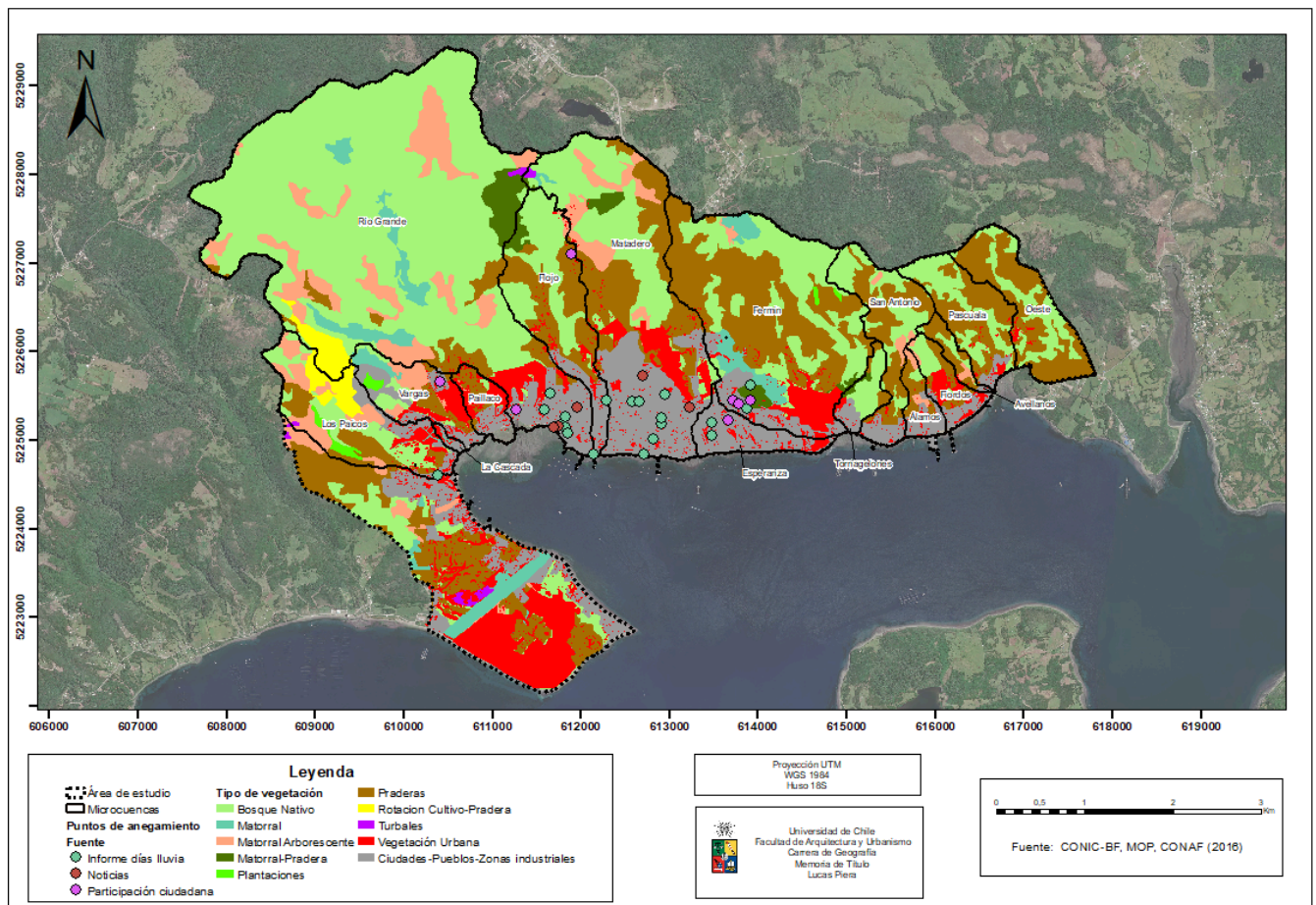
- Amarillo: responde al anegamiento
- Café: puede responder al anegamiento
- Verde: no responde al anegamiento

Por ejemplo, el punto n°1 correspondiente a la ubicación “Juan Ladrilleros con Manuel Baquedano” ubicada en la microcuenca Río Grande cuenta con una pendiente de 3,9° lo que según la clasificación elaborada por Ibarra et al. (2016) se cataloga como un terreno ligero a suavemente inclinado con una susceptibilidad a inundaciones media o baja, lo que hace que estos parámetros puedan responder a los puntos de anegamiento, pero no sean precisamente el escenario ideal. Luego como la pendiente correspondía específicamente a la ubicación del punto en el píxel, se realizó un área de influencia tomando la extensión de los anegamientos (10 y 200 mts), dando como resultado 5,4°, lo que significa que es un terreno suavemente inclinado a muy escarpado o acantilado con una nula susceptibilidad de inundaciones según lo mencionado por Ibarra (2016). Por consiguiente, el índice de curvatura tanto de los puntos como del área de influencia son moderados, lo cual da cabida a anegamientos, mientras que los puntos de acumulación de los puntos son muy bajos pero los del área de influencia es moderada. Esto nos lleva a que de los 6 indicadores (sin contar las clasificaciones) solo 2 no respondan a anegamientos y 4 que podrían hacerlo, lo que en síntesis hace que la existencia de este punto tenga sentido. Pero también existen casos como el punto 6 que no responden para nada ante los anegamientos, por ende, su explicación no se logra

dar mediante los parámetros utilizados en los apartados anteriores. Por lo tanto, se creó una columna extra dentro de la **Tabla 3-6** donde se especifica mediante los colores azul y rojo, si responden o no a los puntos de anegamiento. Cabe destacar que aquellos que tuvieron la mitad de los indicadores a favor también se contabilizaron como favorables; resultando en un empate de 16 anegamientos por respuesta.

Por último, se calculó la cantidad de vegetación correspondiente a cada microcuenca y su relación con los puntos de anegamiento encontrados (**Anexos 7**). Decantando en que la cantidad de vegetación no es una variable influyente a la hora de encontrar puntos de anegamiento para este caso, pues las microcuencas en su mayoría contaban con una cobertura vegetal similar o un tanto inferior a la superficie de estas mismas, incluyendo a las que albergaban puntos de anegamiento. Mostrado una relación prácticamente nula entre estas variables, no obstante, cabe destacar que este análisis se realizó contando solamente la cantidad, mas no la distribución de la vegetación.

**Figura 3.3 Vegetación en área de estudio**

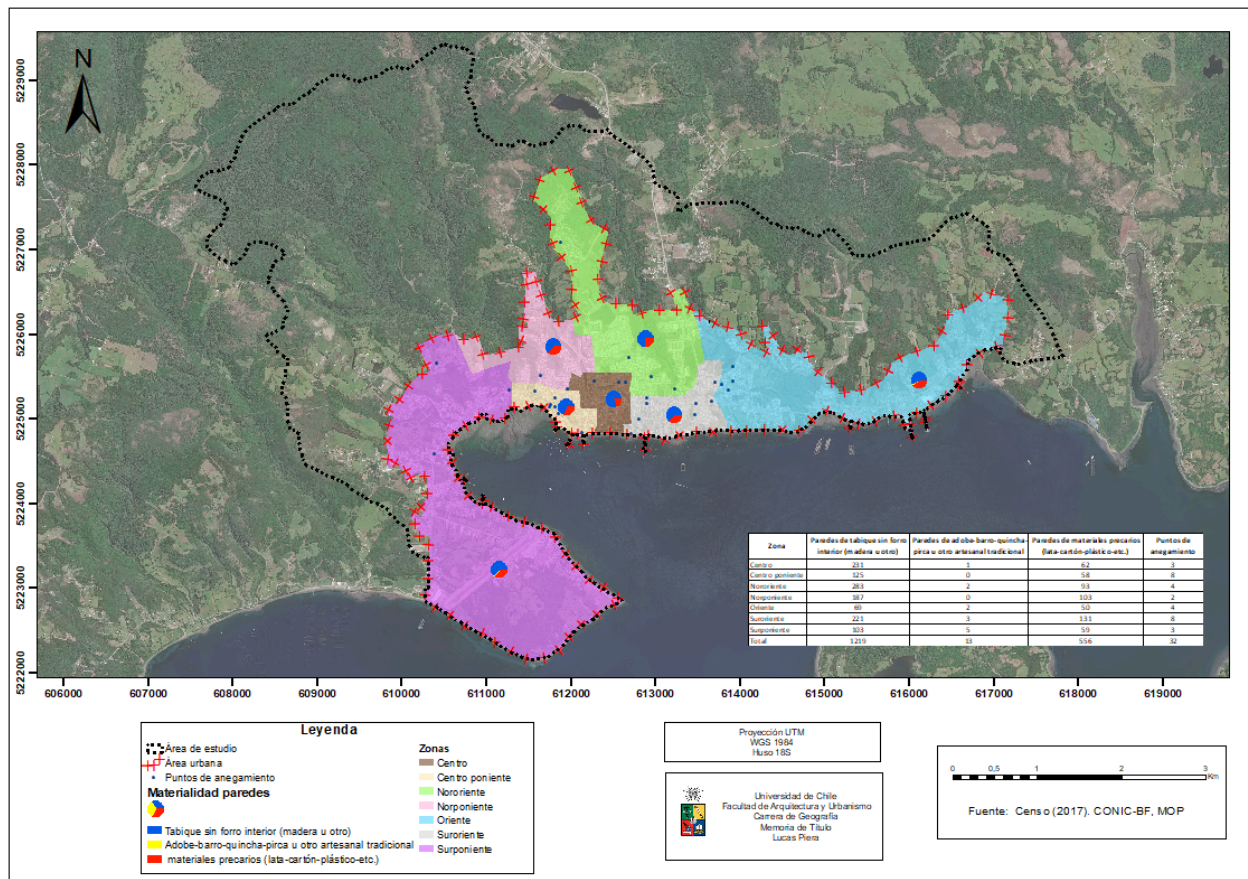


## 3.2 Medio social y morfología urbana

### 3.2.1 Medio Social

Se realizó una subdivisión por zonas del área urbana para analizar la información del censo (2017) de una manera más detallada. El primer apartado que se trabajó fue la información referida a la materialidad de las viviendas que podrían verse afectadas ante los puntos de anegamiento, siendo tanto las paredes como pisos vulnerables. La **Figura 3.4** muestra el porcentaje de materialidad vulnerable con respecto a las paredes, donde es posible apreciar que la clasificación “adobe-barro-quincha-pirca u otro artesanal tradicional” es prácticamente nula en las distintas zonas del área urbana (siendo el material más vulnerable de los expuestos), mientras que las paredes construidas por “tabique sin forro interior (madera u otro)” son las más abundantes en todas las zonas (material menos vulnerable), dejando a las compuestas por materiales precarios (lata-cartón-plástico-etc.) en un segundo lugar.

**Figura 3.4 Materialidad de las paredes en las viviendas por zonas**



Ahora bien, el sector suroriente y centro poniente corresponden a las zonas con mayor cantidad de anegamientos teniendo cada uno un total de 8, sin embargo, si consideramos los puntos más críticos en base a la descripción de la **Tabla 3-2**, la zona suroriente contaría con los anegamientos de número 10, 16, 19 y 5 tomando en consideración tanto su diámetro, extensión como afectación. El primero ubicado en la

calle Pedro Montt presenta graves problemas de acumulación, en donde las aguas lluvias confluyen en varios puntos obstaculizando el correcto tránsito peatonal, con 8m de largo, 1,5m de ancho, 0,1 m alto, repitiéndose en varios puntos. El segundo punto se activa con grandes lluvias y luego de varias horas, ya que anteriores ocasiones de menor tiempo no se había manifestado teniendo 10 m de ancho, 0,2 m alto, el tercer punto corresponde a una acumulación de aguas que cubre toda la calzada en un diámetro de 7m, donde no existen sumideros ni veredas. Mientras que el último estancamiento de aguas cuenta con un radio de 4m aprox, cubriendo media calzada, dificultando la circulación peatonal, sobre todo en adultos mayores.

Luego los puntos más críticos del sector centro poniente corresponden tanto al 1 como al 7, el primero presentando graves problemas de acumulación con 30m de largo, 3m de ancho y 0,17m alto, mientras que el segundo arrastra sedimentos y produce cortes en el perfil, que dificultan el tránsito vehicular. El resto de los puntos críticos por zonas serían:

- Zona nororiente: cuenta con 1 punto crítico correspondiente al punto de anegamiento número 3, teniendo una acumulación de aguas en ambos sentidos de calzada. Cabe destacar que el pavimento se encuentra en mal estado, y con notables eventos, lo que podría producir accidentes vehiculares o peatonales ante la nula visibilidad. Tampoco existen sumideros en un radio de 100m.
- Zona centro: cuenta con dos puntos críticos siendo el punto de anegamiento 2 y 13, el primero es catalogado como uno de los puntos más críticos en la actualidad en lo que refiere a aguas lluvias mientras que el segundo cuenta con las dimensiones más grandes de los 32 puntos.
- Zona norponiente: cuenta con 1 punto crítico correspondiente al número 9, el cual trae consigo gran cantidad de sedimentos arrastrados desde las alturas.
- Zona oriente: cuenta con dos puntos críticos correspondiente a los puntos de anegamiento 4 y 18, donde el primero no posee calles urbanizadas, por lo tanto, no existe canalización de aguas lluvias, seguido de varios aposamientos de agua de gran diámetro y profundidad, lo que provoca problemas de circulación peatonal. Mientras que el segundo las viviendas aledañas se ven con terrenos saturados, y problemas de acceso (no posee descripción de diámetro).
- Zona surponiente: cuenta con 1 punto crítico correspondiente al punto de anegamiento 8. Este punto es importante pues al interior del pasaje aledaño a su ubicación se encuentran colegios y liceos, haciendo que un gran porcentaje de estos deban cruzar este punto para llegar al paradero de micro. Esto al ser ruta 5, y que las aguas ocupan casi media calzada, empeora la situación. Haciéndola más peligrosa. En función de lo anterior, las zonas de mayor vulnerabilidad en orden serían:

- 1) Zona suroriente
- 2) Zona centro
- 3) Centro poniente
- 4) Zona oriente
- 5) Zona nororiente
- 6) Zona surponiente
- 7) Zona norponiente

A partir de todo lo anteriormente mencionado se elaboró la **Tabla 3-7**, donde a partir de los diferentes indicadores mencionados se obtuvo que la zona más vulnerable en cuanto a materialidad de paredes corresponde a la zona suroriente.



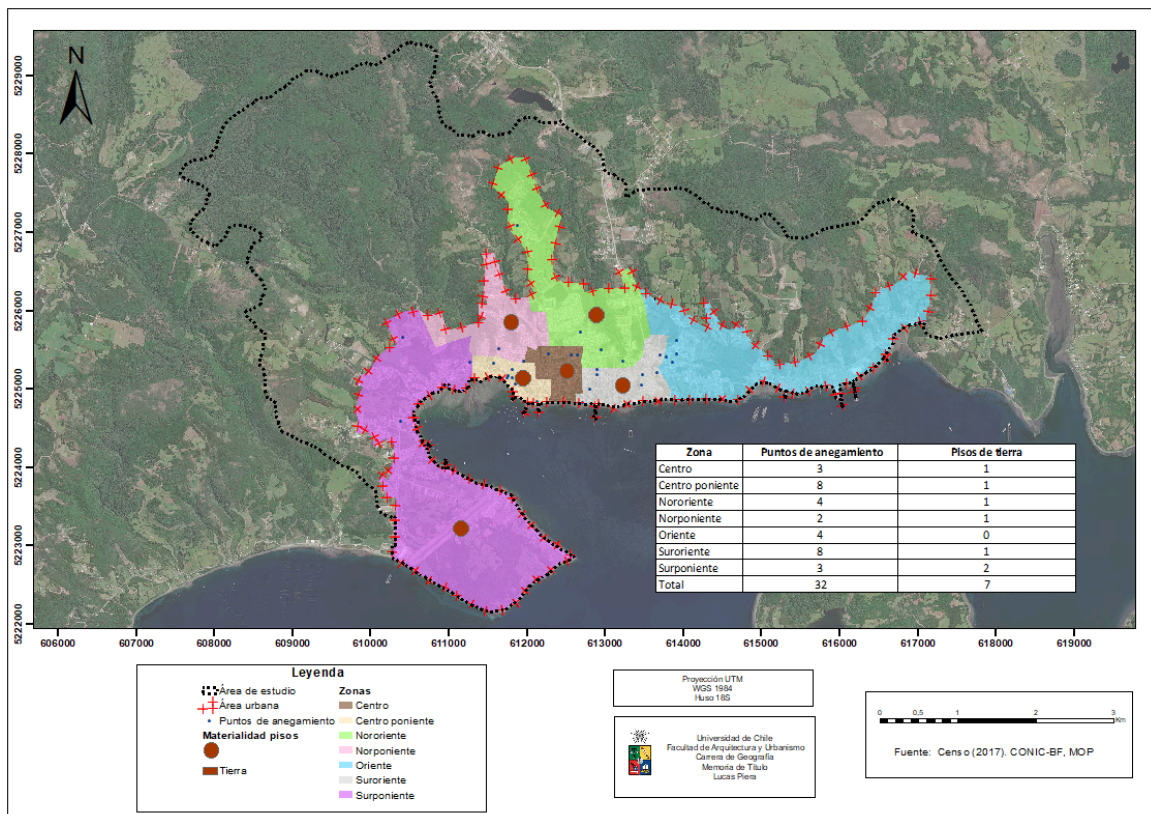
**Tabla 3-7 Vulnerabilidad paredes**

| Zona            | Paredes de tabique sin forro interior (madera u otro) | Paredes de adobe-barro-quincha-pirca u otro artesanal tradicional | Paredes de materiales precarios (lata-cartón-plástico-etc.) | Puntos de anegamiento | Puntos de anegamiento críticos | Puntaje | Orden de zonas vulnerables |
|-----------------|---|---|---|-----------------------|--------------------------------|---------|----------------------------|
| Centro          | 231   | 1   | 62  | 3                     | 2                              | 24      | 3                          |
| Centro poniente | 125   | 0   | 58  | 8                     | 2                              | 19      | 5                          |
| Nororiente      | 283   | 2   | 93  | 4                     | 1                              | 26      | 2                          |
| Norponiente     | 187   | 0   | 103   | 2                     | 1                              | 17      | 7                          |
| Oriente         | 69  | 2   | 50  | 4                     | 2                              | 20      | 4                          |
| Suroriente      | 221   | 3   | 131   | 8                     | 4                              | 32      | 1                          |
| Surponiente     | 103   | 5   | 59  | 3                     | 1                              | 17      | 6                          |
| Total           | 1219  | 13  | 556   | 32                    | 13                             |         |                            |

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En cuanto a los pisos de las viviendas, se seleccionaron tal como en el caso anterior los ejemplares más vulnerables a pesar de que este mismo es bastante escaso en las zonas estipuladas tal como muestra la **Tabla 3-8** como la **Figura 3.5**, siendo conformado exclusivamente de tierra. Ahora bien, si consideramos las características de los puntos de anegamiento (incluyendo los más críticos), la zona más vulnerable en orden sería nuevamente la zona suroriente, a pesar de no ser la zona con más pisos de tierra, tal como muestra la **Tabla 3-8**.

**Figura 3.5 Materialidad pisos de tierra en las viviendas por zonas**



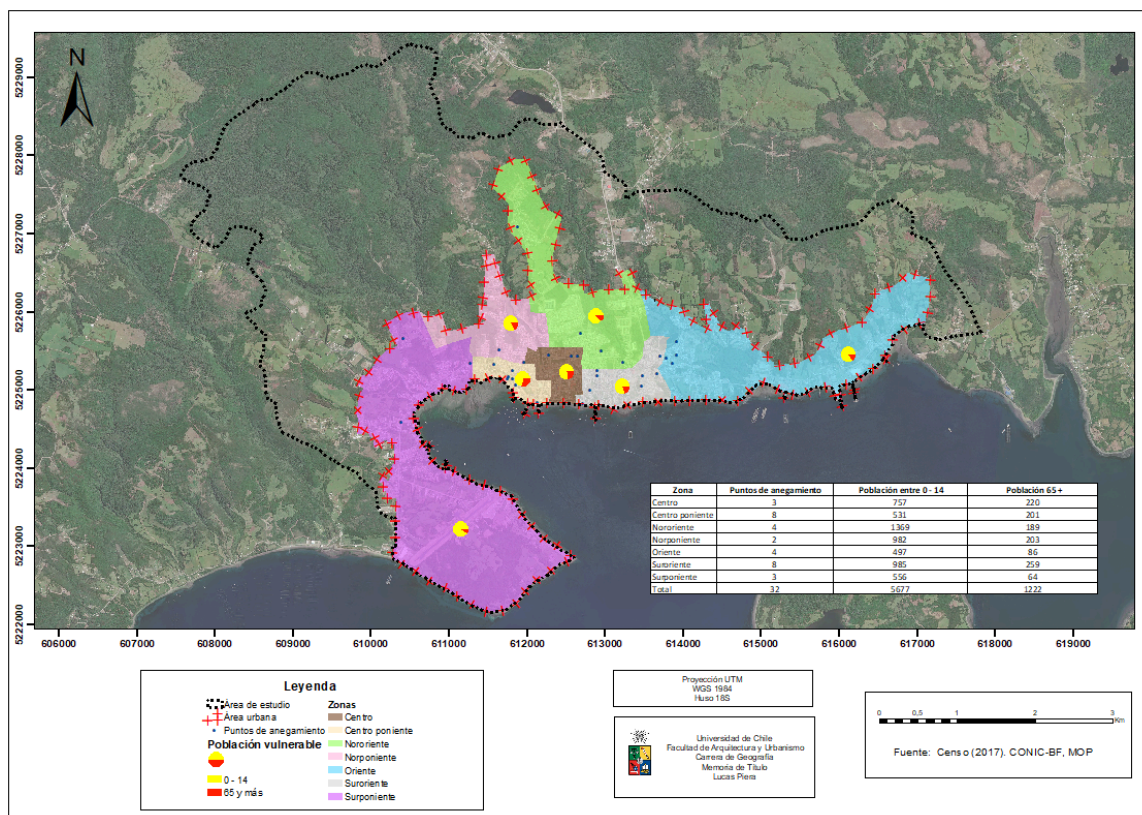
**Tabla 3-8 Vulnerabilidad pisos**

| Zona            | Pisos de tierra | Puntos de anegamiento | Puntos de anegamiento críticos | Puntaje | Orden de zonas vulnerables |
|-----------------|-----------------|-----------------------|--------------------------------|---------|----------------------------|
| Centro          | 1               | 3                     | 2                              | 17      | 2                          |
| Centro poniente | 1               | 8                     | 2                              | 18      | 1                          |
| Nororiente      | 1               | 4                     | 1                              | 15      | 4                          |
| Norponiente     | 1               | 2                     | 1                              | 11      | 7                          |
| Oriente         | 0               | 4                     | 2                              | 14      | 5                          |
| Suroriente      | 1               | 8                     | 4                              | 20      | 1                          |
| Surponiente     | 2               | 3                     | 1                              | 12      | 6                          |
| Total           | 7               | 32                    | 13                             |         |                            |

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Por otro lado, la **Figura 3.6** muestra la distribución del rango etario más vulnerable por zona, presentando dos categorías, siendo las personas entre 0 – 14 y los mayores a 65 años, lo que se puede ver expresado en la configuración de los distintos gráficos. Por consiguiente, estos representan al 26,9% (6.899 personas) de la población urbana total (25.623); ahora bien, las zonas más afectadas en función de los rangos etarios expuestos y los puntos de anegamiento serían los presentes en la **Tabla 3-9**.

**Figura 3.6 Población vulnerable en área de estudio**





**Tabla 3-9 Población vulnerable**

| Zona            | Población entre 0 - 14 | Población 65 + | Puntos de anegamiento | Puntos de anegamiento críticos | Puntaje | Orden de zonas vulnerables |
|-----------------|------------------------|----------------|-----------------------|--------------------------------|---------|----------------------------|
| Centro          | 757                    | 220            | 3                     | 2                              | 21      | 2                          |
| Centro poniente | 531                    | 201            | 8                     | 2                              | 18      | 4                          |
| Nororiente      | 1369                   | 189            | 4                     | 1                              | 19      | 3                          |
| Norponiente     | 982                    | 203            | 2                     | 1                              | 15      | 5                          |
| Oriente         | 497                    | 86             | 4                     | 2                              | 13      | 6                          |
| Suroriente      | 985                    | 259            | 8                     | 4                              | 27      | 1                          |
| Surponiente     | 556                    | 64             | 3                     | 1                              | 11      | 7                          |
| Total           | 5677                   | 1222           | 32                    |                                |         |                            |

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Por último, se realizó un análisis tanto de la densidad poblacional como de viviendas en el área de estudio por zona. La primera representada en la **Figura 3.7** muestra que los sectores más densos en temas de población se tienden a concentrar en la parte más céntrica de la ciudad que es casualmente la zona que aglomera la mayor cantidad de puntos por acumulación de aguas lluvia. Este patrón igualmente se repite en la densidad de viviendas (**Figura 3.8**) teniendo a las zonas centro y centro poniente con la mayor cantidad de viviendas por hectáreas.

**Figura 3.7 Densidad de la población**

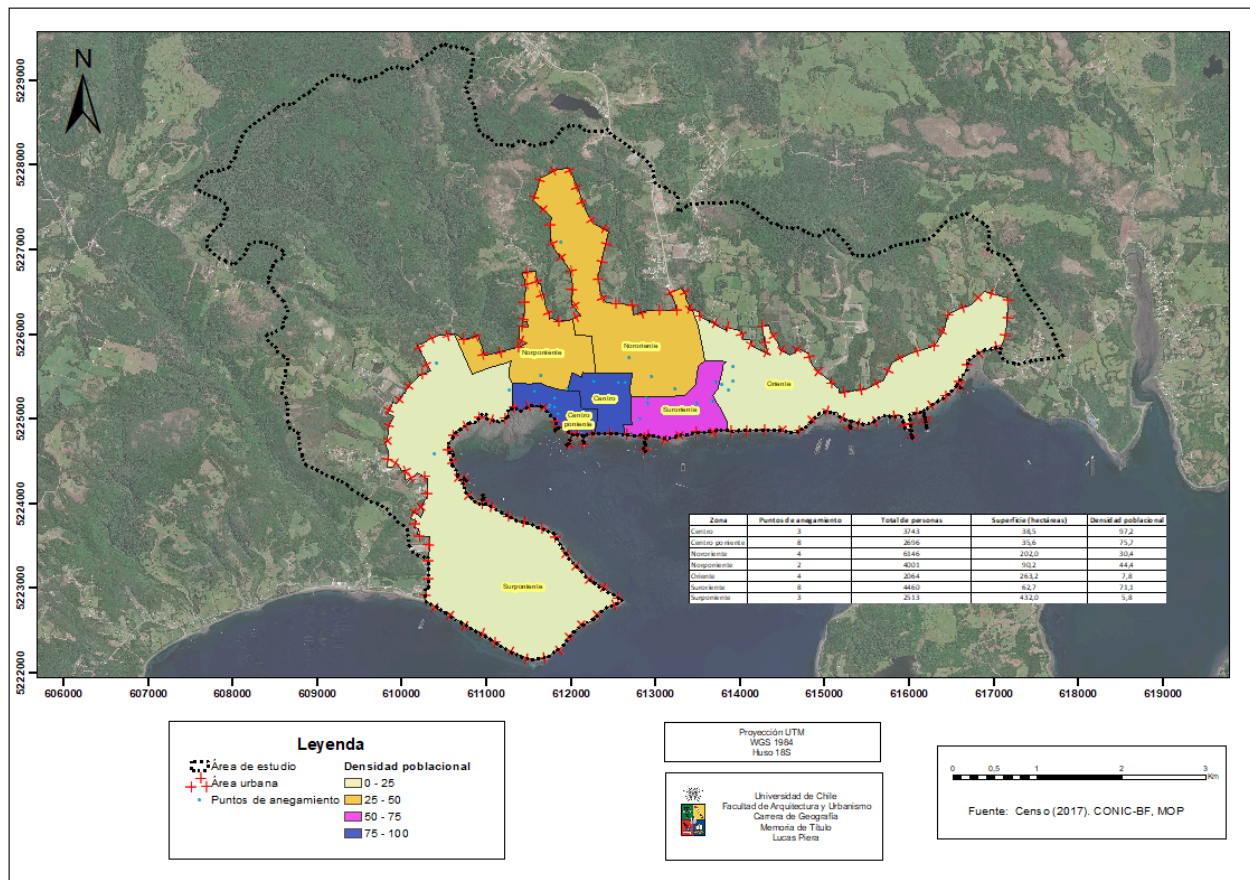
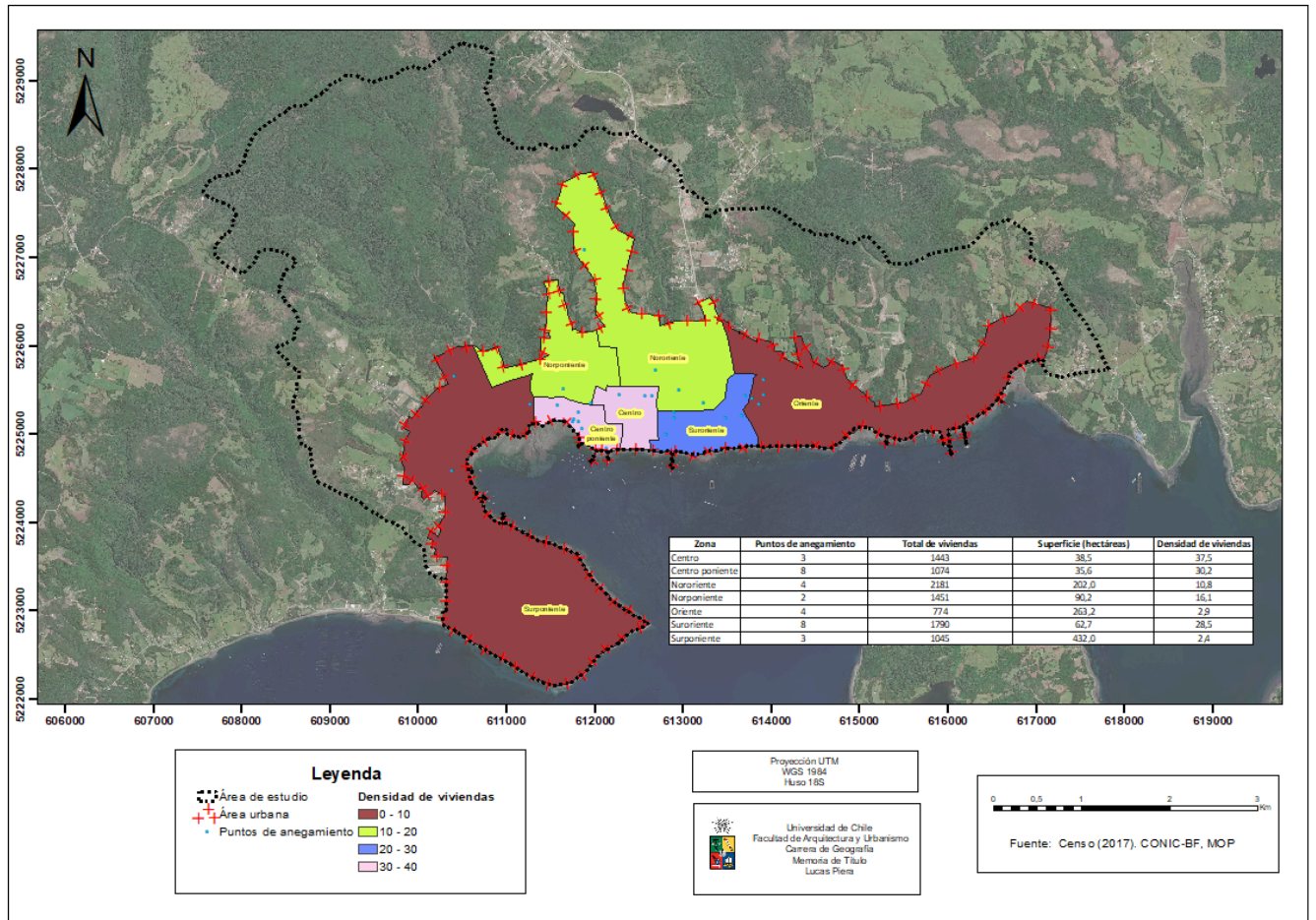


Figura 3.8 Densidad de viviendas

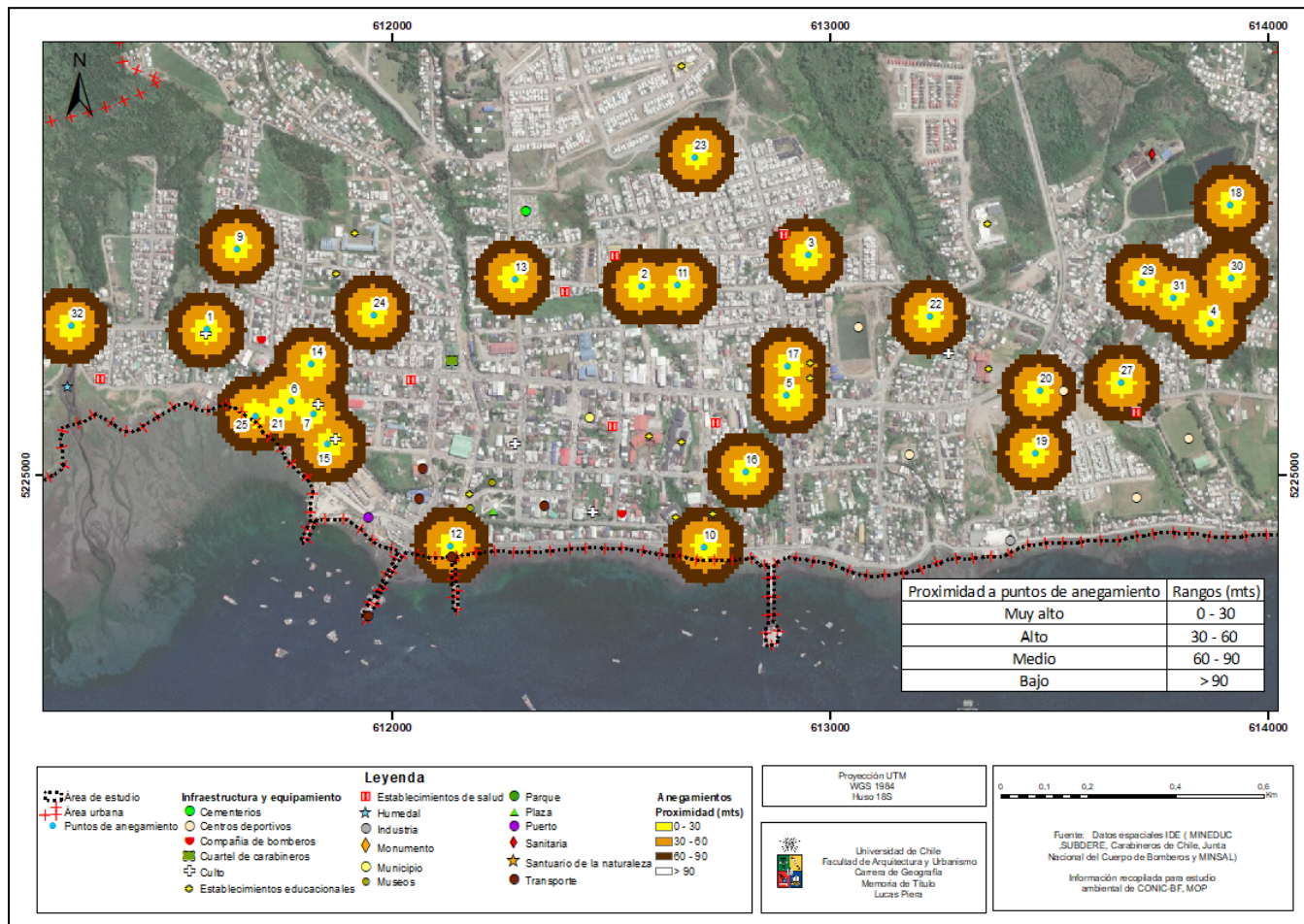


### 3.2.2 Morfología Urbana

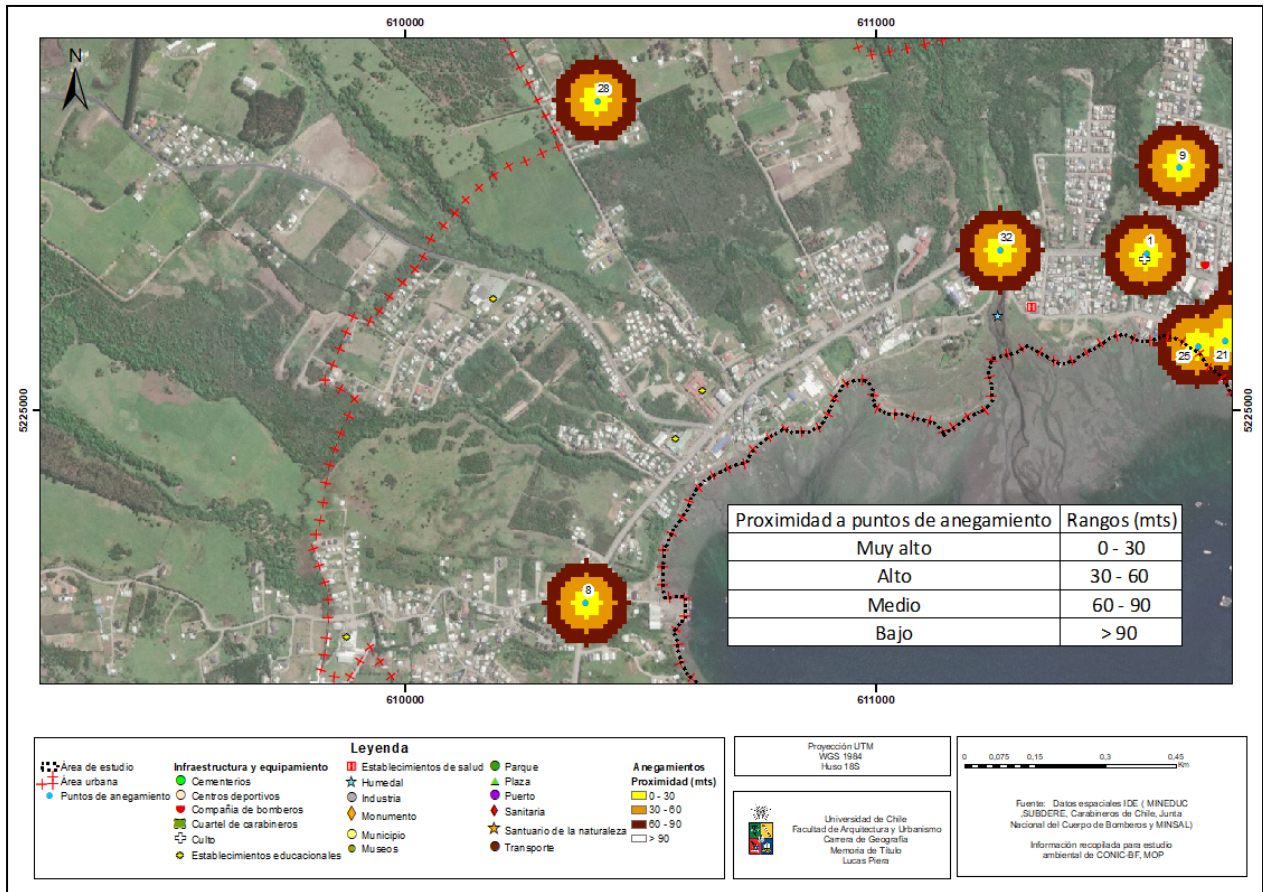
Se efectuó un catastro tanto del equipamiento comunitario como de la infraestructura del área de estudio. Dentro de esta se identificó equipamiento de salud, educacional y servicios vinculados a seguridad como lo son servicios policiales, carabineros, bomberos, lugares de culto, plazas, monumentos, etc. asociados en su totalidad a la zona urbana (**Anexos 7**). Por consiguiente, se realizó un análisis en donde se identificaron los tres equipamientos más cercanos a los puntos de anegamiento en base a la clasificación de proximidad de la **Figura 3.9** y **Figura 3.10**. El equipamiento general del área urbana puede visualizarse de mejor forma en **Anexos 8**.



Figura 3.9 Clasificación de proximidad del equipamiento hacia puntos de anegamiento



**Figura 3.10 Clasificación de proximidad del equipamiento hacia puntos de anegamiento (sector surponiente)**



Teniendo en cuenta la clasificación mencionada anteriormente, se consideraron los tres equipamientos más cercanos a los puntos de anegamiento, siendo estos ordenados desde el más cercano hasta el más lejano, no obstante, aquellos que se vieron más afectados en su mayoría fueron los de ranking 1 (**Anexos 9**), en donde finalmente los de proximidad muy alta, alta y media se agrupan en la **Tabla 3-10**. En esta última es posible encontrar como excepción el hospital de Quellón, el centro comunitario de salud Villa Aytue y el liceo técnico profesional San José, los cuales a pesar de tener un rango de proximidad bajo, dadas las características de los puntos de anegamiento cercanos a estos muestran un escurrimiento de aguas por las únicas vías de acceso a estos servicios, mientras que en el liceo técnico profesional San José ocurre una situación similar pues el punto de anegamiento se encuentra a las afueras del pasaje Alberto Vanz que es el único acceso para ingresar al recinto si es que se llega mediante transporte público, que es la realidad de un gran porcentaje de alumnos. Luego en el centro de educación de adultos de Quellón y el liceo Paulo Freire, los estancamientos de agua terminan por ubicarse en la entrada de los recintos (**Anexos 10 y Anexos 11**).

**Tabla 3-10 Equipamiento vulnerable**

| Nombre del equipamiento o servicio                 | Ubicación del punto  | N° del punto | Distancia (metros) | Rango de proximidad | Ranking de distancias |
|--|--|--------------|--------------------|---------------------|-----------------------|
| Iglesia Fe y Acción Cristiana                      | Juan Ladrilleros con Manuel Baquedano                        | 1            | 12,4               | Muy alto            | 1                     |
| Hospital de Quellón                                | Dr Ahues con Ramón Vera Gómez                                | 2            | 93,0               | Bajo                | 1                     |
| Centro de Salud Familiar de Quellón                | Araucarias con Vapor Tenglo                                  | 3            | 72,5               | Medio               | 1                     |
| Centro de Educación de Adultos Quellón             | Galvarino Riveros con Juan Ladrilleros                       | 5            | 67,8               | Medio               | 1                     |
| Iglesia metodista pentecostal                      | Intersección Capitán Luis Alcázar con esquina Pasaje Neptuno | 6            | 62,6               | Medio               | 1                     |
| Iglesia metodista pentecostal                      | Santos Vargas esquina Balmaceda                              | 7            | 22,8               | Muy alto            | 1                     |
| Misión de La Iglesia Del Señor                     | Santos Vargas esquina Balmaceda                              | 7            | 78,1               | Medio               | 2                     |
| Escuela Especial de Lenguaje Pulmahue              | Pedro Montt con Ignacio Carrera Pinto                        | 10           | 80,0               | Medio               | 1                     |
| Naviera Austral, Servicio de Transportes           | Pedro Montt (altura Gómez García)                            | 12           | 24,0               | Muy alto            | 1                     |
| Misión de La Iglesia Del Señor                     | Calle Independencia (entre Santos Vargas y Costanera)        | 15           | 19,2               | Muy alto            | 1                     |
| Liceo Paulo Freire                                 | Galvarino Riveros  | 17           | 52,1               | Alto                | 1                     |
| Centro de Educación de Adultos Quellón             | Galvarino Riveros  | 17           | 59,5               | Alto                | 2                     |
| Multicancha  | Pasaje Alberto Hurtado                                       | 20           | 51,7               | Alto                | 1                     |
| Iglesia metodista pentecostal                      | Inundación Pasaje Neptuno                                    | 21           | 87,1               | Medio               | 1                     |
| Centro Comunitario de Salud Familiar Vista Hermosa | San Antonio  | 27           | 74,5               | Medio               | 1                     |
| Centro Comunitario de Salud Villa Aytue            | Dr Ahues (altura Av La Paz)                                  | 13           | 118,1              | Bajo                | 1                     |

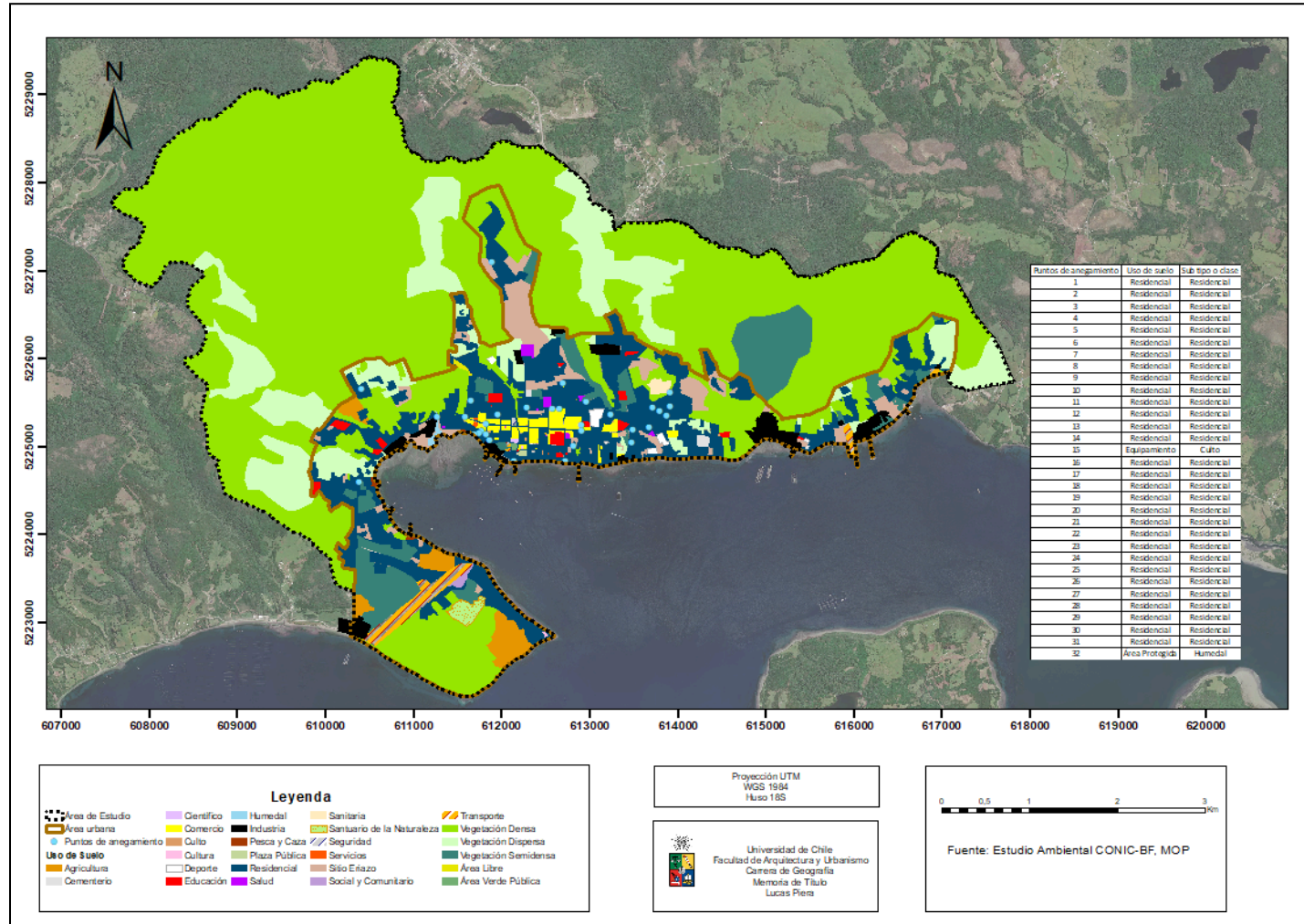
Fuente: Elaboración propia, 2023.

Por último, se realizó un análisis denominado como “nivel de precaución”, en donde se tomaron en cuenta todas las características expuestas dentro de la tabla (**Anexos 12**) para finalmente definir si el equipamiento se encuentra en riesgo a causa del punto de anegamiento, decantando en que los puntos 1, 2, 12 y 13 son donde se debe tener mayor cuidado en relación con su equipamiento más cercano.

En lo que respecta al uso y coberturas de suelo en el sector urbano consolidado (**Figura 3.11**), tiende a predominar el uso residencial sin dejar de lado la actividad comercial emplazada en gran parte del centro del área de estudio con parches de vegetación y sitios eriazos alrededor de estos. Dentro del equipamiento destacan el educacional, salud y en menor medida deporte. Por otra parte, el equipamiento científico, cultural, seguridad y servicios son los más escasos dentro de la categoría. En la infraestructura se encuentran zonas asociadas al transporte de buses y ferris, mientras que en el apartado sanitario la planta de tratamiento de Essal, sin dejar de lado las extensas zonas de vegetación densa en las partes altas en dirección norte (CONIC-BF, 2023). Sin embargo, los puntos de anegamiento se concentran casi exclusivamente en las zonas residenciales, con excepción de los puntos 15 y 32 que se ubican tanto en zonas destinadas a equipamiento (culto), como en áreas protegidas (humedal).

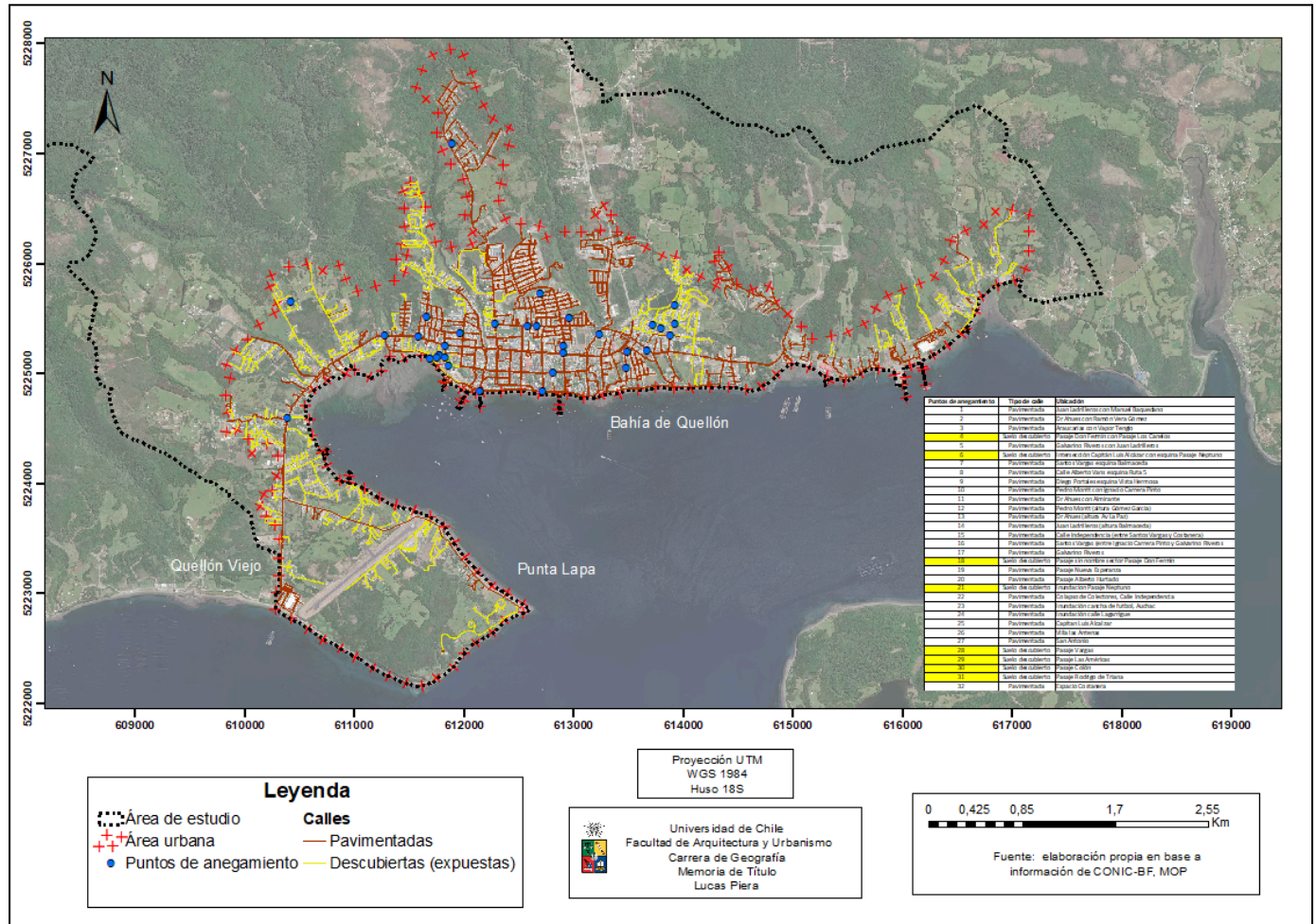


Figura 3.11 Usos y coberturas de suelo



Dentro del área urbana también se identificó la red vial específicamente de las calles que se encontraban tanto pavimentadas como no, siendo estas últimas las más vulnerables por la escasez de infraestructura vial y la saturación del terreno. Dentro de las calles no pavimentadas tal como se muestra en la **Figura 3.12**, se encontraron ocho puntos de anegamiento, los cuales calzaron en gran medida con las características proporcionadas por **Tabla 3-2**, siendo estos los números 4, 6, 18, 21, 28, 29, 30 y 31. Mientras que el resto de los anegamientos se encuentran en zonas pavimentadas.

**Figura 3.12 Vialidad**



### 3.3 Tipología de anegamiento

La **Tabla 3-11** muestra la tipología de anegamiento elaborada para los puntos de anegamiento localizados en el área de estudio, específicamente en la ciudad de Quillón o zona urbana. En ella se reúnen las principales características tanto físicas como sociales que potencian la vulnerabilidad como la formación de anegamientos, permitiendo identificar puntos de mayor prioridad ante la vulnerabilidad que representan.

**Tabla 3-11 Tipología de anegamiento**

| Tipo de Anegamiento | Características de la microcuenca                                      |  | Características Físicas de los anegamientos       |   |                                  |   |                              |                              |  | Vulnerabilidad por materiales                         |   |  |                | Población vulnerable        |                | Morfología urbana         |                     |                   |
|---------------------|--|--|---|---|----------------------------------|---|------------------------------|------------------------------|--|---|---|--|----------------|-----------------------------|----------------|---------------------------|---------------------|-------------------|
|                     | Índice de compacidad de Gravelius (forma)                              | Factor de forma  | Terreno de los puntos de anegamiento              | Terreno promedio del área influencia              | Clasificación curvatura (puntos) | Curvatura promedio del área de influencia | Zona de acumulación (puntos) | Zona de acumulación (puntos) | Zona de acumulación del área de influencia | Paredes de tabique sin forro interior (madera u otro) | Paredes de adobe-barro quincha-pirca utro artesanal tradicional | Paredes de materiales precarios (lata, cartón-plástico-etc.) | Piso de tierra | Población entre 0 - 14 años | Población 65 + | Proximidad a equipamiento | Anegamiento crítico | Superficie        |
| Muy alta prioridad  | 1) Redonda a oval redonda (compacta)<br>2) Oval redonda a oval oblonda | 1) Muy ensanchada<br>2) Rodeando el desagüe                                | Plano   | Plano   | Plano                            | Plano                                     | 1) Muy alto<br>2) Alto       | 1) Muy alto<br>2) Alto       | 1) Muy alto<br>2) Alto                     | >200  | >3  | >100   | >1             | >900                        | >200           | 1) Muy alto<br>2) Alto    | Si                  | Suelo descubierto |
| Alta prioridad      | 1) Oval oblonda a rectangular oblonda                                  | 1) Ni alargada ni ensanchada<br>2) Ligeramente ensanchada<br>3) Ensanchada | Ligera a suavemente inclinado                     | Ligera a suavemente inclinado                     | Moderado                         | Moderado                                  | Moderado                     | Moderado                     | Moderado                                   | 101 - 200   | 1 - 3   | 51 - 100   | 1              | 501 - 900                   | 101 - 200      | Medio                     | No                  | Pavimentado       |
| Media prioridad     | 1) Casi rectangular (alargada)   | 1) Muy alargada<br>2) Alargada<br>3) Ligeramente alargada                  | Suavemente inclinado a muy escarpado o acantilado | Suavemente inclinado a muy escarpado o acantilado | Inclinado                        | Inclinado                                 | 1) Bajo<br>2) Muy bajo       | 1) Bajo<br>2) Muy bajo       | 1) Bajo<br>2) Muy bajo                     | 0 - 100   | 0   | 0 - 50   | 0              | 0 - 500                     | 0 - 100        | Bajo                      | No                  | Pavimentado       |

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Dentro de la tipología se seleccionaron los distintos parámetros e indicadores trabajados por subtemas como síntesis de la tabla ubicada en **Anexos 1**, la cual muestra todos los resultados trabajados durante la investigación, no obstante, en la tipología se incluyen aquellos más importantes o que entregaron información con respecto a los anegamientos.

Ahora bien, dentro de las tres categorías se obtuvo una concentración de puntos de muy alta prioridad en la microcuenca Matadero (**Tabla 3-12**), siendo los de número 10, 16, 5, 17 respectivamente, mientras que los otros dos se ubican tanto en Río Grande (9) como los Paicos (8). Por otro lado, los anegamientos clasificados como “alta prioridad” se concentran en la microcuenca Río Grande con un total de 6 puntos, así como Fermin concentra los de “media prioridad” con un total de 5.

También se observa que la microcuenca Esperanza se encuentra compuesta exclusivamente por puntos clasificados como de alta prioridad al igual que Fermin lo hace con la clasificación de media prioridad. Luego la microcuenca el Flojo comienza a mezclar las dos clasificaciones anteriores, aunque predominando los anegamientos de media prioridad, pero es la microcuenca Matadero como Río Grande las que terminan por albergar las tres tipologías, mientras que Vargas y Los Paicos vuelven a contener una sola clasificación pues solo cuentan con un punto cada una (**Tabla 3-12**).

**Tabla 3-12 Tipología por microcuenca**

| Microcuencas | Nº de anegamiento | Ubicación   | Tipología          |
|--------------|-------------------|---|--------------------|
| Esperanza    | 19                | Pasaje Nueva Esperanza  | Alta prioridad     |
|              | 20                | Pasaje Alberto Hurtado  | Alta prioridad     |
|              | 27                | San Antonio   | Alta prioridad     |
| Fermin       | 4                 | Pasaje Don Fermín con Pasaje Los Canelos                        | Media prioridad    |
|              | 31                | Pasaje Rodrigo de Triana  | Media prioridad    |
|              | 29                | Pasaje Las Américas   | Media prioridad    |
|              | 30                | Pasaje Colón  | Media prioridad    |
|              | 18                | Pasaje sin nombre sector Pasaje Don Fermín                      | Media prioridad    |
| Flojo        | 12                | Pedro Montt (altura Gómez García)                               | Alta prioridad     |
|              | 13                | Dr Ahues (altura Av La Paz)                                     | Media prioridad    |
|              | 26                | Villa las Antenas   | Media prioridad    |
| Matadero     | 10                | Pedro Montt con Ignacio Carrera Pinto                           | Muy alta prioridad |
|              | 16                | Santos Vargas (entre Ignacio Carrera Pinto y Galvarino Riveros) | Muy alta prioridad |
|              | 5                 | Galvarino Riveros con Juan Ladrilleros                          | Muy alta prioridad |
|              | 17                | Galvarino Riveros   | Muy alta prioridad |
|              | 22                | Colapso de Colectores, Calle Independencia                      | Alta prioridad     |
|              | 2                 | Dr Ahues con Ramón Vera Gómez                                   | Muy alta prioridad |
|              | 11                | Dr Ahues con Almirante  | Alta prioridad     |
|              | 3                 | Araucarias con Vapor Tenglo                                     | Media prioridad    |
|              | 23                | Inundación cancha de futbol, Auchac                             | Media prioridad    |
| Río Grande   | 15                | Calle Independencia (entre Santos Vargas y Costanera)           | Alta prioridad     |
|              | 25                | Capitán Luis Alcazar  | Alta prioridad     |
|              | 7                 | Santos Vargas esquina Balmaceda                                 | Media prioridad    |
|              | 21                | Inundación Pasaje Neptuno                                       | Alta prioridad     |



|            |    |  |                    |
|------------|----|--|--------------------|
|            | 6  | Intersección Capitán Luis Alcázar con esquina Pasaje Neptuno | Media prioridad    |
|            | 14 | Juan Ladrilleros (altura Balmaceda)                          | Alta prioridad     |
|            | 1  | Juan Ladrilleros con Manuel Baquedano                        | Alta prioridad     |
|            | 32 | Espacio Costanera  | Media prioridad    |
|            | 24 | Inundación calle Lagarrigue                                  | Alta prioridad     |
|            | 9  | Diego Portales esquina Vista Hermosa                         | Muy alta prioridad |
| Vargas     | 28 | Pasaje Vargas  | Media prioridad    |
| Los Paicos | 8  | Calle Alberto Vans esquina Ruta 5                            | Muy alta prioridad |

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la **Figura 3.13** se visualizan los distintos puntos en el espacio, donde como se dijo anteriormente y en base a la tipología de anegamiento, es la microcuenca Matadero, la que almacena la mayor cantidad de puntos de anegamiento bajo la categoría de “muy alta prioridad”, lo cuales se distribuyen desde la costa hacia el centro casi sin ninguna otra categoría aparente, para luego, desde el centro hacia el nororiente, se identifiquen puntos de alta y media prioridad, siendo más abundantes en dichas zonas.

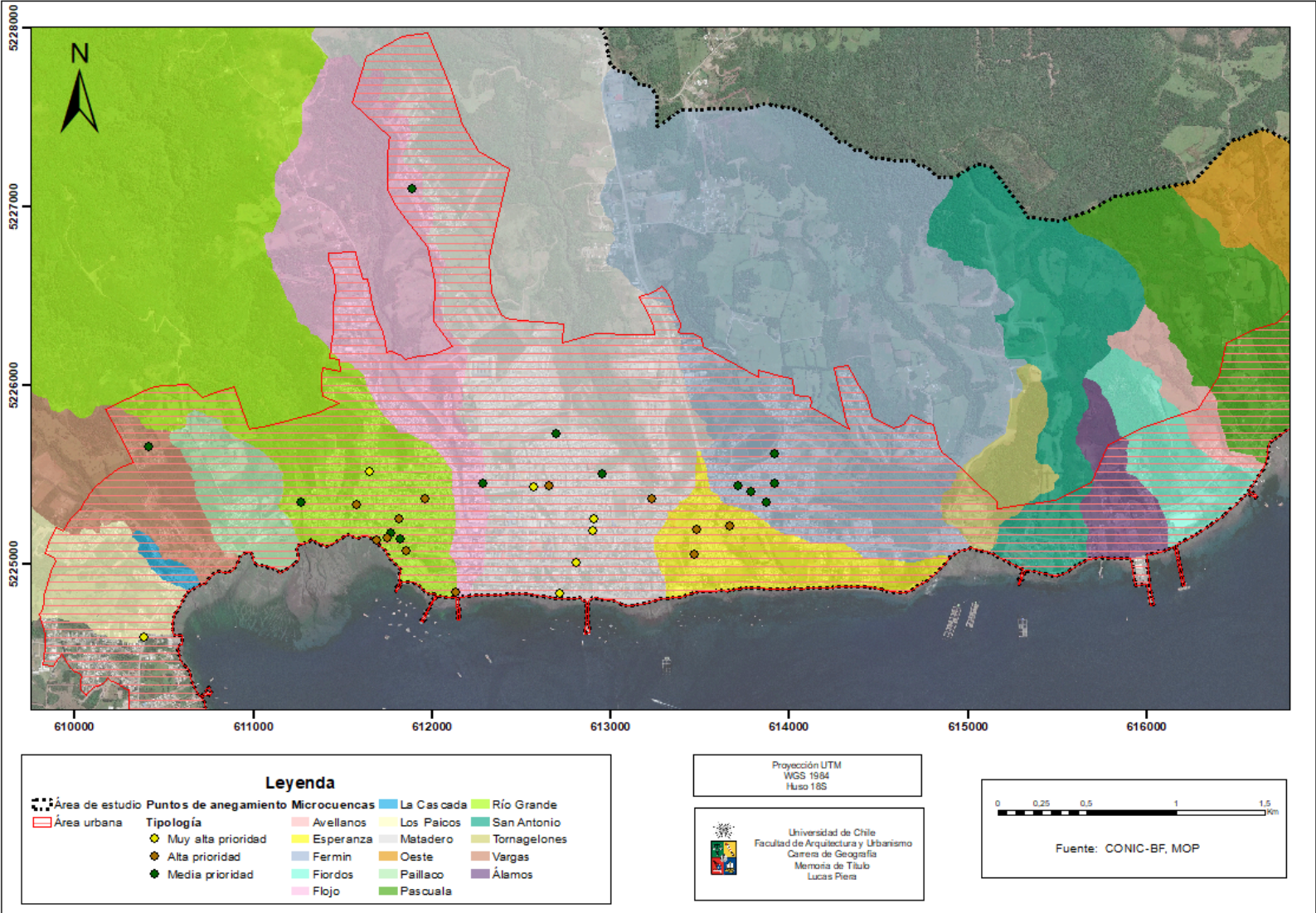
Luego la microcuenca Río Grande muestra que gran parte de sus anegamientos se encuentran acumulados en la zona costera en dirección hacia el centro, teniendo una mezcla entre puntos de alta prioridad y media prioridad, categoría que también se repetirá en su centro, pero con una menor concentración de puntos, para posteriormente encontrar tan solo un anegamiento de muy alta prioridad al límite del sector norponiente.

Por otro lado, las microcuencas Fermín albergan sus puntos en zonas alejadas a la costa dentro del sector oriente y suroriente, mientras que Esperanza los mantiene exclusivamente en sector suroriente, destacando que ambas microcuencas, tal como se aprecia, están conformadas por una sola categoría de puntos. Por otro lado, El Flojo muestra una distancia bastante grande entre cada anegamiento, encontrando el de alta prioridad cercano a la costa mientras los otros dos se ubican en la zona centro y nororiente (alta) de la ciudad.

En cuanto a la microcuenca Vargas, ubica su anegamiento en la parte alta del sector surponiente de la ciudad, al igual que Los Paicos, no obstante, este último se ubica cercano a la ruta 5, quedando en el sector centro bajo de la microcuenca, siendo a diferencia del otro anegamiento uno clasificado de muy alta prioridad.



Figura 3.13 Tipología de anegamiento por microcuenca



## 4. CAPÍTULO 4: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

El trabajo realizado confirma la existencia de diferentes tipos de anegamientos en el área de estudio en base a la elaboración de una tipología de anegamiento, la cual fue realizada tomando en consideración las etapas para la gestión del riesgo de desastre propuesto por Saavedra (2007) cit. en Alarcón (2019). No obstante, de las 6 etapas propuestas se tomaron elementos tanto de la etapa 2, como etapa 3 en función de los anegamientos, incorporando medidas de priorización para el ordenamiento territorial en función de los problemas urbanos analizados. Teniendo una influencia dentro de la adopción de medidas de prevención como respuesta frente a eventos o situaciones de riesgo, tomando en consideración elementos de vulnerabilidad que harían más susceptible a cierta parte de la población (Hufschmidt, 2011).

Los puntos de anegamiento generados por aguas lluvia en este caso responden tal como menciona Ferrando (2006) a una situación de desbalance, la cual se da entre el volumen de la lluvia precipitada en un determinado lapso y la capacidad de evacuación del suelo, tanto horizontal como verticalmente, junto a distintos puntos bajos distribuidos en la ciudad de Quellón. A partir de las características de cada punto se entiende que el aumento de la urbanización en el sector no se genera de manera integral con los fenómenos físicos que aunaban el área de estudio perjudicando el escurrimiento superficial, siendo la principal causa de los estancamientos de aguas lluvia o anegamientos.

Ahora bien, el desarrollo de una tipología de anegamiento urbano responde a un fenómeno bastante específico dentro de la ciudad, por ende la información disponible resultó ser la principal limitante durante el avance de la investigación, produciendo que la información disponible solamente tomará los anegamientos como una consecuencia de las precipitaciones, más no ahondaba en las diferentes características, tipos o incluso denominaciones que podrían tener dentro del tejido urbano. Lo que en definitiva impulsó a tomar parámetros tanto del ámbito físico como sociales para posteriormente trabajarlos y crear una tipología sin necesariamente tener de base estudios previos que hayan tenido resultados positivos con ellos o que, por el contrario, profundizaran en las razones para no utilizarlas, decantando en que este trabajo investigativo haya sido una suerte de ensayo y error teniendo en consideración ciertos parámetros. Por consiguiente, estos últimos fueron seleccionados debido a que teóricamente estos debieran influir de una cierta forma en el territorio en base a sus propiedades (pendiente, vegetación, zonas de acumulación, cantidad de personas, etc.), sin embargo, en la práctica no todos respondieron de la manera esperada, lo que muchas veces trajo contradicciones, pero a la vez descubrimientos en el área de estudio, siendo en parte una consecuencia de la falta de información.

Por otro lado, la información extraída de terrenos como lo es el informe de lluvias (CONIC-BF, 2022), fue originalmente recopilada en función del plan maestro de evacuación y drenaje de aguas lluvia que se está llevando a cabo en Quellón, lo cual resulta en parte beneficioso pues la información contiene un nivel de detalle extremadamente cuidadoso debido a las obras que se proyectan a futuro, teniendo en su mayoría fotografías, antecedentes y trabajo con las comunidades (realizados por la municipalidad) para la identificación de anegamientos. Sin embargo, la posibilidad de hacer levantamiento de información en terreno, más allá de lo que se obtuvo por medio del informe mencionado, habría posibilitado abordar la investigación con mayor cantidad de detalles, pues la información que se podría recolectar estaría exclusivamente vinculada a este estudio, permitiendo trabajar con entrevistas o encuestas para levantar información sobre la percepción del riesgo de los habitantes, identificación de población vulnerable en distintas escalas (manzanas, sectores, etc.) o corroborar información de equipamiento y servicios vulnerables.

Finalmente se debe destacar que este estudio es de carácter exploratorio, por lo que los resultados obtenidos no deben tomarse como definitivos sino más bien como una primera propuesta con respecto a los anegamientos urbanos, siendo un antecedente base para estudios posteriores que tengan el interés de profundizar o perfeccionar lo expuesto.

## **4.2 Conclusión**

La ciudad de Quellón a pesar de emplazarse en una región donde la ocurrencia de precipitaciones es frecuente, carece de una planificación territorial que dialogue con los fenómenos meteorológicos y físicos de la zona, teniendo en cuenta esto y ante el escenario de precipitaciones abundantes que ha tenido lugar en el último tiempo, es necesario tomar en consideración la gestión del riesgo para dar respuesta a las consecuencias que pueden llegar a ocasionarse en el territorio, logrando anticipar eventos de vulnerabilidad provocados por inundaciones como anegamientos mediante la priorización dentro del ordenamiento territorial. Por consiguiente, la tipología viene a reforzar la gestión del riesgo para identificar y reducir las zonas vulnerables ante los anegamientos urbanos, sirviendo como una etapa previa que busca agilizar los procesos de mitigación o respuesta de cada uno de estos por medio de sus clasificaciones.

Es debido a esto que, la tipología de anegamiento elaborada durante el estudio da respuesta al objetivo principal de la investigación, al presentar una clasificación integral para la gestión de anegamientos urbanos por medio de una tipología que logró abordar factores naturales, sociales y morfología urbana de la ciudad de Quellón, teniendo como ventaja que gran parte de los temas asociados a las causas trabajadas durante la investigación contaban con clasificaciones que facilitaron el análisis a la hora de relacionarlos con los anegamientos, permitiendo establecer relaciones entre los parámetros y los anegamientos.

Desde el primer objetivo se desprende que los anegamientos constan de dimensiones distintas y que se agrupan por microcuencas, las que terminan por conformar el área de estudio. Luego, no todos los parámetros propuestos respondieron a los anegamientos, dando pie para actualizar dicha información en nuevos estudios y propuestas, sin embargo, la suma de todos los indicadores permitió vislumbrar posibles causas físicas para un gran porcentaje de estos. Luego la caracterización social y de morfología urbana estuvo respaldada principalmente por la información pública tanto del IDE como del Censo, teniendo como ventaja el fácil acceso a esta misma, no obstante, hubo ciertos elementos relacionados a la resolución de imágenes que habrían dificultado el análisis de no haber contado con imágenes LIDAR por parte de la consultora CONIC-BF, facilitando toda la parte del trabajo fotointerpretativo.

Mientras que para el tercer objetivo es evidente la falta de información para establecer un método que clasifique características de anegamientos, por lo que sería beneficioso aplicar este tipo de estudio en nuevas locaciones con el fin de perfeccionar los parámetros, generando una tipología de anegamiento que no solo priorice las ubicaciones de mayor riesgo, sino también establezca cómo abordarlas ante posibles emergencias. En síntesis, como primera aproximación al fenómeno los resultados pueden sentar base para futuros estudios tanto de riesgos, como de anegamiento dentro del ordenamiento territorial urbano.

Actualmente la consultora CONIC-BF se encuentra realizando un plan maestro de evacuación y drenaje de aguas lluvia en la ciudad de Quellón con el fin de solucionar los problemas de anegamientos urbanos vinculado a la infraestructura de colectores y sumideros para la evacuación del agua, no obstante la información trabajada en este estudio se encuentra limitada a los estancamientos de agua recolectados hasta el primer informe de lluvia, por lo que probablemente se sigan incorporando anegamientos al área de estudio durante el transcurso del proyecto. Sin embargo, la elaboración de una tipología de anegamiento sirve como precedente para priorizar nuevos puntos o zonas donde se hace necesario con mayor urgencia

comenzar las obras de ingeniería hidráulica, pudiendo evitar percances en caso de que las precipitaciones se intensifiquen en el transcurso de la construcción, generando un plan que dialogue con las características y necesidades del lugar.

Por último, es necesario generar mayor conciencia y conocimiento con respecto a los anegamientos urbanos pues la variabilidad climática ha afectado a todo el planeta y Chile no es la excepción, decantando en mayor cantidad de fenómenos “inusuales” de distinta índole, entre ellos las lluvias. Por ende, es necesario tener un plan de manejo de las aguas lluvia a partir de clasificaciones o tipologías de anegamiento que prioricen las zonas críticas, agilizando la toma de decisiones como la gestión de recursos ante los estancamientos de aguas.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- Agouborde, M. Dote, S. (2023). Cuatro días de temporal en Chile: las lluvias no dan tregua y la emergencia llega a Santiago. *El País*.
- Alarcón, M. (2023). Especialista UdeC por lluvias e inundaciones: “Tenemos que entender que las aguas son parte del sistema urbano”. Noticias U de Concepción.
- Alarcón, F. (2019). *Elaborando un diagnóstico y propuesta estratégica de Ordenamiento Territorial para Pudahuel rural, Región Metropolitana de Santiago* (Memoria para obtención título Geógrafo). Universidad de Chile: Santiago, Chile
- Andrade, M., Lucioni, N. (2014). Propuesta metodológica para el monitoreo de áreas con riesgo hídrico. Provincia de Buenos Aires, Argentina. III Congreso Internacional de Ordenamiento Territorial y Tecnologías de la Información Geográfica. Campus UNGS. Los Polvorines. Partido de Malvinas Argentinas. Buenos Aires – República Argentina. 15 al 18 de septiembre de 2014.
- Aragón-Durand, F. (2014): *Inundaciones en zonas urbanas de cuencas en América Latina. Editorial: Soluciones prácticas.* Lima, Perú. 114 p. Recuperado de: <http://www.solucionespracticas.org.pe/Inundaciones-en-zonasurbanas-de-cuencas-en-America-Latina>
- Bosisio, A. y Moreno Jiménez, A. (2019). Medición de la injusticia ambiental sobre poblaciones vulnerables y carenciadas por anegamientos pluviales: Un análisis en Santa Fe de la Vera Cruz (Argentina) basado en SIG. *Estudios Geográficos*, 80 (287), e020. <https://doi.org/10.3989/estgeogr.201937.017>
- Censo de Población y Vivienda (2017). INE, 2021
- CONIC-BF Ingenieros Consultores. (2023). Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias de Quellón, Región de los Lagos.
- Consultora Sur Plan LTDA. (2014). Actualización Plan Regulador Comunal.
- Corporación Autónoma Regional de Chivor, Corporación Autónoma Regional de Boyacá, Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, Consorcio Río Garagoa. (2018). Actualización POMCA Río Garagoa: Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica.
- Cross, V. (2016). Ordenamiento Territorial en Chile ¿Cómo se está Planificando nuestro Territorio? Ladera Sur. Recuperado 1 de agosto de 2023, de <https://laderasur.com/articulo/ordenamiento-territorial-en-chile-como-se-esta-planificando-nuestro-territorio/>
- SECTRA. (2010). Diagnóstico del S.T.U de la ciudad de Quellón. TRASA ingeniería Ltda., Secretaría de Planificación de Transporte

- Ferrando A., Francisco J. (2006). Sobre inundaciones y anegamientos. En: Revista de Urbanismo, N°15, Santiago de Chile, publicación electrónica editada por el Departamento de Urbanismo, F.A.U. de la Universidad de Chile, I.S.S.N. 0717-5051.  
[https://web.uchile.cl/vignette/revistaurbanismo/CDA/urb\\_completa/0,1313,ISID%253D668%2526IDG%253D2%2526ACT%253D0%2526PRT%253D19141,00.html](https://web.uchile.cl/vignette/revistaurbanismo/CDA/urb_completa/0,1313,ISID%253D668%2526IDG%253D2%2526ACT%253D0%2526PRT%253D19141,00.html)
- Fuentes, M. (2015). Análisis legal y doctrinario del Ordenamiento y Planificación Territorial en Chile, características, relación y diferencias. *Sustainability, Agri, Food and Environmental Research*, 3(2), 10.  
<https://portalrevistas.uct.cl/index.php/safer/article/view/882>
- Guerra, L. (2009). Evaluación ambiental de la tierra vacante del área metropolitana del gran Santiago y su relación con los grupos socioeconómicos de la población y el valor del suelo. Universidad de Chile.
- Hufschmidt, G. (2011). Alemania. *A comparative analysis of several vulnerability concepts*. Paper del Departamento de Geografía de la Universidad de Bonn, Alemania
- Ibarra Cofré, I., Castro Correa, C. P., Soto, M. V., & Rauld, R. (2016). Geomorfología aplicada a la evaluación de amenazas de origen natural en la zona sur de la comuna de Pichilemu, Región de O'Higgins, Chile. *Investigaciones Geográficas*, (51), Pág. 61–80.  
<https://doi.org/10.5354/0719-5370.2016.42521>
- Ilustre Municipalidad de Quellón. (2005). Plan Regulador Comunal de Quellón (PRC)
- Infraestructura de Datos Geoespaciales de Chile (IDE). (2022).
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). (2019). El cambio climático y la tierra: Informe especial del IPCC sobre el cambio climático, la desertificación, la degradación de las tierras, la gestión sostenible de las tierras, la seguridad alimentaria y los flujos de gases de efecto invernadero en los ecosistemas terrestres.
- Ley N°21.364 art. 2. (2021). Diario Oficial de la República. Chile. 07 de Agosto de 2021  
<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1163423>
- Márquez Poblete, M. A., & Veloso Pérez, E. (2021). EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL EN CHILE: ESTADO DEL ARTE. *Estado, Gobierno Y Gestión Pública*, (35), pp. 139–. Recuperado a partir de <https://revistaeggp.uchile.cl/index.php/REGP/article/view/61424>
- Massiris A. (2005): “Fundamentos Conceptuales y Metodológicos del Ordenamiento Territorial”. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Medel, M. (2022). *Subdivisión Irregular de Loteos en la Comuna de Pudahuel, Región Metropolitana y su Asociación con la Construcción Social del Riesgo en Santiago, Región Metropolitana de Santiago* (Memoria para obtención título Geógrafo). Universidad de Chile: Santiago, Chile
- Meza, J., Ramírez, M., & Contreras, F. (2017). CARTOGRAFÍA DE ÁREAS DE RIESGO A INUNDACIONES Y ANEGAMIENTOS A PARTIR DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN DE



GENERAL JOSÉ DE SAN MARTÍN, (CHACO, REPÚBLICA ARGENTINA. *Contribuciones Científicas GAEA*, 29, 149-164.

- Ministerio de Educación (MINEDUC). (2022). Centro de Estudios MINEDUC.
- Ministerio de Salud (MINSAL). (2023). Departamento de Estadística e Información de Salud (DEIS).
- Narváez, L., Lavell, A., & Pérez, G. (2009). *La Gestión del Riesgo de Desastres: Un enfoque basado en procesos* [Manual] (1.a ed.). Secretaría General de la Comunidad Andina. Disponible en: [http://www.comunidadandina.org/predecan/doc/libros/PROCESOS\\_ok.pdf](http://www.comunidadandina.org/predecan/doc/libros/PROCESOS_ok.pdf)
- Nunez, C. (2010). ¿Qué son las inundaciones? *Nationalgeographic*. Recuperado 20 de agosto de 2023, de <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/inundaciones>
- Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción de Desastres. UNISDR. (2005). Marco de Acción de Hyogo para 2005-2015: Aumento de la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres. Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres.
- Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción de Desastres. UNISDR. (2016). *Informe del grupo de trabajo intergubernamental de expertos de composición abierta sobre los indicadores y la terminología relacionados con la reducción de riesgo de desastres*. Desarrollo Sostenible: Reducción del Riesgo de Desastres.
- Oficina Nacional de Emergencias del Ministerio del Interior. ONEMI. (2016). Política Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, Ministerio del Interior y Seguridad Pública.
- Olcina Cantos, J. (2008): Cambios en la consideración territorial, conceptual y de método de los riesgos naturales. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Universidad de Barcelona, vol. XII, núm. 270 (24). Recuperado de: <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-270/sn-270-24.htm>
- ONEMI. (2019). *Guía para la implementación del plan para la reducción del riesgo de desastres en centros de Trabajo*.
- Paoli, U., Dondeynaz, C. y Carmona-Moreno, C. (2015): Gestión integrada de crecidas: guía y caso de estudio. European Commission, Joint Research Centre. Luxembourg: Publications Office of the European Union. doi:10.2788/997460
- Perez, J. (1979). Fundamentos del ciclo hidrológico. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ingeniería Departamento de Meteorología e Hidrología. Caracas, Venezuela. PP 38.
- Roldán, P. (1996). La construcción de tipologías: metodología de análisis. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Salazar, F. (2021). Solicitud de Reconocimiento del humedal Estero Quellón (Quellón Urbano). Municipalidad de Quellón.

- S. (2016): *Soluciones espaciales a problemas sociales urbanos: aplicaciones de tecnologías de la información geográfica a la planificación y gestión municipal*. Tandil: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. ISBN 978-950-658-392-7

-Servicio de Evaluación Ambiental (SEIA).2013. Guía para la descripción del uso del territorio en el SEIA.

- Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA). (2019). Listado de Plantas Autorizadas para Faenar y/o Procesar Salmónidos.

- Sostenibilidad para todos. (2019). *Cambio climático, inundaciones e incendios ¿Qué está pasando?* Recuperado 22 de agosto de 2023, de [https://www.sostenibilidad.com/cambio-climatico/cambio-climatico-inundaciones-incendios/?\\_adin=11551547647](https://www.sostenibilidad.com/cambio-climatico/cambio-climatico-inundaciones-incendios/?_adin=11551547647)

- Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS). (2022). Ficha de Antecedentes Técnicos F A T Código SC-10-20

- Tierney, K. & Bruneau, M. (2007). Conceptualizing and measuring resilience. A key to Disaster loss Reduction. *TR News Magazine*, 250, 14-18.

- Urzúa, D. (2017). *Evaluación de la vulnerabilidad social prevalente frente a la ocurrencia de eventos extremos: un análisis comparativo entre las ciudades de Puerto Montt y Puerto Varas, Chile* (Memoria para obtención título Geógrafo). Universidad de Chile: Santiago, Chile.

- Wikiloc. (2011, 23 julio). Quellón, Punta Lapa - Hito 0. Recuperado 14 de agosto de 2023, de <https://es.wikiloc.com/rutas-cicloturismo/quellon-punta-de-lapa-hito-cero-1801843>



## 6. ANEXOS

### Anexos 1



Fuente: Elaboración propia, 2023.

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1R1SLbrcuk7beUkL1Fq22aCGXBmwvkndo/edit#gid=890490837>


## Anexo 2

| <b>AÑO</b> | <b>ENE</b> | <b>FEB</b> | <b>MAR</b> | <b>ABR</b> | <b>MAY</b> | <b>JUN</b> | <b>JUL</b> | <b>AGO</b> | <b>SEP</b> | <b>OCT</b> | <b>NOV</b> | <b>DIC</b> | <b>Precipitación Total Anual</b> |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------------------------------|
| 1993       | 54,1       | 48,5       | 193,7      | 129,1      | 260,5      | 196        | 167,5      | 130,5      | 93,5       | 110        | 140        | 81         | 1604,40                          |
| 1994       | 50,5       | 36,1       | 79,1       | 124,8      | 287,6      | 213,6      | 215,3      | 271        | 195        | 54,3       | 155,5      | 142,5      | 1825,30                          |
| 1995       | 67         | 27,5       | 117        | 135        | 246        | 272,5      | 256        | 208,6      | 101        | 120,3      | 46,5       | 26,6       | 1624,00                          |
| 1996       | 76,9       | 91,5       | 108,5      | 176        | 160,3      | 198,5      | 109        | 222,2      | 96,5       | 136        | 141,5      | 85,4       | 1602,30                          |
| 1997       | 118,2      | 63,6       | 68,6       | 183,3      | 152        | 338,5      | 318,5      | 185,3      | 150,3      | 197,3      | 144,5      | 42         | 1962,10                          |
| 1998       | 96,1       | 8          | 96,1       | 78         | 247,6      | 200,6      | 175,5      | 110,6      | 139,2      | 122,5      | 37,9       | 71,6       | 1383,70                          |
| 1999       | 54         | 136,5      | 117,6      | 43,4       | 150,9      | 193,2      | 193,6      | 288,3      | 205,7      | 91,4       | 81,6       | 187        | 1743,20                          |
| 2000       | 119,2      | 120,5      | 101,9      | 169,3      | 146,5      | 323,8      | 197,9      | 196,8      | 145,2      | 105,4      | 99,1       | 115,6      | 1841,20                          |
| 2001       | 228,6      | 91,1       | 222,8      | 49,7       | 316        | 160        | 343,1      | 262,3      | 99,5       | 101        | 130,5      | 32,5       | 2037,10                          |
| 2002       | 69         | 68         | 148,7      | 283,9      | 249,3      | 123        | 345        | 324        | 482        | 399,5      | 327,4      | 94,5       | 2914,30                          |
| 2003       | 227,9      | 98         | 48,3       | 48,3       | 146,1      | 221,3      | 109,9      | 88         | 27,5       | 33,8       | 238,8      | 112,1      | 1400,00                          |
| 2004       | 75,6       | 29,4       | 58,7       | 243,9      | 178,3      | 348,2      | 170,4      | 73         | 125,4      | 110,1      | 86,5       | 190,5      | 1690,00                          |
| 2005       | 76,1       | 8,5        | 155,1      | 96,2       | 360        | 305,3      | 139,1      | 143,8      |            | 150,6      | 208,6      | 31         | 1674,30                          |
| 2006       | 71,8       | 77         | 186        | 271,9      | 88         | 344,5      | 253,2      | 138,8      | 208,1      | 194,2      | 172,8      | 172,3      | 2178,60                          |
| 2007       | 60,9       | 89,2       | 75,5       | 95         | 50,1       | 200,5      | 122,5      | 143,3      | 95,5       | 101,5      | 31         | 104        | 1169,00                          |
| 2008       | 94,5       | 92         | 79         | 91,8       | 394,5      | 128        | 235,5      | 233        | 67         | 89         | 225        | 19,5       | 1748,80                          |
| 2009       | 57,5       | 181        | 122,5      | 195        | 180,1      | 235,4      | 118,6      | 334,1      | 87         | 139        | 189,4      | 162,5      | 2002,10                          |
| 2010       | 156,2      | 138,3      | 110        | 88,5       | 180        | 231,8      | 238,6      | 234,3      | 36         | 63,4       | 93,6       | 67,7       | 1638,40                          |
| 2011       | 68,1       | 68,6       | 201,9      | 118        | 177,5      | 208,9      | 286        | 234        | 153,3      | 129,8      | 136,1      | 60,8       | 1843,00                          |
| 2012       | 107,7      | 163        | 41         | 97,6       | 219,8      | 205,1      | 138,6      | 264,5      | 83         | 60,9       | 68,4       | 243,4      | 1693,00                          |
| 2013       | 38,6       | 70         | 80,7       | 130,6      | 361,1      | 210,1      | 177,6      | 235        | 256,5      | 86,1       | 88,7       | 24,7       | 1759,70                          |
| 2014       | 103,8      | 56,4       | 105,8      | 116,6      | 312,4      | 199,1      | 206,3      | 158,5      | 197,5      | 169        | 130,6      | 34,8       | 1790,80                          |
| 2015       | 35,2       | 13         | 167,4      | 144        | 294,7      | 174,3      | 428,2      | 292,6      | 61,6       | 63,7       | 80         | 84,7       | 1839,40                          |
| 2016       | 22,9       | 47,7       | 42,4       | 112        | 28,3       | 37,3       | 151        | 186,6      | 139,2      | 72,6       | 45,8       | 104        | 989,80                           |
| 2017       | 79,7       | 82         | 64,5       | 65         | 292,9      | 267,2      | 112,6      | 334,2      | 121,2      | 210,8      | 17,3       | 123,7      | 1771,10                          |
| 2018       | 51,8       | 47,7       | 189,8      | 129        | 130,8      | 121,8      | 88,2       | 163,6      | 199,8      | 139,2      | 138,2      | 66         | 1465,90                          |
| 2019       | 47,4       | 24,8       | 52,8       | 100        | 99,8       | 183        | 195,2      | 114,8      | 49,2       | 119,2      | 132,8      | 65,8       | 1184,80                          |
| 2020       | 58,4       | 63,6       | 58,2       | 134,4      | 194,2      | 276,6      | 176,2      | 135,8      |            |            |            |            | 1097,40                          |

|   |           |      |           |           |           |       |           |           |           |      |           |            |         |
|---|-----------|------|-----------|-----------|-----------|-------|-----------|-----------|-----------|------|-----------|------------|---------|
| <b>2021</b>                                       | 36,6      | 22,2 | 28,2      | 181,2     | 103       | 194,6 | 97        | 182,8     | 107,2     | 63,6 | 43,4      | 55,6       | 1115,40 |
| <b>2022</b>                                       | 74,4      | 78   | 125       | 165       | 130,4     | 101,6 | 144,3     | 66,3      | 106,6     | 45,8 | 48,2      | 41,3       | 1126,90 |
| <b>Precipitación Mensual Multianual (mm/mes)</b>  | 82,623333 | 71,3 | 108,22666 | 133,21666 | 204,62333 | 213,8 | 197,01333 | 198,55333 | 136,76785 | 120  | 119,98965 | 91,1413793 |         |
| <b>Precipitación Promedio Multianual (mm/año)</b> | 1657,20   |      |           |           |           |       |           |           |           |      |           |            |         |

Fuente: Elaboración propia, 2023.

### Anexos 3

| Ubicación  | Fotografía   |
|--|--|
| <p>Intersección Calle Juan Ladrilleros, con Manuel Baquedano</p> |  |

Intersección Calle Dr. Ahues, con Ramón Vera Gómez



Araucarias con Vapor Tenglo



Pasaje Don Fermín con Pasaje Los Canelos



Galvarino Riveros con Juan Ladrilleros



Intersección Capitán Luis Alcalzar con Esquina Pasaje Neptuno

No hay registro

Santos Vargas esquina Balmaceda



Calle Alberto Vans esquina Ruta 5





Diego Portales esquina Vista Hermosa



Pedro Montt con Ignacio Carrera Pinto



Dr Ahues con Almirante



Pedro Montt (altura Gómez García)



Dr Ahues (Altura Av La Paz)



Juan Ladrilleros (altura Balmaceda)





Calle Independencia (entre Santos Vargas y Costanera)



Calle Santos Vargas, entre Ignacio Carrera Pinto y Galvarino Riveros



Galvarino Riveros



Pasaje sin nombre, sector Pje Don Fermin



Pasaje Nueva Esperanza



Pasaje Alberto Hurtado



Inundación Pasaje Neptuno

No hay registro

Colapso de Colectores, calle Independencia

No hay registro

Inundación cancha de futbol, Auchac

No hay registro

Inundación calle Larraguibe

No hay registro

Capitán Luis Alcazar

No hay registro

Villa las Antenas

No hay registro



|                          |                 |
|--------------------------|-----------------|
| San Antonio              | No hay registro |
| Pasaje Vargas            | No hay registro |
| Pasaje las Américas      | No hay registro |
| Pasaje Colón             | No hay registro |
| Pasaje Rodrigo de Triana | No hay registro |
| Espacio Costanera        | No hay registro |

Fuente: Elaboración propia en base a la información de CONIC-BF, 2023.

#### Anexo 4

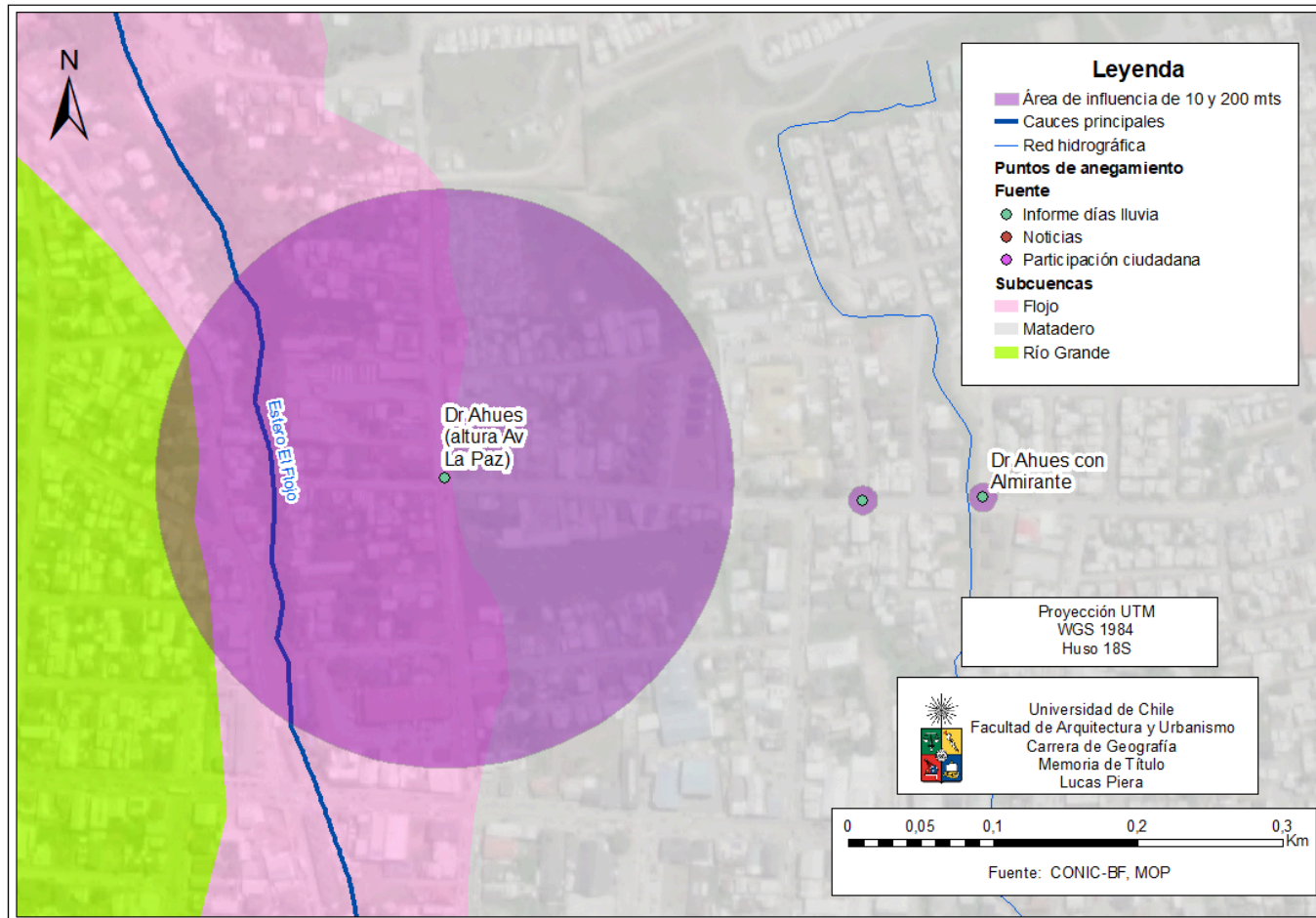
| Microcuencas | Fuente                       | Cantidad de Puntos | Cantidad Total de Puntos por Microcuenca | Índice de compacidad de Gravelius (forma)        | Índice de compacidad de Gravelius  | Factor de forma           | Índice de forma | Cauce Principal             |             |
|--------------|------------------------------|--------------------|--|--|------------------------------------|---------------------------|-----------------|-----------------------------|-------------|
| Esperanza    | Informe Días LLuvia          | 2                  | 3  | Oval oblonga a rectangular a rectangular oblonga | 1,70                               | Ligeramente ensanchada    | 0,52            | Estero S/N3                 |             |
|              | Participación Ciudadana      | 1                  |  |  |                                    |                           |                 |                             |             |
| Fermin       | Informe Días LLuvia          | 2                  | 5  | Oval redonda a oval oblonga                      | 1,35                               | Redondeando el desagüe    | 4,09            | Estero S/N4                 |             |
|              | Participación Ciudadana      | 3                  |  |  |                                    |                           |                 |                             |             |
| Flojo        | Informe Días LLuvia          | 2                  | 3  | Oval oblonga a rectangular oblonga               | 1,73                               | Redondeando el desagüe    | 1,60            | Estero El Flojo             |             |
|              | Participación Ciudadana      | 1                  |  |  |                                    |                           |                 |                             |             |
| Matadero     | Informe Días LLuvia          | 7                  | 9  | Oval oblonga a rectangular oblonga               | 1,54                               | Redondeando el desagüe    | 4,17            | Estero Matadero             |             |
|              | Noticias                     | 2                  |  |  |                                    |                           |                 |                             |             |
| Río Grande   | Informe Días LLuvia          | 6                  | 10                                       | Oval oblonga a rectangular oblonga               | 1,61                               | Redondeando el desagüe    | 10,29           | Estero Quellón o Río Grande |             |
|              | Noticias                     | 3                  |  |  |                                    |                           |                 |                             |             |
|              | Participación Ciudadana      | 1                  |  |  |                                    |                           |                 |                             |             |
| Vargas       | Participación Ciudadana      | 1                  | 1  | Oval redonda a oval oblonga                      | 1,49                               | Ensanchada                | 0,82            | Estero S/N13                |             |
| Los Paicos   | Participación Ciudadana      | 1                  | 1  | Oval oblonga a rectangular oblonga               | 1,60                               | Redondeando el desagüe    | 1,53            | Estero S/N7                 |             |
| La Cascada   | No hay puntos de anegamiento |                    |  | Oval redonda a oval oblonga                      | 1,47                               | Muy alargada              | 0,05            | Estero S/N6                 |             |
| Paillaco     |                              |                    |  | Oval redonda a oval oblonga                      | 1,29                               | Ligeramente alargada      | 0,35            | Estero S/N9                 |             |
| Tornagelones |                              |                    |  | Oval redonda a oval oblonga                      | 1,47                               | Ligeramente alargada      | 0,31            | Estero S/N12                |             |
| San Antonio  |                              |                    |  | Casi rectangular                                 | 1,87                               | Muy ensanchada            | 1,08            | Estero S/N11                |             |
| Álamos       |                              |                    |  | Oval redonda a oval oblonga                      | 1,46                               | Alargada                  | 0,28            | Estero S/N1                 |             |
| Fiordos      |                              |                    |  | Oval redonda a oval oblonga                      | 1,45                               | Ni alargada ni ensanchada | 0,42            | Estero S/N5                 |             |
| Avellanos    |                              |                    |  | Casi rectangular                                 | 1,83                               | Muy alargada              | 0,20            | Estero S/N2                 |             |
| Pascuala     |                              |                    |  | Oval redonda a oval oblonga                      | 1,40                               | Muy ensanchada            | 0,96            | Estero S/N10                |             |
| Oeste        |                              |                    |  |  | Oval oblonga a rectangular oblonga | 1,5                       | Muy ensanchada  | 1,14                        | Estero S/N8 |

| Microcuencas | Fuente                       | Cantidad de Puntos | Cantidad Total de Puntos por Microcuenca | Cauce Principal             | Longitud cauce principal (Km) | Cota mínima de altura del cauce principal (metros) | Cota máxima de altura del cauce principal (metros) | Desnivel cauce principal (metros) | Pendiente mínima del cauce principal | Pendiente máxima del cauce principal (grados <sup>o</sup> ) |
|--------------|------------------------------|--------------------|--|-----------------------------|-------------------------------|--|--|-----------------------------------|--------------------------------------|---|
| Esperanza    | Informe Días LLuvia          | 2                  | 3  | Estero S/N3                 | 0,39                          | 0,21   | 52,16  | 51,94                             | 0                                    | 72,67   |
|              | Participación Ciudadana      | 1                  |  |                             |                               |  |  |                                   |                                      |   |
| Fermin       | Informe Días LLuvia          | 2                  | 5  | Estero S/N4                 | 3,83                          | 0,89   | 118,91   | 118,02                            | 0                                    | 189,53  |
|              | Participación Ciudadana      | 3                  |  |                             |                               |  |  |                                   |                                      |   |
| Flojo        | Informe Días LLuvia          | 2                  | 3  | Estero El Flojo             | 3,23                          | 0,22   | 116,13   | 115,91                            | 0                                    | 153,39  |
|              | Participación Ciudadana      | 1                  |  |                             |                               |  |  |                                   |                                      |   |
| Matadero     | Informe Días LLuvia          | 7                  | 9  | Estero Matadero             | 4,12                          | 1,20   | 78,71  | 77,51                             | 0                                    | 64,49   |
|              | Noticias                     | 2                  |  |                             |                               |  |  |                                   |                                      |   |
| Rio Grande   | Informe Días LLuvia          | 6                  | 10                                       | Estero Quellón o Río Grande | 5,49                          | 0,50   | 128,38   | 127,88                            | 0                                    | 72,65   |
|              | Noticias                     | 3                  |  |                             |                               |  |  |                                   |                                      |   |
|              | Participación Ciudadana      | 1                  |  |                             |                               |  |  |                                   |                                      |   |
| Vargas       | Participación Ciudadana      | 1                  | 1  | Estero S/N13                | 1,75                          | 0,19   | 174,90   | 174,72                            | 0                                    | 144,00  |
| Los Paicos   | Participación Ciudadana      | 1                  | 1  | Estero S/N7                 | 2,99                          | 1,30   | 74,23  | 72,93                             | 0                                    | 63,89   |
| La Cascada   | No hay puntos de anegamiento |                    |  | Estero S/N6                 | 0,47                          | 0,19   | 53,75  | 53,56                             | 0                                    | 47,63   |
| Pailaco      |                              |                    |  | Estero S/N9                 | 0,75                          | 0,89   | 52,85  | 51,96                             | 0                                    | 39,71   |
| Tornagelones |                              |                    |  | Estero S/N12                | 1,12                          | 0,16   | 132,45   | 132,30                            | 0                                    | 115,69  |
| San Antonio  |                              |                    |  | Estero S/N11                | 2,54                          | 9,12   | 49,74  | 40,62                             | 0                                    | 63,63   |
| Álamos       |                              |                    |  | Estero S/N1                 | 0,73                          | 0,11   | 24,35  | 24,24                             | 0                                    | 96,63   |
| Fiordos      |                              |                    |  | Estero S/N5                 | 0,88                          | 0,78   | 158,47   | 157,69                            | 0                                    | 194,91  |
| Avellanos    |                              |                    |  | Estero S/N2                 | 1,17                          | 0,88   | 81,80  | 80,93                             | 0                                    | 68,70   |
| Pascuala     |                              |                    |  | Estero S/N10                | 1,76                          | 0,09   | 136,13   | 136,04                            | 0                                    | 160,78  |
| Oeste        |                              |                    |  | Estero S/N8                 | 2,14                          | 0,40   | 85,11  | 84,71                             | 0                                    | 64,78   |

| Microcuencas | Fuente                       | Cantidad de Puntos | Cantidad Total de Puntos por Microcuenca | Pendiente media cauce principal (grados°) | Pendiente media micro cuenca (grados°) | Área de la Microcuenca (Km²) | Perimetro de la microcuenca (Km) |      |
|--------------|------------------------------|--------------------|--|---|--|------------------------------|----------------------------------|------|
| Esperanza    | Informe Días LLuvia          | 2                  | 3  | 13,65                                     | 12,79                                  | 0,52                         | 4,32                             |      |
|              | Participación Ciudadana      | 1                  |  |   |  |                              |                                  |      |
| Fermin       | Informe Días LLuvia          | 2                  | 5  | 6,31                                      | 6,94                                   | 4,09                         | 9,71                             |      |
|              | Participación Ciudadana      | 3                  |  |   |  |                              |                                  |      |
| Flojo        | Informe Días LLuvia          | 2                  | 3  | 4,43                                      | 14,25                                  | 1,60                         | 7,77                             |      |
|              | Participación Ciudadana      | 1                  |  |   |  |                              |                                  |      |
| Matadero     | Informe Días LLuvia          | 7                  | 9  | 7,95                                      | 10,34                                  | 4,17                         | 11,16                            |      |
|              | Noticias                     | 2                  |  |   |  |                              |                                  |      |
| Río Grande   | Informe Días LLuvia          | 6                  | 10                                       | 10,19                                     | 10,33                                  | 10,29                        | 18,27                            |      |
|              | Noticias                     | 3                  |  |   |  |                              |                                  |      |
|              | Participación Ciudadana      | 1                  |  |   |  |                              |                                  |      |
| Vargas       | Participación Ciudadana      | 1                  | 1  | 8,37                                      | 10,29                                  | 0,82                         | 4,79                             |      |
| Los Paicos   | Participación Ciudadana      | 1                  | 1  | 7,06                                      | 8,39                                   | 1,53                         | 7,02                             |      |
| La Cascada   | No hay puntos de anegamiento |                    |  | 7,98                                      | 8,29                                   | 0,05                         | 1,11                             |      |
| Pailaco      |                              |                    |  | 6,28                                      | 6,83                                   | 0,35                         | 2,71                             |      |
| Tornagelones |                              |                    |  | 10,58                                     | 8,33                                   | 0,31                         | 2,90                             |      |
| San Antonio  |                              |                    |  | 4,29                                      | 8,09                                   | 1,08                         | 6,88                             |      |
| Álamos       |                              |                    |  | 7,81                                      | 6,22                                   | 0,28                         | 2,76                             |      |
| Fiordos      |                              |                    |  | 12,00                                     | 11,43                                  | 0,42                         | 3,31                             |      |
| Avellanos    |                              |                    |  | 8,06                                      | 6,49                                   | 0,20                         | 2,92                             |      |
| Pascuala     |                              |                    |  | 9,20                                      | 10,39                                  | 0,96                         | 4,86                             |      |
| Oeste        |                              |                    |  |   | 11,54                                  | 8,22                         | 1,14                             | 5,78 |

Fuente: Elaboración propia, 2023.

## Anexo 5



## Anexo 6



**Anexos 7**

| <b>Subcuencas</b> | <b>Subuso</b>                 | <b>Superficie (Hectáreas)</b> | <b>Total de vegetación (hectáreas)</b> | <b>Total vegetación (Km<sup>2</sup>)</b> | <b>Nº de puntos</b> | <b>Área de la Microcuenca (Km<sup>2</sup>)</b> |
|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|--|--|---------------------|--|
| Álamos            | Vegetación Urbana             | 1,158726                      | 27,669764                              | 0,27669764                               | 0                   | 0,284372                                       |
|                   | Bosque Nativo                 | 1,691535                      |  |  |                     |  |
|                   | Ciudades-Pueblos-Zonas.Indus. | 12,108845                     |  |  |                     |  |
|                   | Matorral Arborescente         | 3,411173                      |  |  |                     |  |
|                   | Praderas                      | 9,299485                      |  |  |                     |  |
| Avellanos         | Vegetación Urbana             | 0,345348                      | 20,236622                              | 0,20236622                               | 0                   | 0,202366                                       |
|                   | Bosque Nativo                 | 4,612621                      |  |  |                     |  |
|                   | Ciudades-Pueblos-Zonas.Indus. | 0,996614                      |  |  |                     |  |
|                   | Matorral Arborescente         | 1,738857                      |  |  |                     |  |
|                   | Praderas                      | 12,543182                     |  |  |                     |  |
| Esperanza         | Vegetación Urbana             | 7,420576                      | 49,846041                              | 0,49846041                               | 3                   | 0,516596                                       |
|                   | Bosque Nativo                 | 0,221905                      |  |  |                     |  |
|                   | Ciudades-Pueblos-Zonas.Indus. | 42,20356                      |  |  |                     |  |
| Fermin            | Vegetación Urbana             | 32,185545                     | 409,343195                             | 4,09343195                               | 5                   | 4,094196                                       |
|                   | Bosque Nativo                 | 123,855943                    |  |  |                     |  |
|                   | Ciudades-Pueblos-Zonas.Indus. | 31,546256                     |  |  |                     |  |
|                   | Matorral                      | 26,808462                     |  |  |                     |  |
|                   | Matorral-Pradera              | 9,149559                      |  |  |                     |  |
|                   | Matorral Arborescente         | 2,114985                      |  |  |                     |  |
|                   | Plantaciones                  | 1,889593                      |  |  |                     |  |
|                   | Praderas                      | 181,792852                    |  |  |                     |  |



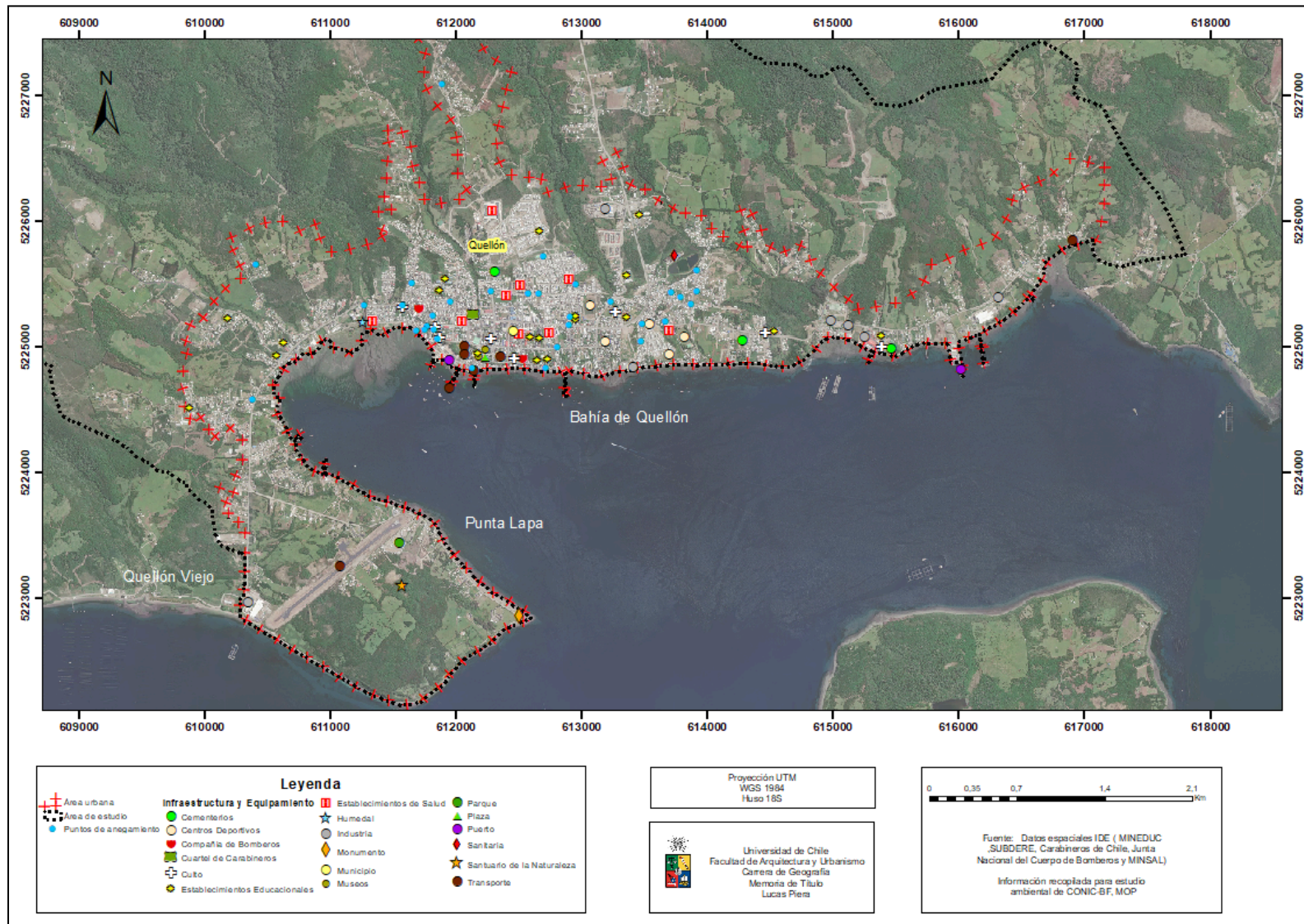
|            |                               |            |            |            |   |          |
|------------|-------------------------------|------------|------------|------------|---|----------|
| Fiordos    | Vegetación Urbana             | 10,50136   | 40,386096  | 0,40386096 | 0 | 0,415762 |
|            | Bosque Nativo                 | 8,721216   |            |            |   |          |
|            | Ciudades-Pueblos-Zonas.Indus. | 8,560057   |            |            |   |          |
|            | Matorral Arborescente         | 1,687607   |            |            |   |          |
|            | Praderas                      | 10,915856  |            |            |   |          |
| Flojo      | Vegetación Urbana             | 7,664319   | 159,558361 | 1,59558361 | 3 | 1,596683 |
|            | Bosque Nativo                 | 65,679912  |            |            |   |          |
|            | Ciudades-Pueblos-Zonas.Indus. | 19,135905  |            |            |   |          |
|            | Matorral-Pradera              | 6,077272   |            |            |   |          |
|            | Matorral Arborescente         | 1,617489   |            |            |   |          |
|            | Praderas                      | 59,383464  |            |            |   |          |
| La Cascada | Vegetación Urbana             | 1,593631   | 4,411378   | 0,04411378 | 0 | 0,045587 |
|            | Ciudades-Pueblos-Zonas.Indus. | 2,283561   |            |            |   |          |
|            | Matorral                      | 0,534186   |            |            |   |          |
| Los Paicos | Vegetación Urbana             | 10,920757  | 153,188902 | 1,53188902 | 0 | 1,533543 |
|            | Bosque Nativo                 | 39,918689  |            |            |   |          |
|            | Ciudades-Pueblos-Zonas.Indus. | 16,733691  |            |            |   |          |
|            | Matorral                      | 0,722678   |            |            |   |          |
|            | Matorral Arborescente         | 30,429547  |            |            |   |          |
|            | Plantaciones                  | 5,618371   |            |            |   |          |
|            | Praderas                      | 28,706185  |            |            |   |          |
|            | Rotación Cultivo-Pradera      | 19,634215  |            |            |   |          |
|            | Turbales                      | 0,504769   |            |            |   |          |
| Matadero   | Vegetación Urbana             | 37,846303  | 414,733287 | 4,14733287 | 9 | 4,16654  |
|            | Bosque Nativo                 | 124,311752 |            |            |   |          |
|            | Ciudades-Pueblos-Zonas.Indus. | 111,189429 |            |            |   |          |
|            | Matorral                      | 1,509891   |            |            |   |          |
|            | Matorral-Pradera              | 7,206991   |            |            |   |          |
|            | Matorral Arborescente         | 33,870678  |            |            |   |          |
|            | Praderas                      | 97,500241  |            |            |   |          |

|              |                               |            |            |            |    |           |
|--------------|-------------------------------|------------|------------|------------|----|-----------|
|              | Turbales                      | 1,298002   |            |            |    |           |
| Oeste        | Vegetación Urbana             | 1,814405   | 114,254712 | 1,14254712 | 0  | 1,142547  |
|              | Bosque Nativo                 | 36,515721  |            |            |    |           |
|              | Matorral Arborescente         | 0,030046   |            |            |    |           |
|              | Praderas                      | 75,89454   |            |            |    |           |
| Paillaco     | Vegetación Urbana             | 13,099749  | 31,506339  | 0,31506339 | 0  | 0,351999  |
|              | Bosque Nativo                 | 0,957035   |            |            |    |           |
|              | Ciudades-Pueblos-Zonas.Indus. | 8,195831   |            |            |    |           |
|              | Matorral Arborescente         | 0,286903   |            |            |    |           |
|              | Praderas                      | 8,966821   |            |            |    |           |
| Pascuala     | Vegetación Urbana             | 2,695123   | 95,393327  | 0,95393327 | 0  | 0,955298  |
|              | Bosque Nativo                 | 38,778692  |            |            |    |           |
|              | Ciudades-Pueblos-Zonas.Indus. | 4,773362   |            |            |    |           |
|              | Praderas                      | 49,14615   |            |            |    |           |
| Río Grande   | Vegetación Urbana             | 22,183349  | 1026,35054 | 10,2635054 | 10 | 10,288342 |
|              | Bosque Nativo                 | 716,833515 |            |            |    |           |
|              | Ciudades-Pueblos-Zonas.Indus. | 48,166946  |            |            |    |           |
|              | Matorral                      | 37,473017  |            |            |    |           |
|              | Matorral-Pradera              | 25,312896  |            |            |    |           |
|              | Matorral Arborescente         | 113,676137 |            |            |    |           |
|              | Praderas                      | 40,910891  |            |            |    |           |
|              | Rotación Cultivo-Pradera      | 20,491274  |            |            |    |           |
|              | Turbales                      | 1,302515   |            |            |    |           |
| San Antonio  | Vegetación Urbana             | 1,306814   | 107,62515  | 1,0762515  | 0  | 1,079993  |
|              | Bosque Nativo                 | 41,486858  |            |            |    |           |
|              | Ciudades-Pueblos-Zonas.Indus. | 10,728725  |            |            |    |           |
|              | Matorral Arborescente         | 4,004768   |            |            |    |           |
|              | Praderas                      | 50,097985  |            |            |    |           |
| Tornagelones | Vegetación Urbana             | 1,989549   | 31,031715  | 0,31031715 | 0  | 0,310317  |
|              | Bosque Nativo                 | 15,575035  |            |            |    |           |

|        |                               |           |           |            |   |          |
|--------|-------------------------------|-----------|-----------|------------|---|----------|
|        | Ciudades-Pueblos-Zonas.Indus. | 6,762659  |           |            |   |          |
|        | Matorral-Pradera              | 2,128886  |           |            |   |          |
|        | Praderas                      | 4,575586  |           |            |   |          |
| Vargas | Vegetación Urbana             | 15,349448 | 81,273395 | 0,81273395 | 1 | 0,817724 |
|        | Bosque Nativo                 | 10,741168 |           |            |   |          |
|        | Ciudades-Pueblos-Zonas.Indus. | 22,565109 |           |            |   |          |
|        | Matorral                      | 6,436639  |           |            |   |          |
|        | Matorral Arborescente         | 11,949524 |           |            |   |          |
|        | Plantaciones                  | 2,689759  |           |            |   |          |
|        | Praderas                      | 11,353129 |           |            |   |          |
|        | Rotación Cultivo-Pradera      | 0,188619  |           |            |   |          |

Fuente: Elaboración propia, 2023.

## Anexos 8



## Anexos 9

| Nombre del equipamiento o servicio                 | Ubicación del punto  | N° del punto | Distancia (metros) | Rango de proximidad | Ranking de distancias |
|--|--|--------------|--------------------|---------------------|-----------------------|
| Iglesia Fe y Acción Cristiana                      | Juan Ladrilleros con Manuel Baquedano                        | 1            | 12,4               | Muy alto            | 1                     |
| 3a Compañía del Cuerpo de Bomberos de Quellón      | Juan Ladrilleros con Manuel Baquedano                        | 1            | 125,9              | Bajo                | 2                     |
| Centro Comunitario de Salud Familiar Rukalaf       | Juan Ladrilleros con Manuel Baquedano                        | 1            | 269,4              | Bajo                | 3                     |
| Hospital de Quellón                                | Dr Ahues con Ramón Vera Gómez                                | 2            | 93,0               | Bajo                | 1                     |
| Centro Comunitario de Salud Villa Aytue            | Dr Ahues con Ramón Vera Gómez                                | 2            | 174,2              | Bajo                | 2                     |
| Cementerio Quellón                                 | Dr Ahues con Ramón Vera Gómez                                | 2            | 314,9              | Bajo                | 3                     |
| Centro de Salud Familiar de Quellón                | Araucarias con Vapor Tenglo                                  | 3            | 72,5               | Medio               | 1                     |
| Estadio de Quellón                                 | Araucarias con Vapor Tenglo                                  | 3            | 200,2              | Bajo                | 2                     |
| Liceo Paulo Freire                                 | Araucarias con Vapor Tenglo                                  | 3            | 247,2              | Bajo                | 3                     |
| Centro Comunitario de Salud Familiar Vista Hermosa | Pasaje Don Fermín con Pasaje Los Canelos                     | 4            | 263,9              | Bajo                | 1                     |
| Estadio Juan Uribe Barrientos Torino               | Pasaje Don Fermín con Pasaje Los Canelos                     | 4            | 267,4              | Bajo                | 2                     |
| Multicancha  | Pasaje Don Fermín con Pasaje Los Canelos                     | 4            | 369,8              | Bajo                | 3                     |
| Centro de Educación de Adultos Quellón             | Galvarino Riveros con Juan Ladrilleros                       | 5            | 67,8               | Medio               | 1                     |
| Liceo Paulo Freire                                 | Galvarino Riveros con Juan Ladrilleros                       | 5            | 90,5               | Bajo                | 2                     |
| Policlínico de la AChS Quellón                     | Galvarino Riveros con Juan Ladrilleros                       | 5            | 173,6              | Bajo                | 3                     |
| Iglesia metodista pentecostal                      | Intersección Capitán Luis Alcázar con esquina Pasaje Neptuno | 6            | 62,6               | Medio               | 1                     |
| Misión de La Iglesia Del Señor                     | Intersección Capitán Luis Alcázar con esquina Pasaje Neptuno | 6            | 134,6              | Bajo                | 2                     |
| 3a compañía del Cuerpo de Bomberos de Quellón      | Intersección Capitán Luis Alcázar con esquina Pasaje Neptuno | 6            | 155,9              | Bajo                | 3                     |
| Iglesia metodista pentecostal                      | Santos Vargas esquina Balmaceda                              | 7            | 22,8               | Muy alto            | 1                     |
| Misión de La Iglesia Del Señor                     | Santos Vargas esquina Balmaceda                              | 7            | 78,1               | Medio               | 2                     |
| 3a compañía del Cuerpo de Bomberos de Quellón      | Santos Vargas esquina Balmaceda                              | 7            | 207,0              | Bajo                | 3                     |
| Centro Educacional Emanuel                         | Calle Alberto Vans esquina Ruta 5                            | 8            | 399,2              | Bajo                | 1                     |
| Liceo técnico Profesional San José                 | Calle Alberto Vans esquina Ruta 5                            | 8            | 513,7              | Bajo                | 2                     |
| Escuela Alla-Kintuy                                | Calle Alberto Vans esquina Ruta 5                            | 8            | 515,3              | Bajo                | 3                     |
| Iglesia Fe y Acción Cristiana                      | Diego Portales esquina Vista Hermosa                         | 9            | 206,9              | Bajo                | 1                     |

|  |   |    |       |          |   |
|--|---|----|-------|----------|---|
| 3a compañía del Cuerpo de Bomberos de Quellón      | Diego Portales esquina Vista Hermosa                            | 9  | 213,0 | Bajo     | 2 |
| Centro Educacional San Pedro de Quellón            | Diego Portales esquina Vista Hermosa                            | 9  | 234,3 | Bajo     | 3 |
| Escuela Especial de Lenguaje Pulmahue              | Pedro Montt con Ignacio Carrera Pinto                           | 10 | 80,0  | Medio    | 1 |
| Liceo Bicentenario Paulo Freire                    | Pedro Montt con Ignacio Carrera Pinto                           | 10 | 94,5  | Bajo     | 2 |
| 1a compañía del Cuerpo de Bomberos de Quellón      | Pedro Montt con Ignacio Carrera Pinto                           | 10 | 205,6 | Bajo     | 3 |
| Hospital de Quellón                                | Dr Ahues con Almirante  | 11 | 159,6 | Bajo     | 1 |
| Centro Comunitario de Salud Villa Aytue            | Dr Ahues con Almirante  | 11 | 257,2 | Bajo     | 2 |
| Centro de Salud Familiar de Quellón                | Dr Ahues con Almirante  | 11 | 270,2 | Bajo     | 3 |
| Naviera Austral, Servicio de Transportes           | Pedro Montt (altura Gómez García)                               | 12 | 24,0  | Muy alto | 1 |
| Museo de Quellón Amador Cardenas                   | Pedro Montt (altura Gómez García)                               | 12 | 97,7  | Bajo     | 2 |
| Jardín Infantil Angelito                           | Pedro Montt (altura Gómez García)                               | 12 | 126,4 | Bajo     | 3 |
| Centro Comunitario de Salud Villa Aytue            | Dr Ahues (altura Av La Paz)                                     | 13 | 118,1 | Bajo     | 1 |
| Cementerio Quellón                                 | Dr Ahues (altura Av La Paz)                                     | 13 | 156,6 | Bajo     | 2 |
| Sexta Comisaría de Quellón                         | Dr Ahues (altura Av La Paz)                                     | 13 | 233,1 | Bajo     | 3 |
| Iglesia metodista pentecostal                      | Juan Ladrilleros (altura Balmaceda)                             | 14 | 93,4  | Bajo     | 1 |
| 3a Compañía del Cuerpo de Bomberos de Quellón      | Juan Ladrilleros (altura Balmaceda)                             | 14 | 127,9 | Bajo     | 2 |
| Misión de La Iglesia Del Señor                     | Juan Ladrilleros (altura Balmaceda)                             | 14 | 180,6 | Bajo     | 3 |
| Misión de La Iglesia Del Señor                     | Calle Independencia (entre Santos Vargas y Costanera)           | 15 | 19,2  | Muy alto | 1 |
| Iglesia metodista pentecostal                      | Calle Independencia (entre Santos Vargas y Costanera)           | 15 | 91,7  | Bajo     | 2 |
| Puerto de Quellón                                  | Calle Independencia (entre Santos Vargas y Costanera)           | 15 | 192,0 | Bajo     | 3 |
| Escuela Especial de Lenguaje Pulmahue              | Santos Vargas (entre Ignacio Carrera Pinto y Galvarino Riveros) | 16 | 121,0 | Bajo     | 1 |
| Policlínico de la AChS Quellón                     | Santos Vargas (entre Ignacio Carrera Pinto y Galvarino Riveros) | 16 | 132,7 | Bajo     | 2 |
| Escuela Gabriela Mistral                           | Santos Vargas (entre Ignacio Carrera Pinto y Galvarino Riveros) | 16 | 160,9 | Bajo     | 3 |
| Liceo Paulo Freire                                 | Galvarino Riveros   | 17 | 52,1  | Alto     | 1 |
| Centro de Educación de Adultos Quellón             | Galvarino Riveros   | 17 | 59,5  | Alto     | 2 |
| Estadio de Quellón                                 | Galvarino Riveros   | 17 | 182,2 | Bajo     | 3 |
| Planta de Tratamiento (Essal)                      | Pasaje sin nombre sector Pasaje Don Fermín                      | 18 | 213,3 | Bajo     | 1 |
| Centro Comunitario de Salud Familiar Vista Hermosa | Pasaje sin nombre sector Pasaje Don Fermín                      | 18 | 518,8 | Bajo     | 2 |



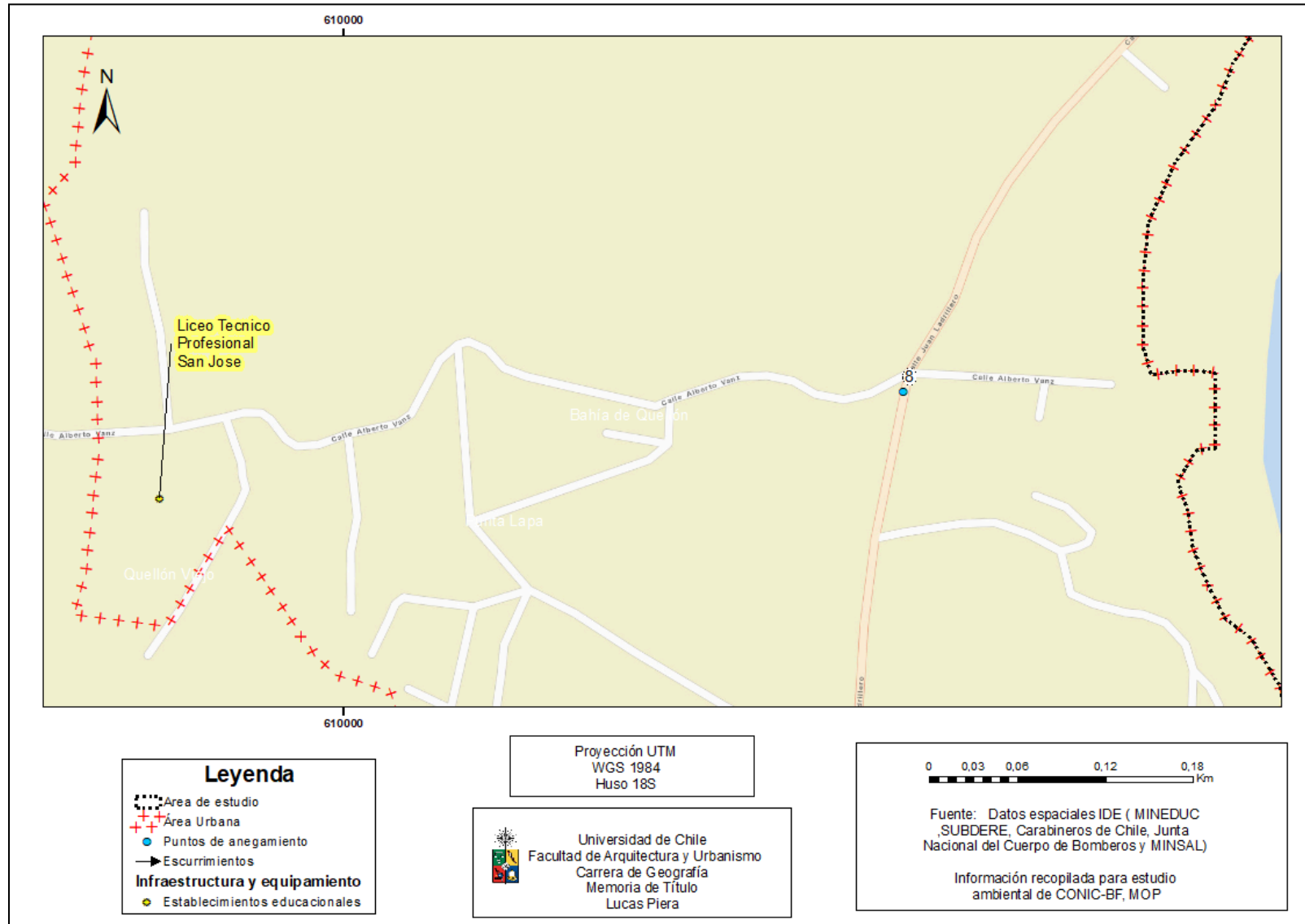
|  |  |    |        |       |   |
|--|--|----|--------|-------|---|
| Estadio Juan Uribe Barrientos Torino               | Pasaje sin nombre sector Pasaje Don Fermín | 18 | 541,3  | Bajo  | 3 |
| Multicancha  | Pasaje Nueva Esperanza                     | 19 | 156,2  | Bajo  | 1 |
| Industria Salmones Cailin                          | Pasaje Nueva Esperanza                     | 19 | 207,6  | Bajo  | 2 |
| Escuela Básica Sector Oriente                      | Pasaje Nueva Esperanza                     | 19 | 219,8  | Bajo  | 3 |
| Multicancha  | Pasaje Alberto Hurtado                     | 20 | 51,7   | Alto  | 1 |
| Escuela Básica Sector Oriente                      | Pasaje Alberto Hurtado                     | 20 | 127,9  | Bajo  | 2 |
| Centro Comunitario de Salud Familiar Vista Hermosa | Pasaje Alberto Hurtado                     | 20 | 222,7  | Bajo  | 3 |
| Iglesia metodista pentecostal                      | Inundación Pasaje Neptuno                  | 21 | 87,1   | Medio | 1 |
| Misión de La Iglesia Del Señor                     | Inundación Pasaje Neptuno                  | 21 | 141,4  | Bajo  | 2 |
| 3a Compañía del Cuerpo de Bomberos de Quellón      | Inundación Pasaje Neptuno                  | 21 | 169,1  | Bajo  | 3 |
| Iglesia Adventista del Séptimo Día de Quellón      | Colapso de Colectores, Calle Independencia | 22 | 93,0   | Bajo  | 1 |
| Estadio de Quellón                                 | Colapso de Colectores, Calle Independencia | 22 | 168,3  | Bajo  | 2 |
| Escuela Básica Sector Oriente                      | Colapso de Colectores, Calle Independencia | 22 | 178,4  | Bajo  | 3 |
| Jardín AITUÉ                                       | Inundación cancha de futbol, Auchac        | 23 | 210,0  | Bajo  | 1 |
| Centro de Salud Familiar de Quellón                | Inundación cancha de futbol, Auchac        | 23 | 267,8  | Bajo  | 2 |
| Hospital de Quellón                                | Inundación cancha de futbol, Auchac        | 23 | 289,7  | Bajo  | 3 |
| Centro Educacional San Pedro de Quellón            | Inundación calle Lagarrigue                | 24 | 125,8  | Bajo  | 1 |
| Laboratorio Clínico Biolab Ltda                    | Inundación calle Lagarrigue                | 24 | 169,3  | Bajo  | 2 |
| Liceo Rayen Mapu                                   | Inundación calle Lagarrigue                | 24 | 192,4  | Bajo  | 3 |
| Iglesia metodista pentecostal                      | Capitán Luis Alcalzar                      | 25 | 146,3  | Bajo  | 1 |
| 3a Compañía del Cuerpo de Bomberos de Quellón      | Capitán Luis Alcalzar                      | 25 | 175,7  | Bajo  | 2 |
| Misión de La Iglesia Del Señor                     | Capitán Luis Alcalzar                      | 25 | 190,8  | Bajo  | 3 |
| Nuevo Hospital de Quellón                          | Villa las Antenas                          | 26 | 1080,0 | Bajo  | 1 |
| Jardín AITUÉ                                       | Villa las Antenas                          | 26 | 1397,2 | Bajo  | 2 |
| Liceo Rayen Mapu                                   | Villa las Antenas                          | 26 | 1542,2 | Bajo  | 3 |
| Centro Comunitario de Salud Familiar Vista Hermosa | San Antonio                                | 27 | 74,5   | Medio | 1 |
| Multicancha  | San Antonio                                | 27 | 133,6  | Bajo  | 2 |
| Estadio Juan Uribe Barrientos Torino               | San Antonio                                | 27 | 198,6  | Bajo  | 3 |
| Colegio Mon Mapu                                   | Pasaje Vargas                              | 28 | 473,8  | Bajo  | 1 |

|  |                          |    |       |      |   |
|--|--------------------------|----|-------|------|---|
| Escuela Alla-Kintuy                                | Pasaje Vargas            | 28 | 653,7 | Bajo | 2 |
| Centro Educacional Emanuel                         | Pasaje Vargas            | 28 | 734,8 | Bajo | 3 |
| Centro Comunitario de Salud Familiar Vista Hermosa | Pasaje Las Américas      | 29 | 292,9 | Bajo | 1 |
| Planta de Tratamiento (Essal)                      | Pasaje Las Américas      | 29 | 295,9 | Bajo | 2 |
| Multicancha  | Pasaje Las Américas      | 29 | 304,1 | Bajo | 3 |
| Planta de Tratamiento (Essal)                      | Pasaje Colón             | 30 | 336,2 | Bajo | 1 |
| Centro Comunitario de Salud Familiar Vista Hermosa | Pasaje Colón             | 30 | 373,4 | Bajo | 2 |
| Estadio Juan Uribe Barrientos Torino               | Pasaje Colón             | 30 | 377,5 | Bajo | 3 |
| Centro Comunitario de Salud Familiar Vista Hermosa | Pasaje Rodrigo de Triana | 31 | 273,5 | Bajo | 1 |
| Estadio Juan Uribe Barrientos Torino               | Pasaje Rodrigo de Triana | 31 | 322,1 | Bajo | 2 |
| Multicancha  | Pasaje Rodrigo de Triana | 31 | 329,5 | Bajo | 3 |
| Centro Comunitario de Salud Familiar Rukalaf       | Espacio Costanera        | 32 | 136,9 | Bajo | 1 |
| Humedal Estero de Quellón                          | Espacio Costanera        | 32 | 137,6 | Bajo | 2 |
| Iglesia Fe y Acción Cristiana                      | Espacio Costanera        | 32 | 307,6 | Bajo | 3 |

Fuente: Elaboración propia, 2023.



## Anexos 11



## Anexos 12

| Nombre del equipamiento o servicio  | Ubicación del punto                   | N° del punto | Problema detectado  | Distancia (metros) | Rango de proximidad | Ranking de distancias | Nivel de precaución |
|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------|---|--------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| Iglesia Fe y Acción Cristiana       | Juan Ladrilleros con Manuel Baquedano | 1            | <p>La intersección señalada presenta un punto de acumulación de aguas lluvia importante. Existe un sumidero en buen estado a 60m distancia dirección Este a Oeste. Calle M. Baquedano tiene un desarrollo de 180m de longitud, con considerable pendiente que interseca en el punto señalado.</p> <p>Acumulación de aguas lluvias: 15m largo, 1,5m de ancho, 0,07 m alto.</p>   | 12,4               | Muy alto            | 1                     | Alto                |
| Hospital de Quellón                 | Dr Ahues con Ramón Vera Gómez         | 2            | <p>La intersección señalada, es uno de los puntos más críticos en la actualidad en lo que refiere a aguas lluvias. Este es un Punto Bajo, el cual confluyen por calle Ramón Vera Gómez en 100m con considerable pendiente, y por Dr Ahues, al ser un punto bajo, en ambos sentidos aprox en 150 m. Existen sumideros a ambos lados de calzada, los cuales no dan abasto y se encuentran saturados y tapados.</p> <p>Acumulación de aguas lluvias: 8m de ancho, 0,2 m alto</p> | 93,0               | Bajo                | 1                     | Alto                |
| Centro de Salud Familiar de Quellón | Araucarias con Vapor Tenglo           | 3            | <p>El siguiente corresponde a un punto señalado por la comunidad en reuniones. Corresponde a una acumulación de aguas en ambos sentidos de calzada. Cabe destacar que el pavimento se encuentra en mal estado, y con notables eventos, lo que podría producir accidentes vehiculares o peatonales ante la nula visibilidad. Tampoco existen sumideros en un radio de 100m.</p> <p>Acumulación de aguas lluvias: 20m extensión, 1,2 m de ancho, 0,1 m alto</p>                 | 72,5               | Medio               | 1                     | Medio               |

|  |  |   |   |      |          |   |                                      |
|--|--|---|---|------|----------|---|--------------------------------------|
| Centro de Educación de Adultos Quellón | Galvarino Riveros con Juan Ladrilleros                       | 5 | <p>En la intersección señalada converge toda el agua lluvia que desciende por calle Galvarino Riveros, en un recorrido sin sumideros, y alimentándose además por calles y pasajes aledaños que descargan en calle Galvarino Riveros. Este recorrido termina en el sumidero ubicado en la esquina con calle Ladrilleros, provocando un estancamiento de aguas con un radio de 4m aprox, cubriendo media calzada, dificultando la circulación peatonal, sobre todo en adultos mayores</p> <p>Acumulación de aguas lluvias: 3m de ancho, 0,12 m alto</p> | 67,8 | Medio    | 1 | Bajo                                 |
| Iglesia metodista pentecostal          | Intersección Capitán Luis Alcázar con esquina Pasaje Neptuno | 6 | El punto señalado muestra cómo gran parte del camino sin pavimentar se encuentra saturado, y con arrastre de sedimentos que se acumulan, creando diferentes aposamientos de agua. En todo el sector no existen redes de aguas lluvias, lo que acrecienta los problemas.   | 62,6 | Medio    | 1 | Bajo (No hay detalles de extensión)  |
| Iglesia metodista pentecostal          | Santos Vargas esquina Balmaceda                              | 7 | El siguiente punto se dio a conocer por la comunidad en las reuniones realizadas, en donde se expuso que las aguas lluvias corren por calle Balmaceda, hasta llegar a esquina Santos Vargas, arrastrando sedimentos y produciendo cortes en el perfil, que dificultan el tránsito vehicular. En este sector no existen redes de aguas lluvias, por lo tanto, tampoco sumideros.   | 22,8 | Muy alto | 1 | Medio (No hay detalles de extensión) |
| Misión de La Iglesia Del Señor         | Santos Vargas esquina Balmaceda                              | 7 |   | 78,1 | Medio    | 2 | Bajo (No hay detalles de extensión)  |



|  |   |    |  |      |          |   |      |
|--|---|----|--|------|----------|---|------|
| Escuela Especial de Lenguaje Pulmahue    | Pedro Montt con Ignacio Carrera Pinto                 | 10 | <p>Calle Pedro Montt presenta graves problemas de acumulación, en donde las Aguas Lluvias confluyen en varios puntos. El problema de base es el nivel de cota de veredas, el cual se encuentra por debajo del nivel cota de calzada, provocando así que fácilmente se generen puntos bajos de inundación. Además, en prácticamente un 90% de esta calle no existen sumideros. En su mayoría estos puntos bajos de inundación obstaculizan el correcto tránsito peatonal.</p> <p>Acumulación de aguas lluvias: 8m de largo, 1,5m de ancho, 0,1 m alto, repitiéndose en varios puntos.</p> | 80,0 | Medio    | 1 | Bajo |
| Naviera Austral, Servicio de Transportes | Pedro Montt (altura Gómez García)                     | 12 | <p>Calle Pedro Montt presenta graves problemas de acumulación, en donde las Aguas Lluvias confluyen en varios puntos. El problema de base es el nivel de cota de veredas, el cual se encuentra por debajo del nivel cota de calzada, provocando así que fácilmente se generen puntos bajos de inundación. Además, en prácticamente un 90% de esta calle no existen sumideros. En su mayoría estos puntos bajos de inundación obstaculizan el correcto tránsito peatonal.</p> <p>Acumulación de aguas lluvias: 30m de largo, 3m de ancho, 0,17m alto</p>                                  | 24,0 | Muy alto | 1 | Alto |
| Misión de La Iglesia Del Señor           | Calle Independencia (entre Santos Vargas y Costanera) | 15 | <p>El siguiente se conoce como el punto más crítico de la comuna, en el cual se registraron inundaciones a las viviendas del sector que estaban bajo el nivel de calle. Sin embargo, en los meses presentes se han realizado trabajos de mejoramiento de las redes, lo cual refleja una mejora considerable, no existiendo acumulación de Aguas Lluvias.</p> <p>Acumulación de aguas lluvias: Mínima.</p>  | 19,2 | Muy alto | 1 | Bajo |

|  |                           |    |   |      |       |   |  |
|--|---------------------------|----|---|------|-------|---|--|
| Liceo Paulo Freire                                 | Galvarino Riveros         | 17 | El agua va descendiendo de norte a sur, en un ancho promedio de 2,5m. La acumulación de agua se encuentra en calzada y también en vereda. No existen sumideros en esta calle.<br><br>Acumulación de aguas 2,5m de ancho, 0,12m alto   | 52,1 | Alto  | 1 | Bajo (Pero se encuentra en la entrada del liceo)               |
| Centro de Educación de Adultos Quellón             | Galvarino Riveros         | 17 |   | 59,5 | Alto  | 2 | Bajo (Pero se encuentra en la entrada del centro de educación) |
| Multicancha  | Pasaje Alberto Hurtado    | 20 | El trayecto señalado presenta leves problemas de acumulación de Aguas Lluvias en toda la extensión del pasaje, unos 60m aprox. Dicha acumulación se extiende por todo el eje de calzada, en unos 70cm ancho, sin existencia de sumideros en varias cuerdas a la redonda. Otro problema se origina en la saturación de los sitios particulares, en donde se crean barreales y terrenos blandos.<br><br>Acumulación de aguas lluvias: 0,7 m de ancho, 0,07 m alto | 51,7 | Alto  | 1 | Bajo   |
| Iglesia metodista pentecostal                      | Inundación Pasaje Neptuno | 21 | El punto señalado muestra cómo gran parte del camino sin pavimentar se encuentra saturado, y con arrastre de sedimentos que se acumulan, creando diferentes aposamientos de agua. En todo el sector no existen redes de aguas lluvias, lo que acrecienta los problemas.   | 87,1 | Medio | 1 | Bajo (No hay detalles de extensión)                            |
| Centro Comunitario de Salud Familiar Vista Hermosa | San Antonio               | 27 | Anegamiento   | 74,5 | Medio | 1 | Bajo (No hay detalles de extensión)                            |

|   |                                   |    |   |       |      |   |  |
|---|-----------------------------------|----|---|-------|------|---|--|
| Centro Comunitario de Salud Villa Aytue | Dr Ahues (altura Av La Paz)       | 13 | <p>El sector mencionado presenta un problema de arrastre de sedimentos en 170m, en donde las aguas escurren de forma lateral a la calzada, arrastrando arena, la cual se acumula de forma visible llegando a esquina de Dr Ahues con Av La Paz. Lo anterior provoca también problemas con el tránsito vehicular.</p> <p>Acumulación de aguas lluvias: 170m de largo, 0,3m de ancho, 0,05m alto</p>  | 118,1 | Bajo | 1 | Alto                                       |
| Liceo Técnico Profesional San Jose      | Calle Alberto Vans esquina Ruta 5 | 8  | <p>El punto señalado presenta un escurrimiento importante de aguas lluvias, donde convergen las aguas que vienen por Ruta 5 y las del pasaje Alberto Vans desde gran altura, lo que provoca que estas escurren con mayor potencia y velocidad. El sector mencionado es importante, ya que al interior del pasaje se encuentran colegios y liceos. Cuando los alumnos comienzan o terminan sus jornadas, gran % de estos deben cruzar este punto para llegar al paradero de micro. Esto al ser ruta 5, y que las aguas ocupan casi media calzada, empeora la situación, y la hace más peligrosa.</p> | 513   | Bajo | 2 | Bajo (no hay detalles de extensión claros) |

Fuente: Elaboración propia en base a información de CONIC-BF, 2023.