



## **INFORME ETAPA V**

# FORMULACIÓN PLAN REGULADOR COMUNAL DE RÍO HURTADO

ESTUDIO FUNDADO DE RIESGOS

VERSIÓN 03

JULIO 2019





**TABLA DE CONTENIDOS**

I.- INTRODUCCIÓN .....	3
I.1    UBICACIÓN ÁREA DE ESTUDIO .....	3
I.2    OBJETIVOS .....	4
I.3    ALCANCES Y LIMITACIONES .....	5
I.4    MARCO JURÍDICO .....	5
I.5    ASPECTOS METODOLÓGICOS .....	6
II.- ANTECEDENTES BASE PARA EL ESTUDIO.....	12
II.1    CONDICIONES CLIMÁTICAS.....	12
II.2    ANTECEDENTES HIDROLÓGICOS.....	14
II.3    MARCO GEOLÓGICO .....	16
II.4    MARCO GEOMORFOLÓGICO .....	20
II.5    REGISTRO HISTÓRICO DE AMENAZAS .....	23
III.- DIAGNÓSTICO Y ZONIFICACIÓN DE SUSCEPTIBILIDAD A LOS PELIGROS .....	24
III.1    SUSCEPTIBILIDAD FRENTE INUNDACIONES .....	25
III.2    SUSCEPTIBILIDAD FRENTE A FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA .....	33
IV.- ANÁLISIS COMPARATIVO CON PRI LIMARÍ (EN ESTUDIO) .....	43
V.- RIESGOS ANTRÓPICOS.....	48
V.1    MINAS Y RELAVES.....	48
V.2    INCENDIOS FORESTALES.....	50
VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	51

**INDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Ubicación de la comuna de Río Hurtado .....	3
Figura 2. Localidades pobladas del estudio.....	4
Figura 3. Uso de SIG en la combinación cualitativa de Mapas .....	11
Figura 4. Tipos climáticos en la comuna de Río Hurtado.....	12
Figura 5. Cuenca del Río Limarí.....	14
Figura 6. Geología Comuna de Río Hurtado .....	18
Figura 7. Condiciones Geomorfológicas.....	21
Figura 8. Localidad de Huampulla – áreas de riesgo PRI.....	44
Figura 9. Localidad de Huampulla – Riesgos resultados Plan Regulador Comunal.....	44
Figura 10. Localidad de Samo Alto – áreas de riesgo PRI.....	45
Figura 11. Localidad de Samo Alto – Riesgos resultados Plan Regulador Comunal. ....	45
Figura 12. Localidad de Pichasca – áreas de riesgo PRI.....	46
Figura 13. Localidad de Pichasca – Riesgos resultados Plan Regulador Comunal. ....	46
Figura 14. Localidad de Serón – áreas de riesgo PRI. ....	46
Figura 15. Localidad de Serón – Riesgos resultados Plan Regulador Comunal. ....	46
Figura 16. Localidad de Hurtado – áreas de riesgo PRI. ....	47
Figura 17. Localidad de Hurtado – Riesgos resultados Plan Regulador Comunal. ....	47
Figura 18. Actividad minera.....	48
Figura 19 Mapa de distribución de relaves, comuna de Río Hurtado.....	49

**INDICE DE CUADROS**

Cuadro 1. Peligros geológicos que podrían afectar a la Comuna de Río Hurtado .....	7
Cuadro 2. Categorías de pendiente utilizadas .....	9
Cuadro 3. Características geomorfológicas ponderadas. ....	10
Cuadro 4. Descripción de la exposición.....	10
Cuadro 5. Ponderación de variables.....	10
Cuadro 6. línea de base y proyección 2050 variables meteorológicas Río Hurtado.....	13
Cuadro 7. Características geomorfológicas localidades Río Hurtado.....	22
Cuadro 8. Registro histórico de crecidas de los principales cursos de agua en la provincia del Limarí (1952- 2002).....	23
Cuadro 9. Daños a infraestructura urbana, vial y energética por comuna (1952- 2002).....	24
Cuadro 10. Resumen de superficies afectadas con amenazas por localidad en estudio de acuerdo a la propuesta del PRC (superficie en hectáreas) .....	25
Cuadro 11. Catastro Despositos de Relave para la Comuna de Río Hurtado.....	48
Cuadro 12. Homologación amenazas identificadas y zonas propuestas de acuerdo a OGUC. .	52

## I.- INTRODUCCIÓN

El informe a continuación expone los resultados del estudio de riesgos para el Plan Regulador Comunal de Río Hurtado. Este informe cuenta con la explicación metodológica de la definición de susceptibilidades de amenazas y las limitaciones del estudio, además del desarrollo de un diagnóstico del área comunal, con un enfoque respecto de las áreas urbanas.

Finalmente se concluye respecto de las amenazas naturales que afectan a las localidades urbanas en estudio y se señalan recomendaciones respecto de la planificación.

### I.1 UBICACIÓN ÁREA DE ESTUDIO

La comuna de Río Hurtado se localiza en la provincia del Limarí en la Región de Coquimbo. Sus límites administrativos colindan con las comunas de Paihuano hacia el nororiente, Vicuña hacia el norte, Andacollo hacia el poniente, Ovalle hacia el sur poniente, Monte Patria hacia el sur y al este, se cierra en el límite internacional con la República de Argentina. Con una superficie de 2.180,9 km<sup>2</sup> se extiende unos 160 kilómetros a lo largo del valle del Río Limarí.

**Figura 1. Ubicación de la comuna de Río Hurtado**

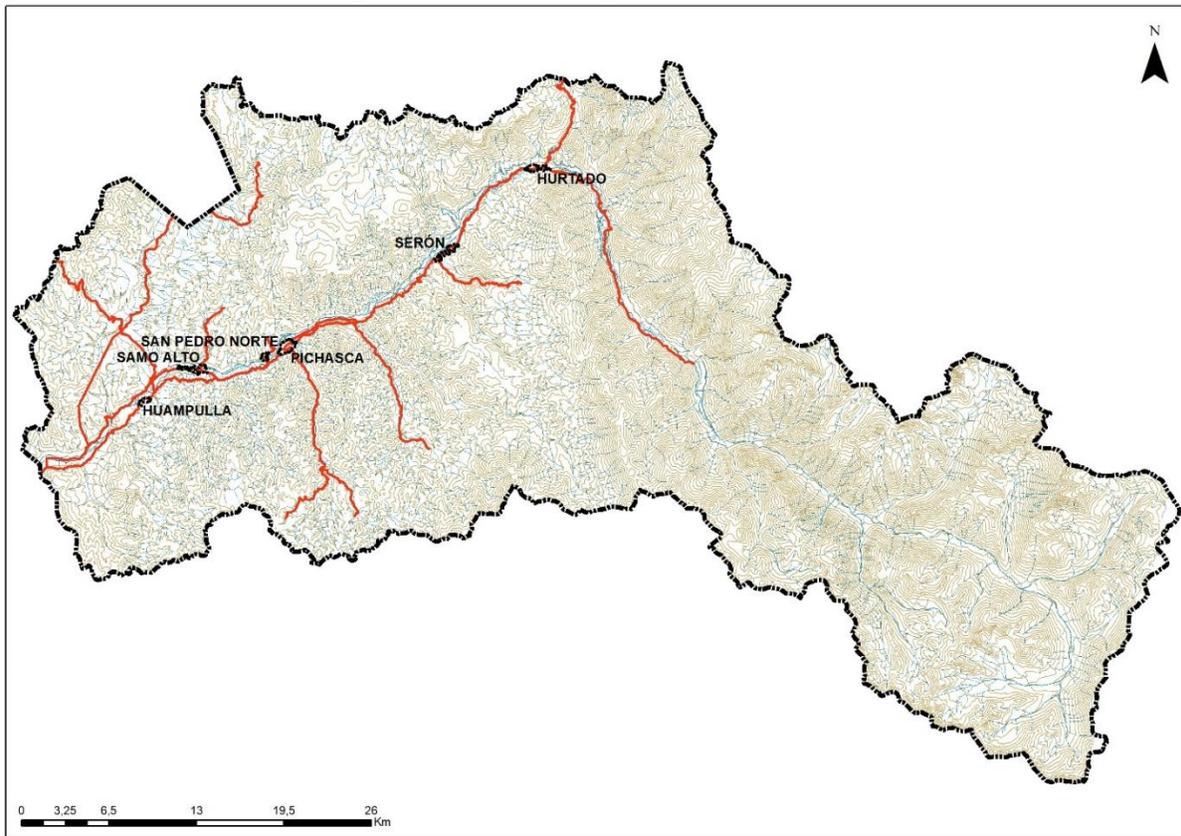


Fuente: División de Planificación y Desarrollo Regional, 2014

Es una comuna que se sitúa en el límite oriente de la Región, parte de su superficie corresponde a áreas precordilleranas y cordilleranas del Valle de Hurtado. En su territorio se reconoce gran parte de la cuenca del Río Limarí, cuyo afluente norte es el Río Hurtado.

Las áreas de estudio corresponden a las áreas urbanas, superficies donde el Plan Regulador Comunal realiza propuestas de ordenamiento. Las localidades estudiadas son: Huampulla, Samo Alto, Pichasca y San Pedro Norte, Serón y Hurtado.

**Figura 2. Localidades pobladas del estudio**



Fuente: Elaboración Propia, 2018.

El territorio de Río Hurtado se caracteriza por el dominio de una geografía montañosa, cuya área occidental se define por una precordillera transversal de topografía ondulada a llana, y hacia el suroriente presenta pendientes medias a fuertes. El Río Hurtado ha labrado profundamente estas formaciones hasta producir un valle angosto y profundo, en donde se asientan comunidades con actividades agro- productivas.

Con respecto a las características socioeconómicas del territorio se constituye como un espacio netamente rural, con actividad económica principalmente agrícola y con una población de 4.278 habitantes (INE, 2017) que corresponde al 2,5 % de la población de la Provincia de Limarí.

## **I.2 OBJETIVOS**

El objetivo principal del estudio de riesgos es reconocer y delimitar las áreas de riesgo que han de ser incorporadas a la actualización del Plan Regulador Comunal de Río Hurtado, con la finalidad de mitigar y establecer un ordenamiento adecuado, de acuerdo con lo establecido en el artículo 2.1.17 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC)

Para conseguir el objetivo deseado se definieron los siguientes objetivos específicos:

1. Catastro, descripción y reconocimiento de las principales amenazas naturales identificadas en las localidades urbanas.
2. Realizar un análisis y zonificación de las áreas de amenazas
3. Elaboración de cartografías de susceptibilidad frente amenazas.

4. Realizar recomendaciones en cada una de las localidades urbanas respecto de los peligros a los que se encuentra expuesto.

### **I.3 ALCANCES Y LIMITACIONES**

La delimitación de áreas de riesgo corresponde a la identificación de susceptibilidad frente a riesgos en las áreas urbanas en estudio, para ello se realizó una recopilación de antecedentes bibliográficos, históricos, interpretación de imágenes satelitales, trabajo de terreno y la evaluación de factores condicionantes de las amenazas.

La escala de trabajo utilizada para la delimitación de las localidades urbanas es 1:5.000, de acuerdo con los antecedentes obtenidos para la restitución realizada el año 2018<sup>1</sup>.

La delimitación de áreas de susceptibilidad se realizó mediante dos métodos, uno de ellos se refiere al cruce de variables ponderadas, que permitió determinar áreas susceptibles a fenómenos de remoción en masa, y el otro corresponde a una identificación geomorfológica de planicies de inundación para determinar la superficie afectada por desborde del curso hídrico principal, Río Hurtado.

La zonificación de riesgo se ajusta a lo definido por la OGUC en el apartado 2.1.17, por ello se identifican dos tipos de áreas de riesgo:

1. Peligros geológicos de remoción en masa, entre ellos se agrupan: caída de bloques, flujos de barro y detritos
2. Zonas inundables o potencialmente inundables debido a la proximidad de ríos y cursos de agua.

Es importante tener presente que el estudio presenta limitaciones referida a la información existente, pese a ello se realizó identificación de condiciones morfológica e incluso cálculos de pendientes y exposición de laderas. Además existe un contraste de antecedentes referidos a los resultados del estudio de riesgos del PRI Limarí actualmente en estudio, esto con la finalidad de ajustar las superficies y establecer un criterio similar en su definición.

### **I.4 MARCO JURÍDICO**

El marco jurídico del estudio corresponde a la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC), en la que se establecen los requerimientos de estudios de riesgos para instrumentos de planificación territorial y las definiciones de áreas de riesgos que deben ser contempladas en la planificación urbana.

En el artículo 2.1.17 “Disposiciones complementarias” se indica:

*“En los planes reguladores podrán definirse áreas restringidas al desarrollo urbano, por constituir un riesgo potencial para los asentamientos humanos. Dichas áreas, se denominarán “zonas no edificables” o bien, “áreas de riesgo”, según sea el caso, como se indica a continuación:*

*Por “zonas no edificables”, se entenderán aquéllas que por su especial naturaleza y ubicación no son susceptibles de edificación, en virtud de lo preceptuado en el inciso primero del artículo 60° de la Ley General de Urbanismo y Construcciones. En estas áreas sólo se aceptará la Ubicación de actividades transitorias.*

*Por “áreas de riesgo”, se entenderán aquellos territorios en los cuales, previo estudio fundado, se limite determinado tipo de construcciones por razones de seguridad contra desastres*

---

<sup>1</sup> Empresa Geosystemas.

*naturales u otros semejantes, que requieran para su utilización la incorporación de obras de ingeniería o de otra índole suficientes para subsanar o mitigar tales efectos.*

*Para autorizar proyectos a emplazarse en áreas de riesgo, se requerirá que se acompañe a la respectiva solicitud de permiso de edificación un estudio fundado, elaborado por profesional especialista y aprobado por el organismo competente, que determine las acciones que deberán ejecutarse para su utilización, incluida la Evaluación de Impacto Ambiental correspondiente conforme a la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, cuando corresponda. Este tipo de proyectos podrán recibirse parcial o totalmente en la medida que se hubieren ejecutado las acciones indicadas en el referido estudio. ...”*

Como áreas de riesgos la OGUC<sup>2</sup> define las siguientes:

1. Zonas inundables o potencialmente inundables, debido entre otras causas a maremotos o tsunamis, a la proximidad de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos.
2. Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas. Corresponde a los peligros geológicos de remociones en masa, caída de bloques y flujos de barro y detritos.
3. Zonas con riesgo de ser afectadas por actividad volcánica, ríos de lava o fallas geológicas.
4. Zonas o terrenos con riesgos generados por la actividad o intervención humana.

Es importante tener presente que las superficies definidas como áreas de riesgo de acuerdo a la normativa, en caso de realizarse una construcción en ellas, deberán acompañar al permiso de edificación un estudio fundado, elaborado por un profesional especialista y aprobado por los organismos competentes, que determine las acciones que deberán ejecutarse para su utilización, incluida la Evaluación de Impacto Ambiental correspondiente conforme a la Ley de bases de Medio Ambiente, cuando corresponda.

## **I.5 ASPECTOS METODOLÓGICOS**

El objetivo principal del estudio es definir superficies de susceptibilidad en función de las condiciones de peligrosidad.

A continuación se describe los pasos metodológicos utilizados para la definición de áreas susceptibles a riesgos:

### **I.5.1.- Revisión de antecedentes de diagnóstico.**

Se realizó una revisión de los instrumentos vigentes y estudios referidos a la materia, con la finalidad de reconocer la identificación de amenazas en el territorio.

El PRI Limarí vigente (2015) identifica para la comuna de Río Hurtado riesgos principalmente referidos a:

- ZR – RM: Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas. Estas se ubican en todas las superficies de cerros en la comuna, por lo tanto comprende la mayor parte de su superficie.

---

<sup>2</sup> Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (Febrero 2018).

- ZR – I: áreas de riesgo por inundaciones. Se localizan en torno al Río Hurtado.

Debido al escaso nivel de detalle de la zonificación para la comuna de Río Hurtado, dada la escala de trabajo (1:150.000 y 1: 50.000), y sumado a la ocurrencia de eventos de amenazas (flujos aluvionales) durante el año 2015 e incluso en el 2017, se consideró necesario realizar un nuevo estudio de PRI que permitiera estudiar a escala intercomunal las comunas de la Provincia, pero con mayor detalle los eventos aluvionales debido a la exposición de la población frente a las amenazas, especialmente en los sectores cordilleranos y precordilleranos de la Provincia.

El estudio de Actualización del PRI Limarí, identifica las siguientes amenazas en la comuna de Río Hurtado: inundaciones por desborde de cauce, flujos de barro y/o detritos y procesos de ladera. A continuación se presenta una tabla resumen con los peligros que podrían afectar a la comuna de acuerdo al Estudio PRI Limarí.

**Cuadro 1. Peligros geológicos que podrían afectar a la Comuna de Río Hurtado**

N°	LOCALIDAD	INUNDACIONES POR DESBORDE DE CAUCE	FLUJOS DE BARRO Y/O DETRITOS	PROCESOS DE LADERA
1	Huampulla	X	X	X
2	Hurtado	X	X	X
3	Las Breas	X	X	X
4	Pichasca	X	X	X
5	Samo Alto	X	X	X
6	San Pedro Norte	X	X	X
7	Serón	-	X	X

Fuente: Elaboración propia, extraídas de Estudios Riesgos PRI LÍMARÍ (2017).

La identificación de riesgos por el PRI reconoce a todas las localidades en estudio afectadas por amenazas de: inundación por desborde de debido a la actividad el río Hurtado (tanto al interior de su cauce, como de sus llanuras de inundación y sus terrazas fluviales más bajas), a excepción de Serón, y procesos de ladera y flujos de barro y/o detritos debido a lo encajonado del valle y a las características de las quebradas.

El estudio del PRI posee como escalas de análisis 1:50.000, que significa que posee una resolución máxima 50 m. Debido a ello el estudio por localidades del PRC requiere de un análisis de mayor detalle para una representación de escala 1:5.000, acorde a la resolución obtenida por la restitución, y la necesidad y requerimiento asociado a la planificación urbana.

Los instrumentos desde los cuales se obtuvieron antecedentes corresponden al estudio del Plan Regulador Intercomunal de Limarí, Guía para Municipios respecto de la integración de la Gestión del Riesgo de Desastres a la Gestión Municipal. Comuna de Río Hurtado, y el estudio del Plan Regulador Comunal del año 2005.

El estudio del Plan Regulador Comunal del año 2005, fue adjudicado a la empresa Consultora Sociedad Bórquez Ltda., cuyo hito de inicio fue en diciembre del año 2003. La propuesta de planificación de este estudio en relación a los riesgos propone un análisis de riesgos sísmico e hidrometeorológicos, respecto de estos últimos se reconocen fenómenos de inundaciones,

sequías y aluviones. Respecto de la zonificación de estas amenazas, la normativa urbana no se encuentra actualizada y por ello definen zonas de restricción referidas a inundaciones, pendientes y resguardo de cerros urbano, situación no aplicable a la norma urbana actual, pese a ello la identificación se asocia a terrazas fluviales y quebradas principales de las localidades en estudio.

Junto a ello se cuenta con una base cartográfica rectificadas, con proyección Universal Transversal de Mercator (UTM) y Datum WGS84, Huso 19 S, que fue utilizada para graficar cada una de las localidades a escala 1: 5.000 con curvas de nivel cada 1 metro. Lo cual es posible complementar en algunos sectores con imágenes Satelitales Sentinel 2 del estudio de Gestión de Riesgos Municipal actualmente en curso.

#### **I.5.2.- Elaboración de una línea base geomorfológica.**

En este punto se interpretaron las condiciones geológicas y de suelo de la comuna y a escala local, considerando las condiciones topográficas del terreno, junto al cálculo de pendientes y de exposición<sup>3</sup>, y en el último asociándolo a parámetros vegetaciones. Identificándose condiciones geodinámicas de cada una de las localidades con la finalidad de establecer el tipo de fenómenos físicos que existe registro en el área.

Se elaboró, como se mencionó con anterioridad, un modelo de triangulación en cada una de las localidades en base a curvas de nivel con una equidistancia de 1 metro, permitiendo construir una representación del terreno de buena resolución para la representación de datos a una escala 1:5.000. Esta representación permitió el cálculo morfométrico de las superficies para establecer las pendientes y exposición de las superficies, utilizados como insumos para la caracterización de los factores condicionantes de las amenazas naturales.

#### **I.5.3.- Catastro de peligros históricos ocurridos en el área.**

Como resultado de la recopilación de antecedentes bibliográficos se obtuvieron listado de registros históricos a nivel regional de peligros que han afectado la comuna y algunas localidades urbanas. Estos antecedentes permiten contar con registros temporales, que permitieron corroborar a través de imágenes satelitales cambios en la dimensión de cursos hídricos principalmente.

#### **I.5.4.- Caracterización de factores condicionantes de las amenazas.**

En cada una de las localidades en estudio se identificaron factores condicionantes de amenazas.

Entre los factores estudiados para la identificación de áreas se encuentran:

- Inundación: La identificación de las superficies de inundación se realizó en base a la interpretación del modelo de terreno, identificándose en él las terrazas aluviales y las planicies de inundación, es así como las terrazas más recientes son las que poseen mayor susceptibilidad frente a inundaciones, reconocidas como categoría de inundación media, ya que la categoría alta se reconoce como la superficie del cauce del río.
- Remoción en masa (desprendimientos y flujos): las variables comprendidas para determinar las amenazas de remoción por desprendimientos son: pendientes del terreno, características geológicas y exposición de las superficies. El cruce de esta variable se realizó asignando peso a las variables considerando las características físicas del área. Debido a ello, se contemplan valores altos respecto de las pendientes como un factor

---

<sup>3</sup> Se construyó un modelo TIN, el que del mismo modo permite profundizar el análisis, mediante la definición de los parámetros morfométricos necesarios para el análisis de los peligros existentes y los factores desencadenantes.

gatillante de los procesos erosivos, asignando menor proporción de ponderación a las condiciones geológicas y exposición, este último debido a la escasa influencia de la vegetación como agente controlador de procesos erosivos debido a su escasa densidad tanto en laderas de solana como de umbría.

Por otra parte de identificación de flujos, se realizó en base al reconocimiento de las superficies de quebradas, y superficies de depósito característicos de flujos aluvionales.

#### I.5.5.- Cruce de variables para la obtención de susceptibilidad frente a peligros.

Una vez realizada la caracterización de las amenazas se procedió a realizar un cruce de los factores analizados referidos a **fenómenos de remoción en masa** del tipo desprendimientos. Para ello se llevó estableció una ponderación de variables, en cuya sumatoria revela rangos que permiten establecer niveles: altos, medios y bajos de susceptibilidad frente a fenómenos de remoción remoción del tipo desprendimientos.

Para determinar lo anterior se realizaron los siguientes pasos:

1.- Preparación de las variables, donde se aplica un sistema de jerarquización basado en considerar que no todas las variables tienen la misma importancia para definir la susceptibilidad o peligrosidad de remoción en masa de un sitio. Las variables anteriormente mencionadas fueron especializadas y clasificadas en función del riesgo que poseen por inestabilidad de laderas. Se realizó una ponderación de las variables, definiendo como principal desencadenante las pendientes con un factor de ponderación del 60%, un 15% para la exposición de las superficies y un 25% para las condiciones geológicas del área.

Los fundamentos para definir las ponderaciones se describen a continuación:

- **Pendientes.** La inclinación y diferencias de niveles en el terreno son un elemento relevante a la hora de definir riesgos de remoción en masa por desprendimiento de material, ya que el quiebre en la superficie sumado a la acción de un agente erosivo como el agua produce movimiento de partículas del suelo, que para áreas con menor cobertura vegetal, como ocurre en la comuna de Río Hurtado posee menores agentes protectores posibilitando un desplazamiento de las partículas que se vuelve más acelerado en cuanto más aumenten las pendientes.

A continuación se presenta un cuadro que resume la ponderación de las pendientes para Río Hurtado.

**Cuadro 2. Categorías de pendiente utilizadas**

Porcentaje de Pendientes	Valor	% ponderado	Categorías	Umbrales Geomorfológicos
0 – 10%	1	0,60	Bajo	Erosión nula a leve
10,1 – 15	2	1,2	Moderado	Erosión débil, difusa.
15, 5 – 25	3	1,8	Alto	Erosión intensa. Erosión lineal frecuente. Cárcavas incipientes. Deslizamientos (15° en arcillas)
25,1 - 45	4	2,4	Muy Alto	Cárcavas frecuentes. Movimientos en masa. Reptación > 25° flujos deslizamientos (20° en arenas)
45,1 - 65	5	3.0		Coluvionamiento. Desprendimientos y derrumbes.

Fuente: Adaptada de ARAYA VERGARA & BÖRGEL (1972), JOUNG (1975), PEDRAZA (1996) y Jaque (1995) en ELMES M. (2006).

- **Condiciones geomorfológicas.** Se contempla un 25% de peso debido a que las características del territorio varían desde superficies de vertientes con materialidad sedimentaria a terrenos más planos como las terrazas aluviales.

**Cuadro 3. Características geomorfológicas ponderadas.**

Características Geomorfológicas	Valor	% Ponderado	Categorías	Descripción
Terrazas aluviales	0	0	Bajo	Superficies planiformes con desarrollo d suelos.
Vertientes sedimentarias	3	0,75	Alto	Superficies de vertientes con escaso desarrollo de suelos, de material sedimentario.
Cono aluvial	3	0,75		Superficie de depósito de materiales sedimentarios.
Vertientes estratificadas	2	0,5	Moderado	Superficies de vertientes con escaso desarrollo de suelos, de material sedimentario e intrusivo
Vertiente intrusiva	2	0,5		Superficies de vertientes con escaso desarrollo de suelos, de material firme, presencia roca madre expuesta.

Fuente: Elaboración propia.

- **Exposición:** En cuanto a este factor se consideró que es el que posee menor peso en la definición de los fenómenos de remoción en masa, ya que este se asocia a las características de la vegetación como agente protector del suelo. Debido a las condiciones climáticas del semiárido y consecuentemente su escasa cobertura vegetal, no resulta un factor relevante para el área debido a su escasez en prácticamente todo el área, sin embargo se valora desde el punto de vista de la exposición del suelo a las condiciones térmicas extremas. Por lo anterior se asigna un 15% de peso respecto de la susceptibilidad frente a la remoción en masa.

**Cuadro 4. Descripción de la exposición**

Exposición	Valor	% Ponderado	Categorías	Descripción
Norte	3	0,45	Alto	Corresponde a superficies expuestas a radiación solar. Por ello presentan condiciones extremas de insolación y presentan menor cobertura vegetal.
Noreste				
Oeste – Este	1	0,15	Moderado	Superficies de menor exposición pero pese a ello se les asigna un valor debido a las características de escasa vegetación presente en las vertientes.
Sur – Sureste y suroeste				
Plano	0	00	Bajo	Corresponden a superficies planas, sin inclinación que permita identificar cambios respecto de su asoleamiento. Por lo general estas superficies se encuentra cubiertas de vegetación.

Fuente: Elaboración propia.

Es así como para la definición de las categorías de susceptibilidad frente a peligro de remoción en masa corresponde a sumatoria de las ponderaciones y su clasificación como se muestra en la tabla siguiente.

**Cuadro 5. Ponderación de variables**

Ponderación para	Rangos en base a porcentajes de ponderación		
	Pendiente	Exposición	Condiciones

fenómeno de remoción en masa			<b>Geológicas</b>
	<b>60</b>	<b>15</b>	<b>25</b>

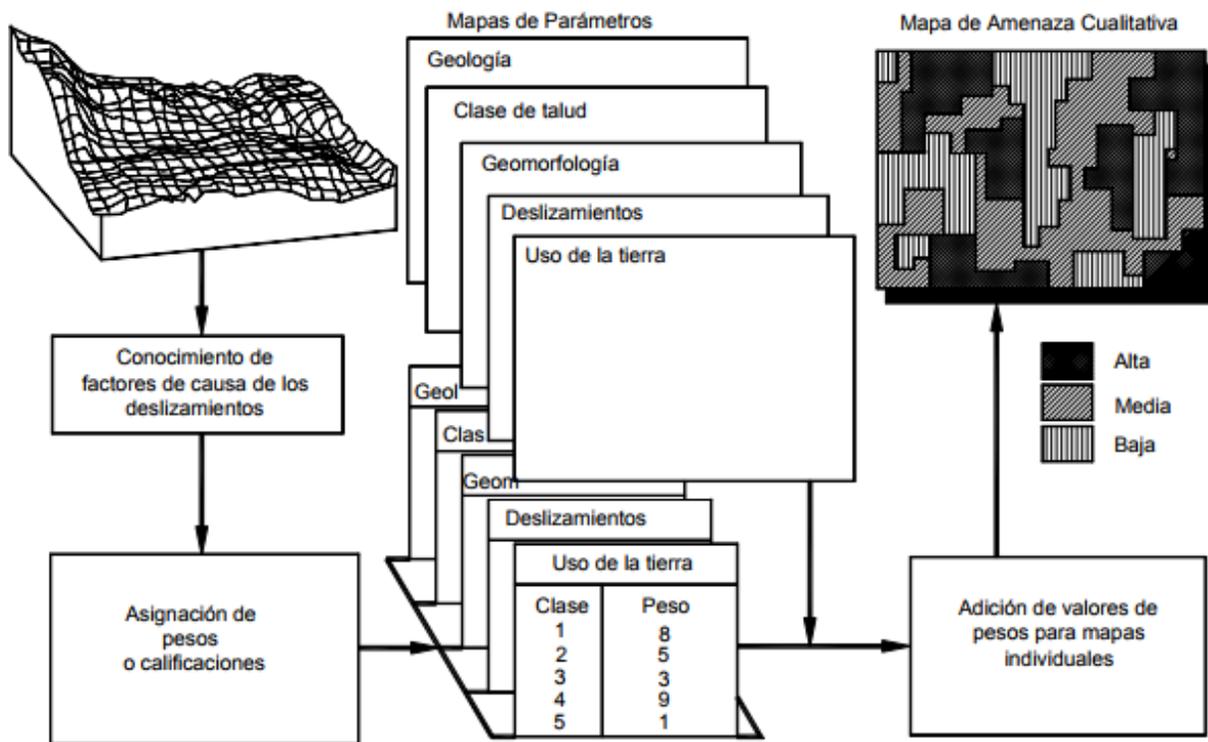
Fuente: Elaboración propia

2.- Las variables georreferenciadas, transformadas, estandarizadas y ponderadas se unen mediante suma lineal ponderada.

Los valores más bajos de la sumatoria representan, los sitios potencialmente adecuados para el uso residencial. El mapa resultante está constituido por la información integrada de 3 variables, que influyen en forma diferencial según su ponderación en contraposición de los valores más altos, que indican categorías de mayor susceptibilidad a peligro. Estos polígonos definidos fueron limpiados eliminando aquellas superficies inferiores a 2.000 metros cuadrados, al no representar superficies relevantes de acuerdo con la escala de trabajo.

3.- Finalmente se analizan los resultados para la definición de categorías a partir de su evaluación como terrenos susceptibles a ser afectados por riesgos de remoción en masa. De esta manera, es posible medir el peligro relativo.

Figura 3. Uso de SIG en la combinación cualitativa de Mapas



Fuente: Soeters y Van Westen, 1996. En Zonificación de susceptibilidad Amenazas y Riesgos<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Disponible en línea: <http://www.erosion.com.co/deslizamientos-tomo-i-analisis-geotecnico.html> . En capítulo 13, página 23.

## II.- ANTECEDENTES BASE PARA EL ESTUDIO

### II.1 CONDICIONES CLIMÁTICAS

La comuna de Río Hurtado se localiza dentro de dos tipos de clasificación climática, de acuerdo a Köppen, una de ellas dominada por un clima Semiárido de lluvia invernal en superficies de valle que se encuentran entre alturas de 50 msnm., a los 1.800 msnm., con precipitaciones de 130 mm en promedio y con una temperatura anual de este tipo de clima puede llegar por debajo de los 18 °C; el otro tipo climático es Tundra de lluvia invernal, el cual se localiza sobre los 1.800 msnm., se caracteriza por temperaturas en promedio más frías que las del valle, con 0 a 10°C en promedio y con precipitaciones líquida y sólida, concentrada en periodo invernal.

En particular, las localidades abordadas en este estudio Huampulla, Samo Alto, San Pedro Norte, Pichasca, Serón y Hurtado se encuentran dentro del área de la primera clasificación descrita, clima Semiárido de lluvia invernal.

Figura 4. Tipos climáticos en la comuna de Río Hurtado



Fuente: Climas de Chile clasificación Koeppen. IDE.

En la comuna de Río Hurtado es posible reconocer macro formas geomorfológicas: Cordillera, Serranías y Valles Interiores, y Valles Interiores en donde se pueden diferenciar características meteorológicas locales en relación con su localización en la cuenca del Río Limarí. Por ello, las seis localidades anteriormente mencionadas se sitúan dentro de la clasificación Serranías y Valles Interiores, y Valles Interiores. Dentro de la primera categoría se localiza el poblado de Huampulla que se encuentra más cercano al límite comunal poniente, mientras las localidades de Samo Alto, Pichasca, Serón y Hurtado se emplazan dentro de los límites de la segunda categoría Valles Interiores.

Esta primera categoría se caracteriza por poseer temperaturas máximas en periodo estival de 29,7°C y de 18,3°C en periodo invernal. La media en periodo de verano de 20, 6°C y en invierno

de 11,2°C. Asimismo la precipitación normal anual en este territorio se presenta en torno a los 126 mm, con una máxima de 136 mm., y una mínima de 117 mm.

Existe una proyección de estos datos hacia el 2050<sup>5</sup>, en donde es posible observar un aumento de aproximadamente dos grados en todas las temperaturas máximas y mínimas de periodos estivales e invernales. Además, en términos de precipitaciones existe un descenso de lluvias tanto en la precipitación normal anual (de 126 a 109 mm.), como en la precipitación anual más baja (117 a 102 mm.) y en la más alta (136 a 118 mm.), en todas las variables, existe un descenso de 15 puntos.

Mientras que en la categoría de Valles Interiores las temperaturas máximas en periodo estival no se diferencian en gran medida de las anteriores, existiendo una variación de 0,2°C con 29,9°C, y en periodo invernal una diferencia de 0,5°C, con 17,8°C. La precipitación normal anual de Valles Interiores es de 135 mm., con una mínima anual de 102 mm., y una máxima de 171 mm. En este parámetro es posible observar una diferencia más amplia entre ambas categorías a diferencia de lo que sucede con los parámetros de temperatura.

En la proyección para el 2050 existe al igual que en la clasificación anterior, un aumento de más de dos grados en todas las temperaturas máximas y mínimas estivales e invernales; y un descenso en las precipitaciones de 17 puntos en promedio. Lo anterior es corroborado por la tabla de los parámetros analizados que se presenta a continuación.

**Cuadro 6. línea de base y proyección 2050 variables meteorológicas Río Hurtado**

Parámetros	Comuna Río Hurtado	Cordillera	Serranías y Valles Interiores	Valles Interiores
<b>Línea de base (1980- 2010)</b>				
TXE	24,4	13,5	29,7	29,9
TNE	9,7	2,9	13,7	12,5
TXJ	13,5	4,3	18,3	17,8
TNJ	1,9	4,3	5,2	4,8
Temed	16,2	7,8	20,6	20,1
Timed	7,3	0	11,2	10,7
PPA	156	206	126	135
PPA MIN.	111	115	117	102
PPA MAX.	198	287	136	171
<b>Proyección Año 2050</b>				
TXE	26,6	15,9	31,9	32,1
TNE	11,8	5	15,7	14,6
TXJ	15,7	6,7	20,4	20
TNJ	3,9	2,2	7,1	6,7
Temed	18,3	9,9	22,6	22,2
Timed	9,3	2,1	13,1	12,7
PPA	137	183	109	118
PPA MIN.	97	100	102	89
PPA MAX.	175	257	118	149

Fuente: Elaboración de una base digital del clima comunal de Chile: línea base (1980- 2010) y proyección al año 2050, (2016).

<sup>5</sup> Elaboración de una base digital del clima comunal de Chile: línea base (1980- 2010) y proyección al año 2050. Informe Final, Julio 2016. PNUD, Tercera Comunicación Nacional sobre el Cambio Climático y Ministerio del Medio Ambiente.

Con respecto a las precipitaciones, al consolidarse el territorio local como un espacio más bien árido con 8 a 10 meses de ausencia de precipitaciones, las lluvias se concentran principalmente en los meses de mayo a septiembre, estas son intensas y generan efectos sobre los caudales del río y de las quebradas del entorno, y los suelos debido a su aridez y escasa cobertura vegetal. Debido a lo anterior, en el periodo de mayores precipitaciones, se desencadenan episodios de fuertes amenazas naturales vinculados esencialmente a remociones en masa.

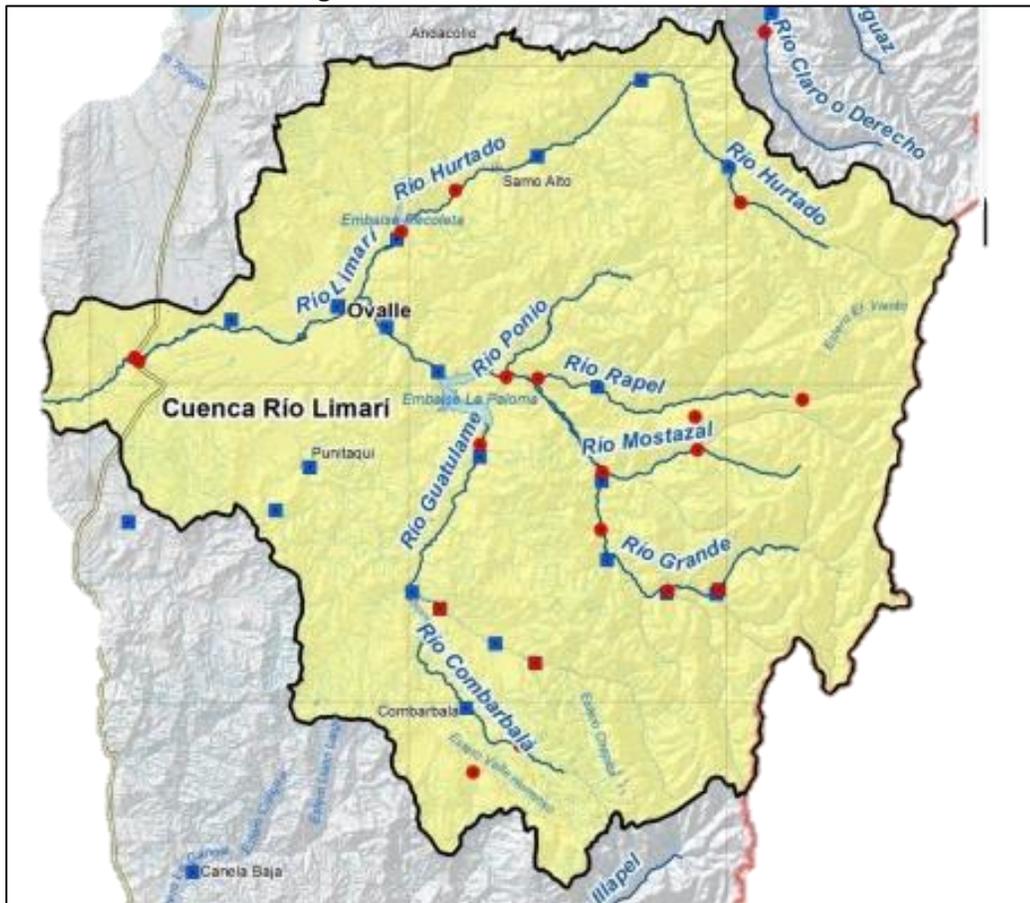
## II.2 ANTECEDENTES HIDROLÓGICOS

### II.2.1.- Cuencas y subcuencas

El Río Hurtado se localiza en la cuenca del Río Limarí y constituye un afluente de este mismo Río, cuya cuenca se presenta como la hoya más extensa de la región con 11.680 km<sup>2</sup>. Con una extensión de 124.362 m., la cuenca del Río Hurtado comprende una superficie total de 2.230 Km<sup>2</sup>, y debido a su localización en la cuenca en el área norte, su aporte al caudal del Río Limarí es menor, asimismo las precipitaciones que recibe en comparación con el Río Grande, el otro afluente.

Este curso de agua nace en la Cordillera de Los Andes a los pies de los pasos fronterizos el Viento Norte o Miranda y el Viento Sur, desde aquí se extiende en dirección norponiente recibiendo aportes de las quebradas San Agustín, Atajó, Chacay, Cachaco e Higuieritas en la sección baja, alcanzando una extensión total de 125 kilómetros. Los afluentes más relevantes son: río Ternerero, la quebrada Elqui, la quebrada Rapel y el río Chacay.

Figura 5. Cuenca del Río Limarí

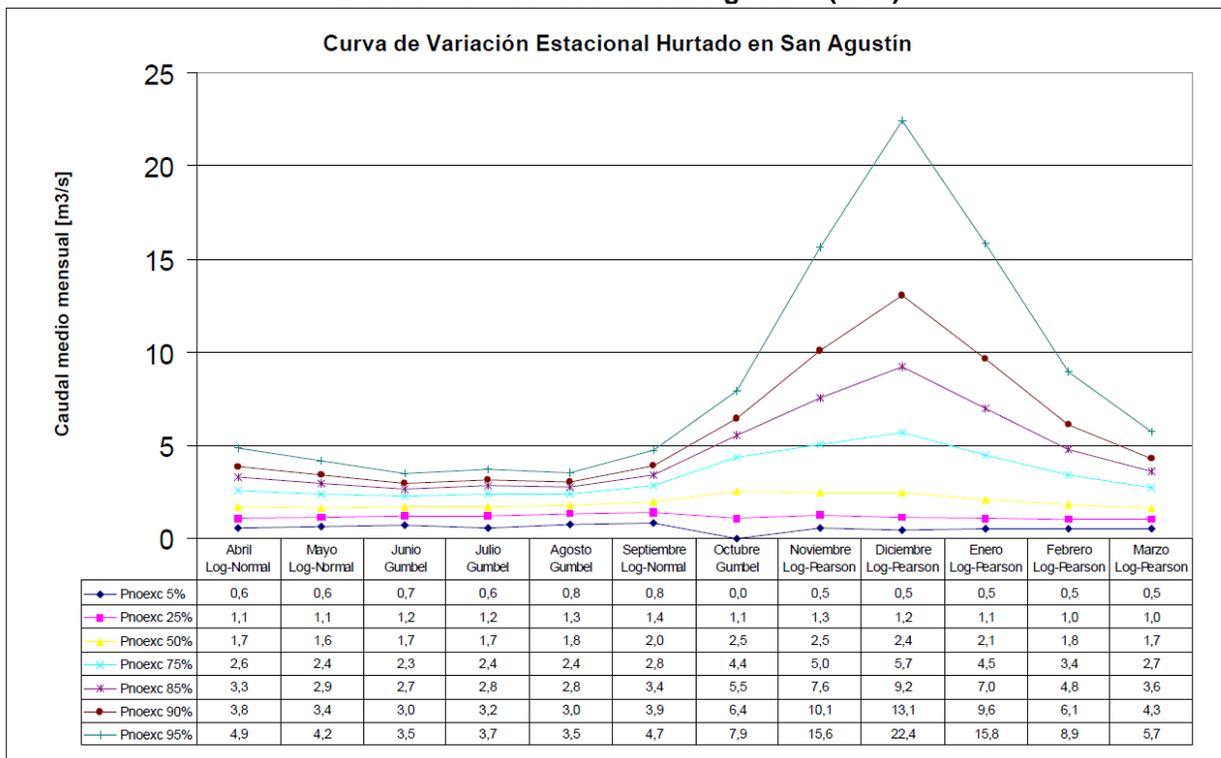


Fuente: Información Hídrica de las Cuencas Priorizadas, Fichas Temáticas, DGA.

Río Hurtado se caracteriza por poseer un régimen de tipo nivopluvial, como se muestra en el gráfico a continuación, su caudal se rige principalmente por aportes de los deshielos generado entre los meses de octubre y enero, y periodos de precipitaciones entre los meses de julio y septiembre, producto de lluvias invernales.

Una de las últimas crecidas excepcionales que ha presentado el río fue el año 2015 (24 y 25 de marzo) donde se registró un aumento de precipitaciones de tormenta y la activación de quebradas y flujos de detritos, influencia climática asociada al fenómeno del niño, por lo que las comunidades de Pichasca, Samo Alto y Hurtado se vieron afectadas. En Samo Alto la emergencia climática sólo provocó flujos de detritos de menor envergadura, que sólo afectó rutas de acceso a la localidad. No hubo daño en los asentamientos ni a sus habitantes<sup>6</sup>. Lo importante en este tipo de eventos, es la pérdida de conectividad de la localidad, situación que genera cortes del camino principal quedando aislados algunos poblados tras el descenso de material hacia el camino principal.

**Gráfico. Caudales medios mensuales del año 1963 – 1964 a 2004 – 2005 Estación Río Hurtado en San Agustín<sup>7</sup>. (m<sup>3</sup>/s).**



Fuente: Extraído de Anexo del Estudio “Análisis de vulnerabilidad del sector silvoagropecuario, recursos hídricos y edáficos de Chile frente a escenarios de Cambio Climático”.

En su nacimiento el río presenta un curso estrecho y meándrico, debido a los aportes de materiales aluviales y la presencia de conos de deyección a lo largo del valle. En su sección alta, Río Hurtado se orienta hacia el norponiente y en su paso alcanza un balance de disección positivo. Aguas abajo, hacia el sector de la localidad de Hurtado, el curso del río cambia de

<sup>6</sup> Efectos geológicos del evento meteorológico del 24 y 25 de marzo de 2015. Observaciones de remociones en masa en las comunas de Monte Patria, Río Hurtado y Sector de la Viñita. GORE Coquimbo, (2015).

<sup>7</sup> Sector ubicado aguas arriba de la localidad de Hurtado.

dirección hacia el sur poniente, pues si bien mantiene sus características curvas, presenta un valle con mayor amplitud, hasta su paso por el embalse Recoleta. El curso intermitente de este río muchas veces provoca interrupciones en el camino principal de la comuna, debido a que se encuentra trazado de manera paralela junto al río. El problema de la suspensión en el flujo de las vías se vincula a precipitaciones de tormenta que se asocian a fenómenos meteorológicos extremos, los que activan quebradas y generan escurrimientos de material aluvial hacia el lecho del Río Hurtado.

El curso hídrico del Río Hurtado en su nacimiento se presenta en un curso estrecho y meándrico, producto de la presencia de conos y aportes de materiales aluviales al curso hídrico aportantes. Este en su sección alta, presenta una orientación norponiente y en su paso alcanza un balance de disección positivo pese a encontrar múltiples sistemas de conos de deyección en el cauce, como ocurre en el sector de Las Breas. Aguas abajo en el sector de la localidad de Hurtado, cambia de dirección el curso hacia el sur poniente, el cual mantiene sus características aunque con mayor amplitud del valle en algunos sectores, hasta su llegada al embalse Recoleta, como en el sector de Tahuinco.

Es importante mencionar la fuerte influencia que poseen las quebradas aportantes al curso hídrico principal del Río Hurtado, no poseen un flujo permanente y muchas veces se activan por precipitaciones extremas. Lo anterior ocasiona interrupciones en el camino principal, el que se encuentra guiado en forma paralela al Río. Esta situación ha generado cortes de caminos producto de la activación de quebradas y con ello el escurrimiento de material aluvial hacia el río.

Foto. Valle Río Hurtado, sector Tahuinco



Foto. Valle Río Hurtado, Sector Las Breas.



Fuente: Registro Surplan 2017

### II.3 MARCO GEOLÓGICO

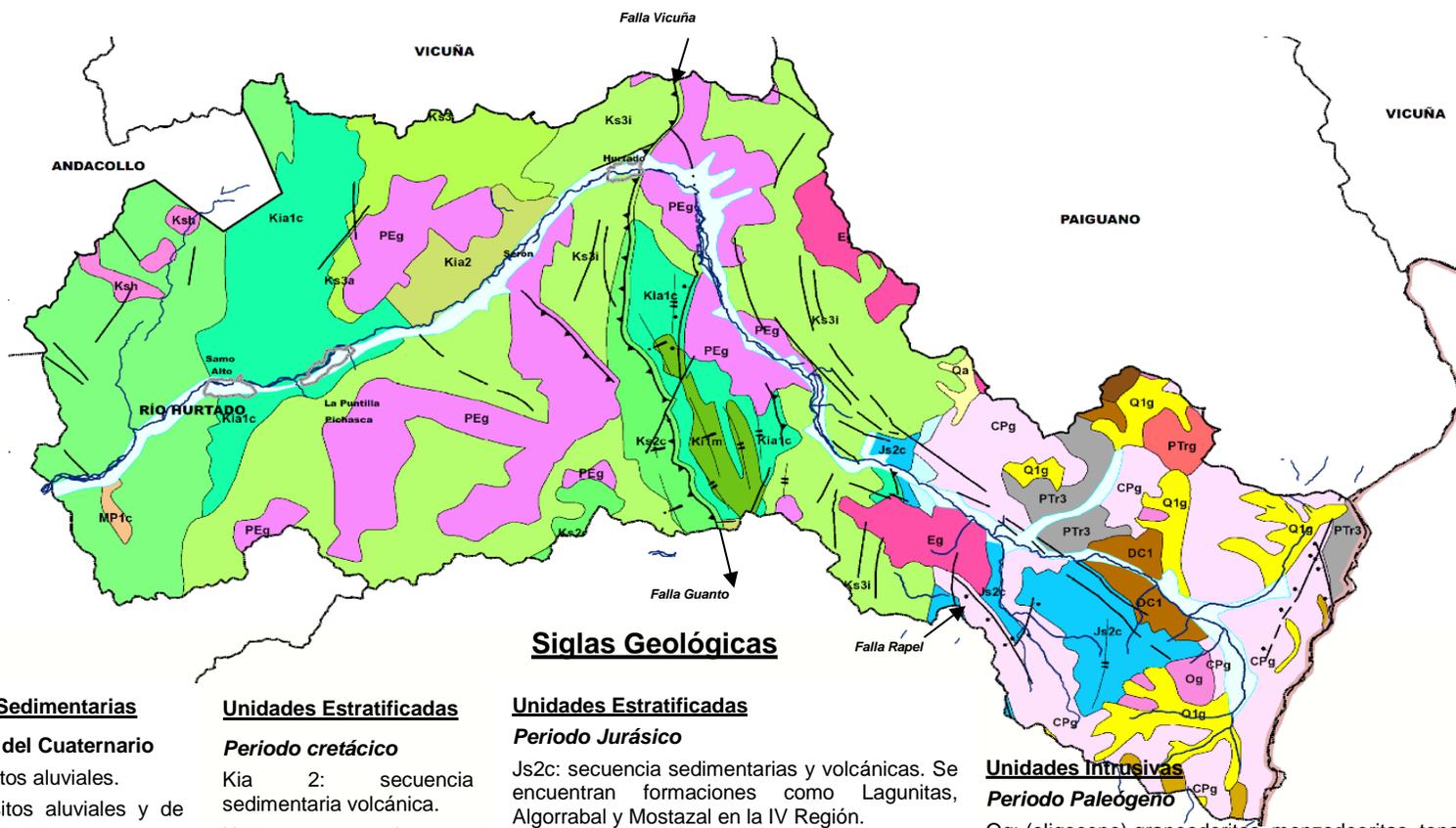
La comuna de Río Hurtado se encuentra localizada en el área precordillerana y cordillerana de la provincia del Limarí, en donde se identifican formaciones Cretácicas con intercalaciones sedimentarias marinas del Cretácico Inferior o continentales del Cretácico Superior, las cuales se localizan en el sector centro y poniente en la escala comunal. Como una formación relevante en el territorio, hacia la cordillera aflora el Batolito Elqui Limarí, que corresponde a rocas intrusivas dispuesta en una franja con orientación norte – sur.

Existe en Río Hurtado, un sistema de falla inversa correspondiente a la falla de Vicuña que se vincula al Sistema de Fallas de Atacama (SFA) que posee una gran extensión a nivel regional. Además esta falla se presenta como pilar estructural de la precordillera de la Región de

Coquimbo, debido a que posibilita el alzamiento de bloques compuestos por una parte superior volcánica y una parte inferior sedimentarias compuesto por la formación Pucalume. Esta estructura en conjunto con la falla Rivadavia conducen el tectonismo de la zona precordillerana del territorio.

A continuación se describen cada una de las unidades geológicas reconocidas a escala comunal y se ilustran en figura:

Figura 6. Geología Comuna de Río Hurtado



**Siglas Geológicas**

**Unidades Sedimentarias**

**Depósitos del Cuaternario**

- Qa. Depósitos aluviales.
- Q1. Depósitos aluviales y de remoción en masa.
- Q1g. depósitos Morrénicos, fluvioglaciales y glaciolacustres.

**Depósitos del Cretácico**

- Ki1m: secuencia sedimentaria marina litoral.
- Kia 1c: secuencia sedimentaria continental.

**Unidades Estratificadas**

**Periodo cretácico**

- Kia 2: secuencia sedimentaria volcánica.
- Ks3a: secuencias y complejos volcánicos ácidos.
- Ks3i: secuencia volcánica continental
- Ks2c: secuencia volcánico sedimentaria continental.

**Unidades Estratificadas**

**Periodo Jurásico**

Js2c: secuencia sedimentarias y volcánicas. Se encuentran formaciones como Lagunitas, Algorrabal y Mostazal en la IV Región.

**Era Paleozoica**

- PTr3: (pérmico - Triásico) secuencias volcánicas continentales y complejos ssubvolcánicos: tobas, brechas, lavas y domos riolíticos y dácíticos.
- Dc1: (DevónicoCarbonífero) secuencia sedimentaria marina en partes transicionales, areniscas, cuarzo. Feldespáticos y lutitas micáceas. Pertenece la formación Hurtado y Zorrillas en la Región.

**Unidades Intrusivas**

**Periodo Paleógeno**

- Og: (oligoceno) graneodoritas, monzodeoritas, tonalitas.
- Eg: (Eoceno) graneodoritas, tonalitas y dioritas cuarcíferas.
- Peg: (Paleoceno) Rocas intrusivas en la cordillera principal. Monzodioritas de piroxeno y biotita, granodioritas y monzogranitos de hornblenda y biotita, dioritas, gabros y pórfidos riolíticos y dácíticos, asociados a mineralización de Cu-Au

**Era Paleozoico**

Cpg y PTrg: granitos graneodoritas, tonalitas y dioritas, biotita. Corresponde al Batolito Elqui Limarí.

**Periodo Cretácico**

Ksh: secuencia volcánica Pórfidos andesíticos-dioríticos, dácíticos y riolíticos.

Fuente: Geología de Chile. IDE. SERNAGEOMIN.

En particular en las localidades de estudio se identificaron unidades geológicas que son detalladas a continuación:

- **Huampulla:** En esta localidad se reconoce la unidad sedimentaria con depósitos del Cretácico Kia1c: secuencia sedimentaria continental, y posee mayor extensión en sectores de vertiente norte y sur. Corresponden a secuencias sedimentarias continentales aluviales, fluviales y lacustres: areniscas, conglomerados, limolitas, calcilutitas y brechas sedimentarias con intercalación de tobas.
- **Samo Alto:** En esta localidad se reconoce la unidad sedimentaria con depósitos del Cretácico Kia1c: secuencia sedimentaria continental, y posee mayor extensión en sectores de vertiente norte y sur. Corresponden a secuencias sedimentarias continentales aluviales, fluviales y lacustres: areniscas, conglomerados, limolitas, calcilutitas y brechas sedimentarias con intercalación de tobas.
- **Pichasca:** En Pichasca al igual que en Samo Alto, se reconoce la unidad sedimentaria con depósitos del Cretácico Kia1c: secuencia sedimentaria continental, por lo que las características geológicas son las mencionadas anteriormente.
- **Serón:** En la localidad de Serón se reconoce la unidad estratificada del periodo Cretácico Kia2: secuencia sedimentaria y volcánica con rocas epiclásticas, piroclásticas y lavas andesíticas y basálticas con intercalaciones lacustres, localmente marinas. Se sitúa en la precordillera.
- **Hurtado:** En la localidad de Hurtado se reconocen rocas de la unidad estratificada del periodo Cretácico Superior Ks3i: secuencia volcánica continental, que corresponde a lavas, domos y brechas basálticos a dacíticos con intercalaciones piroclásticas y epiclásticas.

## II.4 MARCO GEOMORFOLÓGICO

Las geoformas identificadas en la comuna se pueden dividir en:

- **Sistema de Vertientes Influencia Estructural:** Comprende al sistema de vertientes que caracteriza el territorio, debido a que la comuna que se encuentra dominada por superficies montañosas de la Cordillera de Los Andes. Estas superficies se caracterizan por presentar pendientes medias a escarpadas, con unidades de origen granítico y andesítico. Destaca en el sector cordillerano la unidad de Batolito Elqui Limarí (BEL), se localiza en la comuna sobre los 2800 msnm aproximadamente, corresponde a una unidad estructural de tipo granítico de edad paleozoica superior-triásica.

Foto. Vertientes de origen sedimentarias volcánicas.



Foto. Vertiente de origen sedimentario (areniscas). Sector Tahuinco.



Fuente: Registro Surplan 2017

Entre los sistemas de vertientes se encuentran además superficies de precordillera transversal de cerros y lomajes con topografía ondulada que corresponden a superficies de peniplanización, superficies labradas por acción de la erosión. Estas se desarrollan bajo los 2.800 msnm comprende unidades con rocas intrusivas, afloramientos ubicados en superficies cordilleranas, y unidades estratigráficas volcánico – sedimentaria, incluso existiendo unidades sedimentarias marinas del Cretácico inferior, visibles debido a la Falla de Vicuña, cercano a la localidad de Las Breas.

Foto. Vertientes de rocas intrusivas en la cordillera, sector Cortadera. (Granodeoritas)



Fuente: Extraída de Google Earth.

- **Formas Deposicionales:** Comprende formas de origen aluvial, fluvio glacioaluvial, depósitos de remoción en masa, sedimentos marinos y continentales antiguos del cretácico.

Foto. Valle Aluvial. San Pedro.



Foto. Valle aluvial y conos de deyección. Sector Las Breas



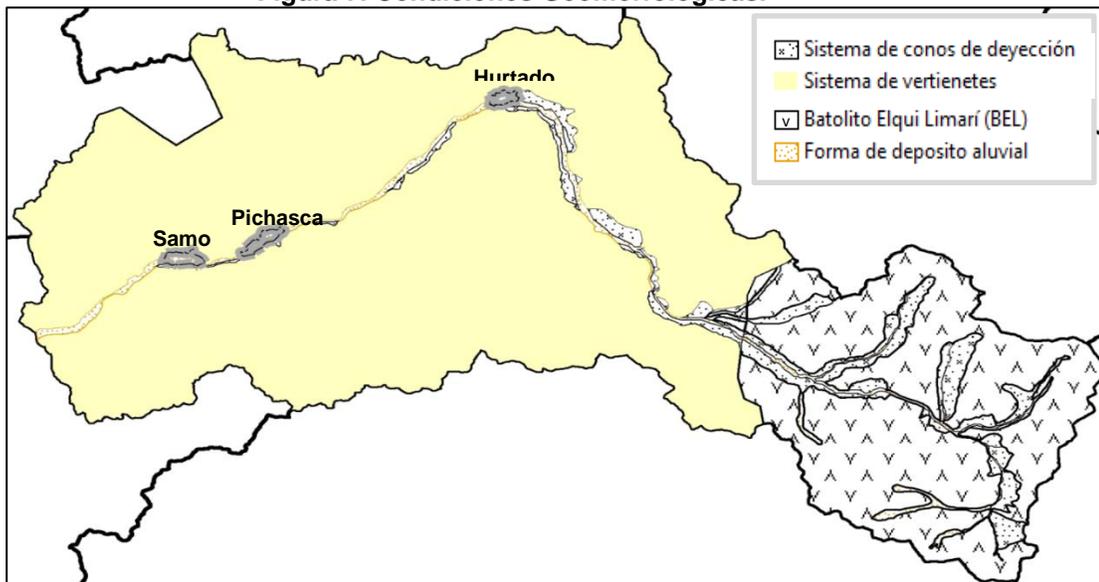
Fuente: Registro Surplan 2017

Las formas aluviales son depósitos de material arrastrado por acción hídrica, estas formas se localizan en la zona cordillerana y precordillerana, en el valle son claramente apreciable especialmente en formaciones de sistemas de conos de deyección y abanicos.

Las formas de origen fluvio glacioaluvial se localizan principalmente en zona cordillerana, en la Quebrada Elqui al oriente. Se identifican áreas de circoglacial y las gargantas que manifiestan su desplazamiento junto a formaciones generadas por el arrastre y transporte (morrenas glaciales).

- **Formaciones fluvioaluviales**, corresponden a superficies de terrazas de origen fluvial con aporte de depósitos aluviales provenientes de quebradas tributarias al río.

Figura 7. Condiciones Geomorfológicas.



Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de carta geológica e interpretación de imágenes satelital.

**Cuadro 7. Características geomorfológicas localidades Río Hurtado**

Localidad	Características geomorfológicas
Huampulla	Formas de depósito aluvial- Sistema de vertientes
Samo Alto	Formas de depósito aluvial- Sistema de vertientes
Pichasca y San Pedro Norte	Sistema de conos de deyección- Formas de depósito aluvial- Sistema de vertientes
Serón	Sistema de conos de deyección- Formas de depósito aluvial- Sistema de vertientes
Hurtado	Formas de depósito aluvial

Fuente: Elaboración Propia en base a información IDE.

- **Formas de depósito aluvial:** son depósitos sedimentarios de material arrastrado por acción hídrica. Se identifican en sectores de contacto entre vertientes cordillerana y precordilleranas con el valle, aquí se identifican sistema de conos y abanicos aluviales, estos últimos se asocian a las desembocaduras de las quebradas en el valle, con una forma lobulada, y sus características se asocian a materiales gruesos proveniente de cursos de agua, donde varían desde gravas de cantos y gránulos hasta arenas de grano grueso. El aporte de estos materiales al valle también ayuda a conformar los valles fluviales.
- **Sistema de vertientes:** son sistemas dinámicos resultado de variados sucesos tectónicos, volcánicos, glaciaciones, entre otros, cuyos efectos de desgaste posibilitan el transporte de materiales pendiente abajo.

Se caracteriza por estar dominada por superficies montañosas de la Cordillera de Los Andes. Estas superficies en la cordillera se caracterizan por presentar pendientes medias a escarpadas, con unidades de origen granítico y andesítico. Se destaca en el sector cordillerano la unidad de Batolito Elqui Limarí (BEL), se localiza en la comuna sobre los 2.800 msnm aproximadamente, corresponde a una unidad estructural de tipo granítico de edad paleozoica superior-triásica.

Entre los sistemas de vertientes se encuentran además superficies de precordillera transversal de cerros y lomajes con topografía ondulada que corresponden a superficies de peniplanización. Esto corresponde a áreas que han sido labradas por la acción de la erosión. Se desarrollan bajo los 2.800 msnm comprende unidades con rocas intrusivas, afloramientos ubicados en superficies cordilleranas, y unidades estratigráficas volcánico – sedimentaria, incluso existiendo unidades sedimentarias marinas del Cretácico inferior, visibles debido a la Falla de Vicuña, cercano a la localidad de Las Breas.

- **Sistema de conos de deyección:** se constituyen como taludes y depósitos de materiales como escombros de ladera y detritos, generando formas de cono cortos, profundos que forman un sólo cuerpo y provienen desde un talweg.

En las localidades estudiadas, es posible observar sistemas de conos de deyección en San Pedro Norte y Pichasca, reconocido por la gran cuenca, sus formas suaves y con pendientes menores. Estas superficies se concentran en vertientes de exposición norte, sometidas a condiciones climáticas extremas de aridez y con menor cobertura vegetal, lo que posibilita el movimiento de los materiales vertiente abajo.

## II.5 REGISTRO HISTÓRICO DE AMENAZAS

A continuación se presenta un resumen de antecedentes de emergencias principalmente relacionadas con inundaciones, estos han sido recopilados por el estudio del PRI Limarí y registros de emergencias del repositorio de ONEMI para la Provincia y específicamente para la comuna.

- **Registros de emergencia de inundaciones:** En la tabla a continuación se presentan registros de eventos de crecidas. De los datos expuestos se observa que existe una concentración de eventos de crecidas en los meses de junio y julio.

**Cuadro 8. Registro histórico de crecidas de los principales cursos de agua en la provincia del Limarí (1952- 2002)**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1952	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1953	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
1957	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
1961	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
1965	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
1966	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
1972	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0
1974	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1977	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
1978	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
1980	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
1982	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
1983	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
1984	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
1986	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
1987	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0
1991	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1992	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0
1993	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
1997	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
2000	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
2001	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
2002	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
TOTAL	0	0	0	2	4	10	15	7	4	0	0	0

Fuente: Anexo Estudio de Riesgos Limarí (2013).

Como parte de los registros de ONEMI<sup>8</sup> se reconocen los eventos ocurridos el año 2002, especialmente en el mes de junio, donde el paso de un sistema frontal (2 al 5 de junio) registró para La Serena 41 mm en un día, dejando en la comuna de Río Hurtado daños menores en 23 viviendas. El paso de éste sistema frontal afectó mayormente a la Región Metropolitana.

En la revisión de los informes estadísticos anual de ONEMI del año 2016 y 2017 se reconoce en la comuna solo un evento natural que generó afectación a personas (damnificados y daño menor en viviendas) dentro de la comuna. Este evento se registró el año 2017 y su causa se debe a los efectos de un sistema de baja presión, el que afectó a la mayor parte de la Región de Coquimbo. Para la comuna de Río Hurtado se registro un total de 3.200 afectados, 98 damnificados, 60 viviendas con daño menor y 26 viviendas con daño mayor.

<sup>8</sup> Repositorio ONEMI. Región de Coquimbo.

Además de los registros presentados, se relevan como eventos importantes para la comuna los ocurridos en los años 1997 y 2015<sup>9</sup>. Ambos eventos se han desarrollado por efectos del Fenómeno del Niño con lluvias y temporales, donde se han producido cortes en el eje principal D- 595. Dichos cortes provocan el aislamiento de diversas comunidades del territorio en el año 1997, ahí “se registraron 301,5 mm de lluvia en Samo Alto, 457,1 mm en Hurtado y en Pichasca 388,5 mm”<sup>10</sup>.

Los reportes de ONEMI referidos a emergencias a nivel nacional no presentan más registros para la comuna de Río Hurtado.

En el cuadro a continuación se presentan el registro de daños a infraestructura vial, urbana y energética por comunas. Los daños registrados se relacionan principalmente con sistemas frontales que afectaron en época invernal. La comuna de Río Hurtado, en comparación con el resto de la provincia presenta cifras menores de daños a la infraestructura urbana, vial y energética, pues la mayor parte de esta estructura se emplaza en la terraza antigua del Río Hurtado, donde las probabilidades de riesgo de inundación son escasas. En términos concretos, los daños provocados responden a fenómenos de remoción por precipitación asociado a las quebradas que confluyen con el Río Hurtado por cortes en los ejes viales

**Cuadro 9. Daños a infraestructura urbana, vial y energética por comuna (1952- 2002)**

COMUNA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Ovalle	0	0	0	0	1	9	6	9	0	0	0	0	25
Punitaqui	0	0	0	0	2	2	5	2	0	0	0	0	11
Río Hurtado	0	0	0	0	2	2	3	2	0	0	0	0	9
Monte Patria	0	0	1	1	2	1	3	2	0	0	0	0	10
Combarbalá	0	0	0	0	1	3	6	3	0	0	0	0	13
TOTAL	0	0	1	1	8	17	23	18	0	0	0	0	68

Fuente: Anexo Estudio de Riesgos Limarí (2013).

### III.- DIAGNÓSTICO Y ZONIFICACIÓN DE SUSCEPTIBILIDAD A LOS PELIGROS

A continuación se muestra un resumen de las superficies bajo amenazas en las áreas urbanas propuestas por el Plan Regulador Comunal de Río Hurtado. Estas áreas evidencian la fuerte influencia de la dinámica de vertientes sobre los territorios a planificar, uno de los ejemplos claros son las quebradas con nacientes en áreas cordillerana y precordillerana, cuya dinámica en periodos de precipitaciones extremas han generado remociones por flujo, las cuales impactan fuertemente el sector de valle, generándose cortes en la infraestructura vial.

Las áreas de remoción por desprendimiento son las que representan mayores superficies en las áreas urbanas debido a que ellas se localizan sobre superficies de vertiente, que en la mayor parte de los casos presenta pendientes acentuadas y escasa cobertura vegetal, generándose exposición del suelo e incluso roca, lo que genera mayor exposición frente a erosión.

Por otra parte las áreas de inundación no representan superficies tan relevantes como las anteriormente señaladas, debido a que existen localidades como en el caso de Huampulla y Hurtado que el área definida para planificar se encuentra alejadas de las terrazas más bajas y del cauce del Río.

<sup>9</sup> Guía para municipios: Integración de la GRD a la Gestión Municipal. Comuna de Río Hurtado, (2015).

<sup>10</sup> Ídem.

La remoción por flujos representa solo un 15% de las superficies identificadas con amenazas en las áreas urbanas estudiadas. Estas corresponden a superficies asociadas a quebradas en cada una de las localidades, existiendo solo algunas quebradas con mayor amplitud en su abanico asociado al tamaño de la cuenca, presentan mayores flujos como es el caso de Pichasca. La localidad que presenta mayores superficies de afectación respecto de esta amenaza es Pichasca y se relaciona con la gran amplitud del curso de la quebrada del mismo nombre, debido a la fuerte influencia de clima cordillerano y precordillerano.

Cuadro 10. Resumen de superficies afectadas con amenazas por localidad en estudio de acuerdo a la propuesta del PRC (superficie en hectáreas)

Localidad	Remoción por desprendimiento <sup>11</sup>	Remoción por flujo	Inundación	TOTAL
Huampulla	18,34	0,514	-	<b>18,854</b>
Samo Alto	55,29	14,86	6	<b>76,15</b>
San Pedro Norte	16,408	0,663	3,17	<b>20,241</b>
Pichasca	59,33	34,3	3,88	<b>97,51</b>
Serón	64,88	8,06	0,34	<b>73,28</b>
Hurtado	194,89	17,4	-	<b>212,29</b>
<b>Total</b>	<b>409,138</b>	<b>75,797</b>	<b>13,39</b>	<b>498,325</b>

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se presentan la zonificación de áreas de susceptibilidad frente a inundaciones y fenómenos de remoción en masa.

### III.1 SUSCEPTIBILIDAD FRENTE INUNDACIONES

Todas las localidades en estudio se ubican en torno a Río Hurtado, cuya conexión se concentra en la ruta D - 595 vía que corre de forma paralela al curso de agua mencionado. Las localidades como se señaló en el diagnóstico presentan características geomorfológicas similares, emplazando su poblamiento principal en superficies de vertientes y conos aluviales, limitando su extensión hacia las superficies de terrazas, que son utilizadas para cultivos y en algunos casos para actividades turísticas ocasionales. Pese a ello la delimitación de las áreas urbanas contempla una extensión hacia las terrazas aluviales más recientes, superficies consideradas inundables, ya que evidencias registro de aumento de caudales de épocas geológicas más recientes.

Las localidades donde se identifican áreas de inundación son: Samo Alto, Pichasca y San Pedro Norte.

Es importante mencionar que las localidades de Huampulla y Hurtado presenta inundaciones alejadas del área a planificar al encontrarse emplazadas sobre superficies de depósitos aluviales que se encuentran inclinadas sobre el valle, más alejadas de las terrazas bajas de inundación y del cauce del río, considerada esta última con altas susceptibilidad a sufrir riesgos.

<sup>11</sup> La identificación de remoción por desprendimientos corresponde a superficies clasificadas en rangos moderados, altos y muy altos. Entendiendo que estas superficies pueden reflejar impactos sobre las edificaciones y equipamientos.

**A.- Localidad de Huampulla**

La superficie de inundación para la localidad de Huampulla se encuentra fuera del límite urbano definido por el proyecto.

**B.- Localidad de Samo Alto**

La localidad de samo alto se encuentra colindante a las superficies de terrazas aluviales junto a conos de deyección del Valle de Río Hurtado. Estas superficies en especial las terrazas aluviales recientes corresponden a las planicies de inundación que pueden verse afectadas por aumentos en el caudal del río.

(Ver Lámina de Susceptibilidad frente a inundación en la localidad de Samo Alto)



**C.- Localidad de San Pedro Norte y Pichasca**

Ambas localidades se ubican en torno a río Hurtado, la primera sobre la ribera norte y Pichasca sobre la ribera sur. Aquí se identifica una clara superficie de terraza que abarca una mayor amplitud en el sector de San Pedro Norte, donde se reconocen inundaciones recientes.

(Ver lámina de Susceptibilidad frente a inundaciones en la localidad de San Pedro Norte y Pichasca)



**D.- Localidad de Serón**

La superficie de inundación en la localidad de Serón afectan levemente el límite propuesto en el sector nor poniente, sin embargo no afectan las áreas pobladas en su interior, ya que se localizan sobre superficies de depositos aluvionales y vertientes.

(Ver Lámina de Susceptibilidad frente a inundación en la localidad de Serón)



**E.- Localidad de Hurtado**

La superficie de inundación para la localidad de Hurtado se encuentra fuera del límite urbano definido por el proyecto.

### **III.2 SUSCEPTIBILIDAD FRENTE A FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA**

Todas las localidades urbanas propuestas se encuentran afectadas por fenómenos de remoción en masa tanto por desprendimientos como por flujos detríticos.

A continuación se exponen los resultados en cada una de las localidades.

#### **A.- Localidad de Huampulla**

El poblado de Huampulla se localiza en las laderas sur de la comuna, parte de su superficie poblada se compone de terrazas aluviales con suelos fértiles que permiten la presencia de propiedades agrícolas sobre áreas de vertientes se concentra el poblado. De acuerdo con el cálculo realizado, se obtuvo que el fenómeno de remoción en masa en categorías altas y Muy altas se localizan en torno a la quebrada ubicada al oriente de la localidad y en superficies de vertientes con pendientes abruptas.

La mayor parte de la superficie urbana se encuentra afecta a fenómenos de remoción en masa con rangos altos y muy altos, lo cual se relaciona con las características de las vertientes que corresponden a suelos con pendientes altas sobre el 25% y suelos de tipo sedimentarios, exposición de mayor insolación lo que favorece los procesos erosivos de ladera.

Se identifican 3 superficies de flujos aluvionales asociadas a las quebradas cercanas al área urbana. Estas áreas a diferencia de las superficies de remoción por desprendimientos se asocian a material desplazado por las quebradas, las cuales se identifican a partir de los materiales depositados en fondos de quebradas y sobre la terraza.

**(Ver Lámina** de Susceptibilidad frente a fenómenos de remoción en masa en la localidad de Huampulla)



**B.- Localidad de Samo Alto**

Samo alto presenta riesgo de remoción moderado en la mayor parte de sus superficies. Las categorías altas se encuentran sobre superficies de vertientes con pendientes acentuadas y con suelos expuestos a agentes erosivos, los lugares corresponden a sector norte de La Quebrada Seca, caracterizado por su localización de exposición norte y con escasa cubierta vegetal.

Se identifican diversos cursos de flujos aluvionales, destacando el flujo proveniente de la quebrada Seca cuya cabecera se localiza sobre los 1.100 msnm, sectores que pueden ser afectados por precipitaciones más intensas. Los flujos restantes son menores, y sus cabeceras se encuentran en sectores bajos cercanos al valle, teniendo menor impacto las precipitaciones de tormenta sobre sus cuencas.

(Ver Lámina de Susceptibilidad frente a fenómenos de remoción en masa en la localidad de Samo Alto)



**C.- Localidad de San Pedro Norte y Pichasca**

San Pedro Norte presenta en la mayor parte de su superficie riesgo alto frente a fenómenos de remoción en masa, asociado principalmente a la categoría de pendientes.

Pichasca a diferencia de San Pedro norte posee en gran parte de su superficie alta insolación asociado a las vertientes de exposición norte. Por ello en esta localidad se identifican áreas de susceptibilidad muy alta, especialmente asociadas al entorno a la Quebrada Pichasca y en los lomajes de pendientes altas y muy altas.

En ambas localidades se identifican flujos aluvionales, aunque la mayor parte de estos son provenientes de quebradas menores. Únicamente destaca la Quebrada Pichasca en la localidad del mismo nombre que abarca una gran extensión altitudinal, su cabecera supera los 1.500 msnm, y su canal de desagüe alcanza un ancho de 140 metros aproximadamente.

**(Ver Lámina** de Susceptibilidad frente a fenómenos de remoción en la localidades de San Pedro y Pichasca)



**D.- Localidad de Serón**

La localidad de Serón posee un total de 65 hectáreas afectadas por fenómenos de remoción por desprendimientos, estas se localizan en sectores de contacto entre pequeños sistemas de conos aluviales y la terraza del río.

Los fenómenos de remoción en masa clasificados en categorías altas corresponden a: superficies con pendientes acentuadas, donde la materialidad de los suelos corresponde a tipo sedimentario, principalmente sobre conos aluviales (formas de depósito) y sectores con exposición norte.

La situación descrita con no es tan patente en el resto de las localidades, lo que se puede asociar a la localización dentro de la cuenca del Río Hurtado, encontrándose en condiciones de transición entre el valle y la precordillera. La misma condición señalada se evidencia en la presencia de múltiples quebradas, aunque de pequeñas dimensiones entre ellas destacan una ubicada al sur y otra al norte de la localidad, ambas poseen cabeceras alimentadas desde la precordillera sobre los 1.500 msnm, y su relevancia se debe a los posibles impactos de sistemas frontales que puedan generar activación de las quebradas.

**(Ver Lámina** de Susceptibilidad frente a fenómenos de remoción en masa en la localidad de Serón)



**E.- Localidad de Hurtado**

La susceptibilidad frente a fenómenos de remoción en masa en la localidad se identifica como media o moderada en la mayor parte del área urbana, a excepción de superficies en torno a las quebradas las que representan mayor fragilidad asociada a la condición estructural de las vertientes y a las abruptas pendientes.

Hurtado al igual que la localidad de Serón presenta geoformas asociadas a características de precordillera, por ello se identifican sistemas de conos aluviales, y asociado a ellos posibles áreas susceptibles a sufrir flujos aluvionales. En esta localidad destacan dos quebradas alimentadas en sectores cordilleranos sobre los 2.000 msnm, una de ellas se ubica en el sector central y otra al oriente del Limite urbano definido. El resto de las quebradas posee menor representación espacial, sin embargo es importante considerar que estas quebradas menores son alimentadas igualmente en superficies altas sobre los 1.500 msnm y por lo tanto igualmente pueden presentar respuestas repentinas de expulsión de flujos detríticos en eventos extremos.

(Ver lámina de Susceptibilidad frente a fenómenos de remoción en masa en la localidad de Hurtado)



#### IV.- ANÁLISIS COMPARATIVO CON PRI LIMARÍ (EN ESTUDIO)

A continuación se presenta un análisis comparativo de los resultados obtenidos en los estudios de riesgos del Plan Intercomunal y el Plan Regulador comunal. Es importante señalar que:

- Se reconocieron a escala local para el Plan Regulador Comunal las quebradas como aportantes de flujos detríticos en el área. Para ello se corroboraron las áreas definidas por el PRI, las que se ajustaron de acuerdo con las curvas de nivel de escala local e incluso se identificaron algunas que el PRI no reconocía como en el caso de la localidad de Samo Alto.
- Respecto del resultado referido a inundaciones estos coinciden en los estudios, debido a que en ambos se identifican las terrazas aluviales. Es importante mencionar que únicamente se reconoció la primera terraza como nivel medio y el cauce del río con categorías altas, aunque no se grafican debido a que no presentan gran relevancia en los planos. Lo importante es contemplar riesgos medios y altos en la planificación, y en prácticamente todas las localidades se reconocen riesgo medio por la cercanía a la terraza baja.
- Los resultados referidos a remoción difieren en ambos estudios, para el caso del Plan Regulador en estudio existen mayor cantidad de superficies en categorías altas y muy altas como áreas susceptibles a sufrir deslizamientos y desprendimientos, esta diferencia se refiere a: el cruce de las variables, su ponderación y la escala de trabajo.

En el Plan Regulador comunal se reconoce el área comunal como una superficie de gran fragilidad ambiental, debido a la desprotección de la mayor parte de sus suelos, por este motivo los valores de ponderación en cada variable son más altos considerando las características particulares del territorio. Además de ello el Plan considera una modelación con curvas de nivel cada 1 metro, lo que permite establecer un nivel de detalle aún mayor que aquellos antecedentes trabajados por el Plan Intercomunal, que corresponden a resultados graficados a escala 1:750.000.

- La metodología específica para la definición de susceptibilidad de remoción en masa en el estudio del PRI, se centra en fijar parámetros para tres tipos de amenazas: caídas de bloques, deslizamientos y flujos de barro. La definición de estas amenazas se realiza a partir de un análisis de factores desencadenantes, considerando cruce de variables referidas a: pendiente, exposición e identificación geomorfológica. Si bien existen diferencias en las superficies definidas de remoción en masa, estas dicen relación con la necesidad de proteger el territorio, debido a la alta vulnerabilidad de sus suelos, los cuales se encuentran expuestos en algunos casos totalmente frente a agentes erosivos, motivo por el cual existen diferencias en las superficies definidas entre categorías moderada y alta.

A continuación se exponen las superficies definidas tanto por el PRI en estudio y por el Plan Regulador en estudio, junto a ello se exponen las principales diferencias:

## FORMULACIÓN PLAN REGULADOR COMUNAL DE RÍO HURTADO

### Simbología PRI Limarí en Estudio

#### Susceptibilidad de deslizamientos y caída de bloques

- Muy Alta
- Alta
- Moderada

#### Susceptibilidad de flujos de barro y/o detritos

- Muy Alta
- Alta
- Moderada

#### Susceptibilidad de inundación por desborde de cauces

- Muy Alta
- Alta
- Moderada

### Simbología PRC en estudio

#### Susceptibilidad de remoción en masa (flujos)

- Flujos

#### Susceptibilidad de inundación por desborde de cauce

- Inundación (categoría Alta/ terraza baja)

#### Susceptibilidad de remoción en masa (desprendimientos)

- MUY ALTO
- ALTA
- MEDIO

Figura 8. Localidad de Huampulla – áreas de riesgo PRI.

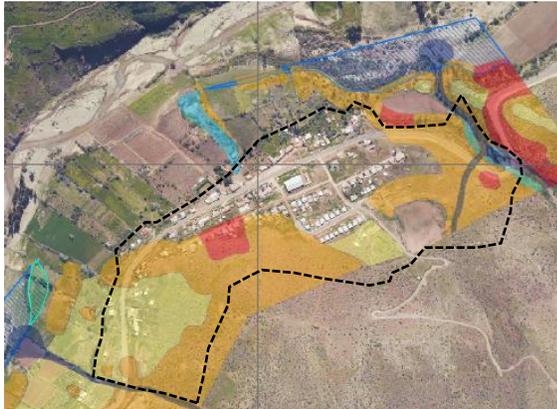
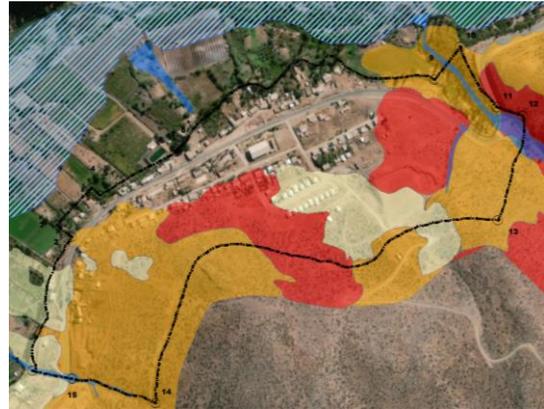


Figura 9. Localidad de Huampulla – Riesgos resultados Plan Regulador Comunal.



Fuente: Obtenidos de los resultados del PRI en estudio y Elaboración propia.

En la localidad de Huampulla existe reconocimiento de las quebradas similar para ambos estudios, en cuanto al área de inundación no se gráfica debido a que se encuentra distanciada del área urbana definida.

Las superficies remoción en masa difieren entre ambos instrumentos, especialmente respecto de los riesgos altos y muy altos. Para el caso del PRC la mayor parte de la superficie urbana se encuentra expuesta a condiciones de amenazas altas y muy altas, lo que se relaciona con las fuertes pendientes y la desprotección de los suelos, situación que permitió ponderar con mayores niveles las variables de exposición y pendientes.

Las diferencias respecto de la zonificación de riesgos se deben a: la definición de variables, su ponderación y a la escala de trabajo. Llama la atención la presencia de pequeñas superficies de riesgo muy altos en el PRI en sectores puntuales, situación que se señala en su metodología, existiendo similitud con la propuesta del PRC aunque manifestando claramente una superficie más amplia entendiendo la relación sistémica de las vertientes.

Figura 10. Localidad de Samo Alto – áreas de riesgo PRI.

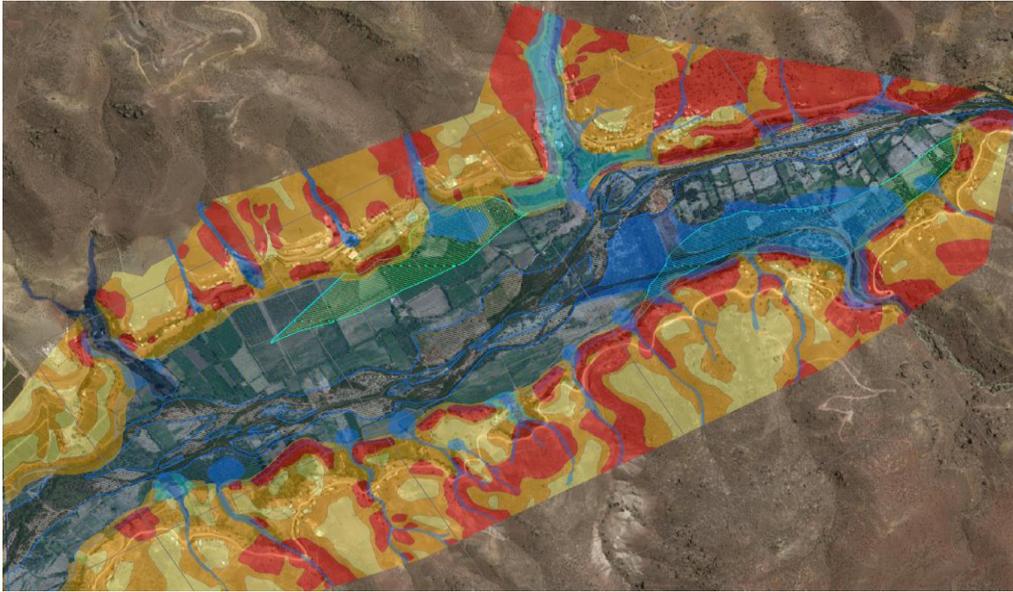
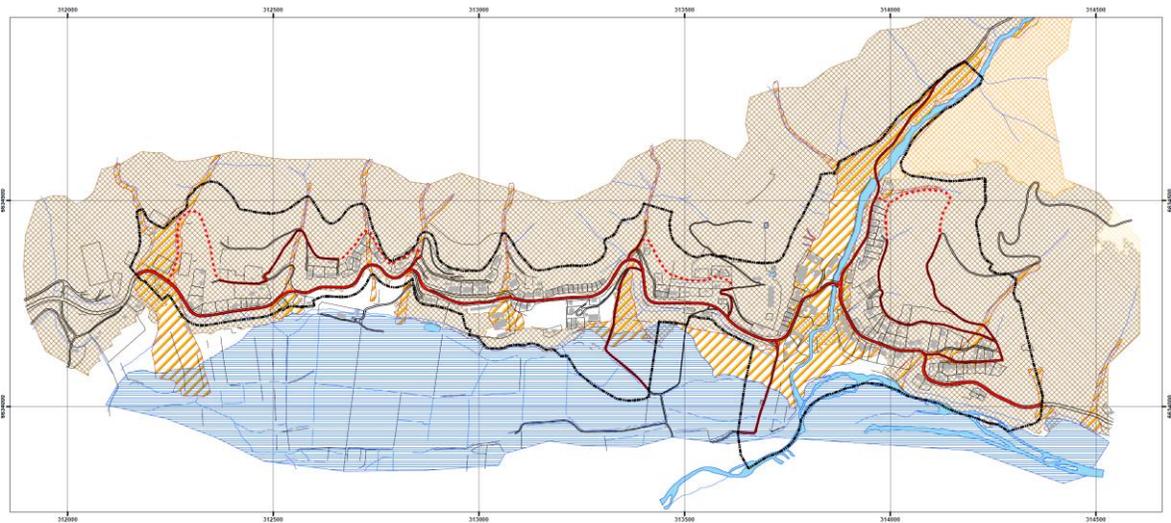


Figura 11. Localidad de Samo Alto – Riesgos resultados Plan Regulador Comunal.



Fuente: Obtenidos de los resultados del PRI en estudio y Elaboración propia.

En la localidad de Samo Alto se reconocen en el PRC las quebradas existentes en el área urbana y se les asocian flujos aluviales que dependen de su expresión en función del tamaño de la cuenca y su cabecera.

Las deferencias se ven representadas en la definición de los fenómenos de remoción en masa, en el PRC se reconocen amplias áreas clasificadas como muy altas y altas, a diferencias de lo que ocurre en el PRI donde se identifican áreas muy altas puntuales, y en categorías altas se extienden sobre la mayor parte de la superficie, y en menor proporción se identifican categorías medias.

La justificación de esta definición se refiere a la ponderación y también al cruce de variables, en este último se utilizó la interpretación de las condiciones geomorfológicas del área, más el cálculo de pendientes y exposición.

Figura 12. Localidad de Pichasca – áreas de riesgo PRI.

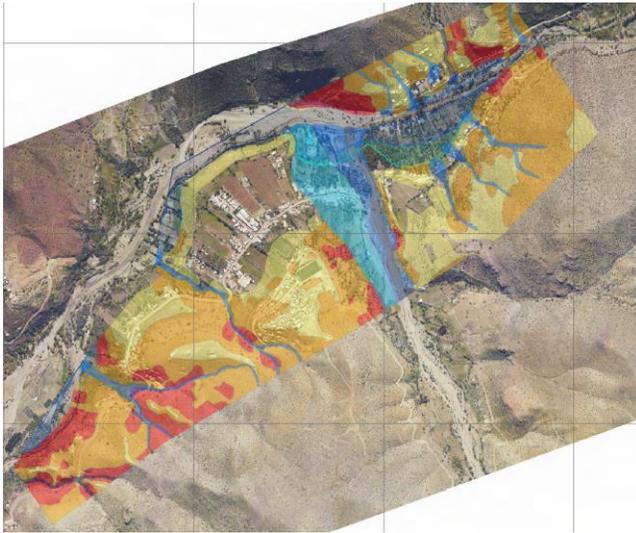
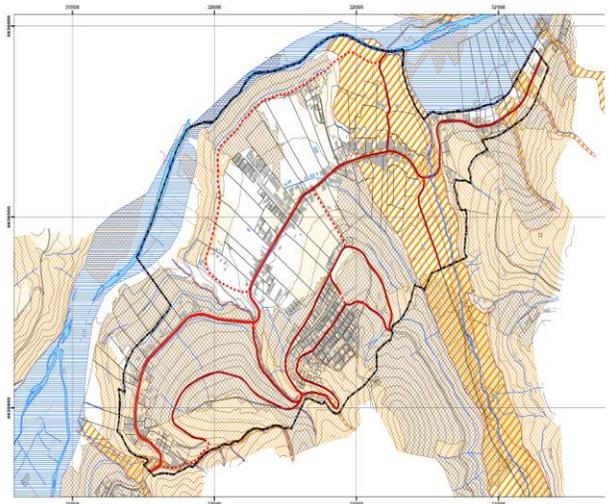


Figura 13. Localidad de Pichasca – Riesgos resultados Plan Regulador Comunal.



Fuente: Obtenidos de los resultados del PRI en estudio y Elaboración propia.

Se reconoce la quebrada Pichasca en ambos instrumentos, la que abarca una gran superficie de la localidad, reconocida como áreas de remoción por flujo.

La mayor parte de la superficie en ambos casos revela la presencia de terrenos pronunciados con fuerte pendientes, identificándose categorías altas y muy altas. El PRC reconoce mayores superficies con categorías muy altas referida a la clasificación y ponderación ya señalada con anterioridad, la que se debe principalmente a la fragilidad ambiental del territorio.

Figura 14. Localidad de Serón – áreas de riesgo PRI.

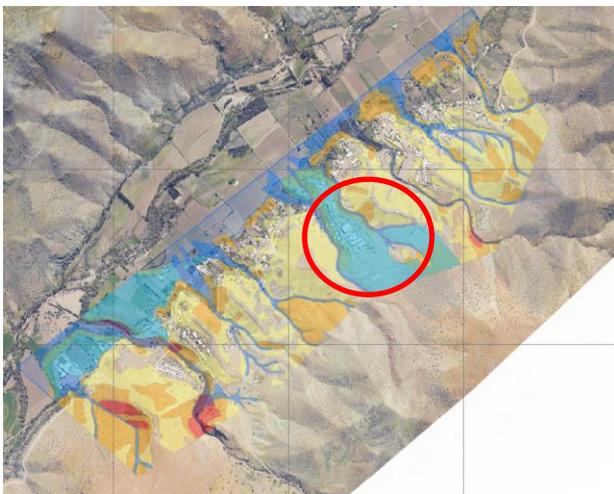
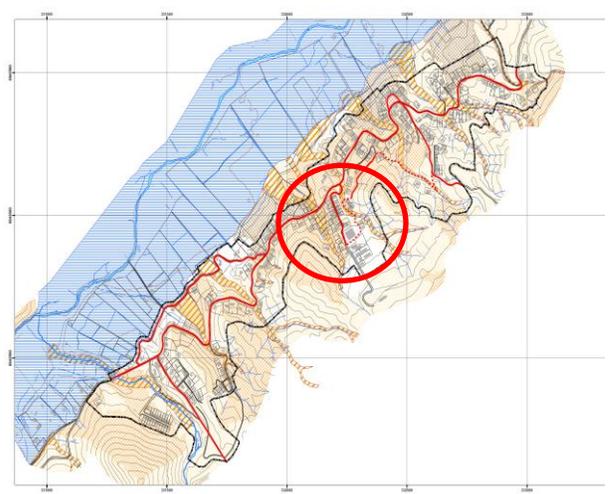


Figura 15. Localidad de Serón – Riesgos resultados Plan Regulador Comunal.



Fuente: Obtenidos de los resultados del PRI en estudio y Elaboración propia.

En la localidad de Serón se identifican categorías de riesgo alto en la mayor parte de la localidad a diferencia de lo que ocurre en la definición de las áreas del PRI, donde se

reconocen categorías moderadas. De acuerdo con recorrido en terreno en estas superficies existen fuertes pendientes y superficies desnudas de suelo, lo que favorece la erosión y remoción de las superficies.

Respecto de las áreas de flujo existe en el área céntrica de la localidad diferencias entre ambos estudios. El PRI une un área de quebrada menor con la quebrada mayor en un sector en que no es claramente identificable esta unión por las curvas de nivel.

Figura 16. Localidad de Hurtado – áreas de riesgo PRI.

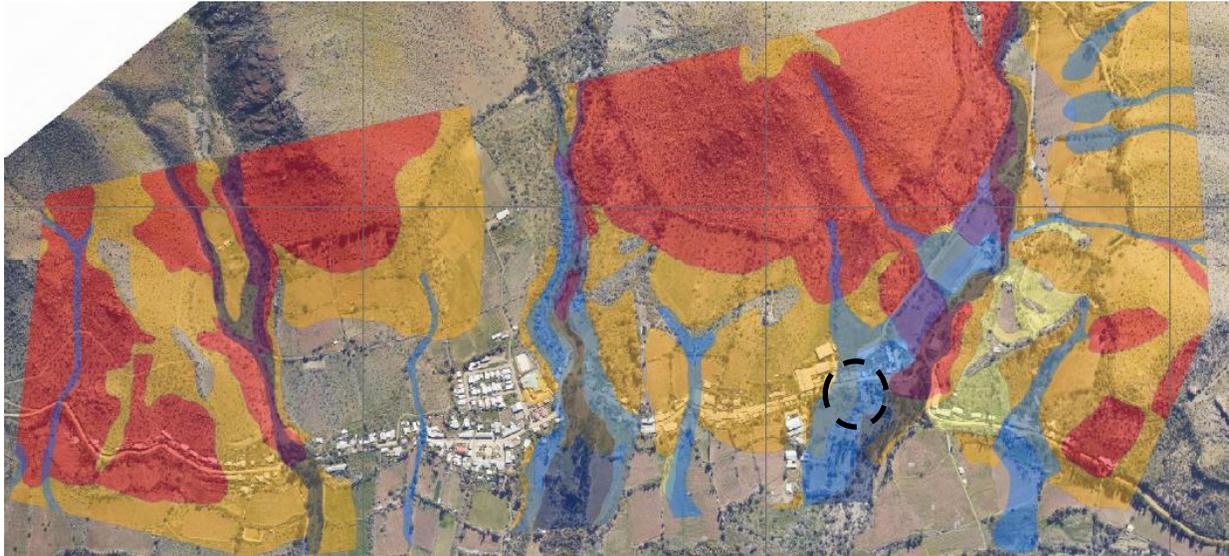
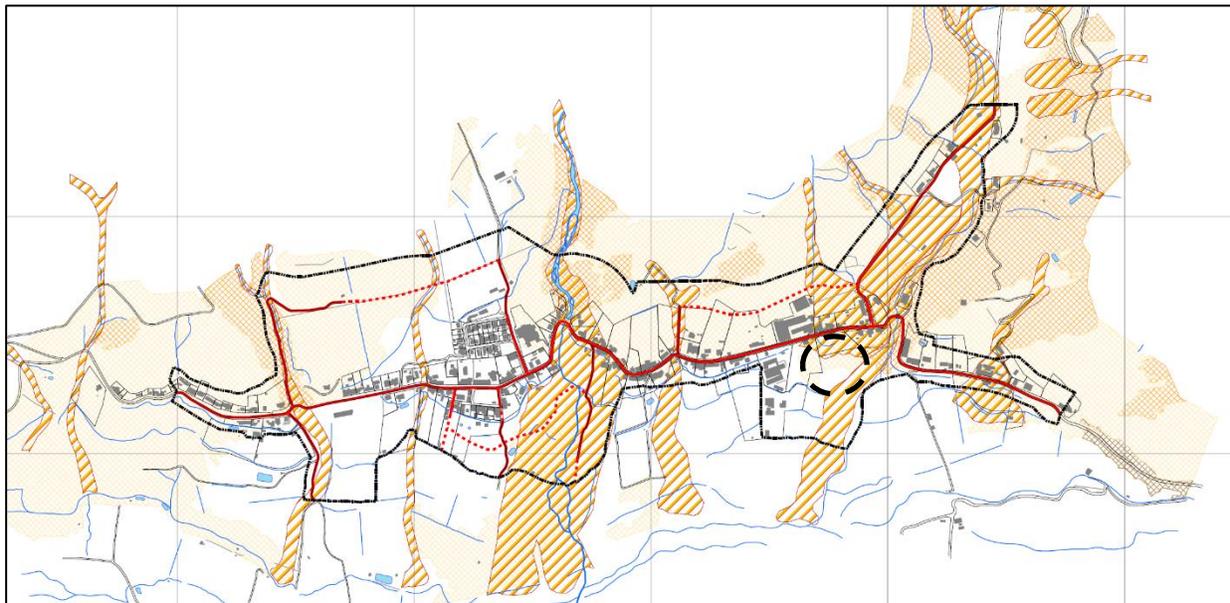


Figura 17. Localidad de Hurtado – Riesgos resultados Plan Regulador Comunal.



En la localidad de Serón se reconocen en el estudio del PRC amplias áreas de remoción en masa en categorías moderadas y altas, si bien no coinciden en su totalidad con las áreas propuestas por el PRI, las superficies en ambos casos entregan un panorama más favorable

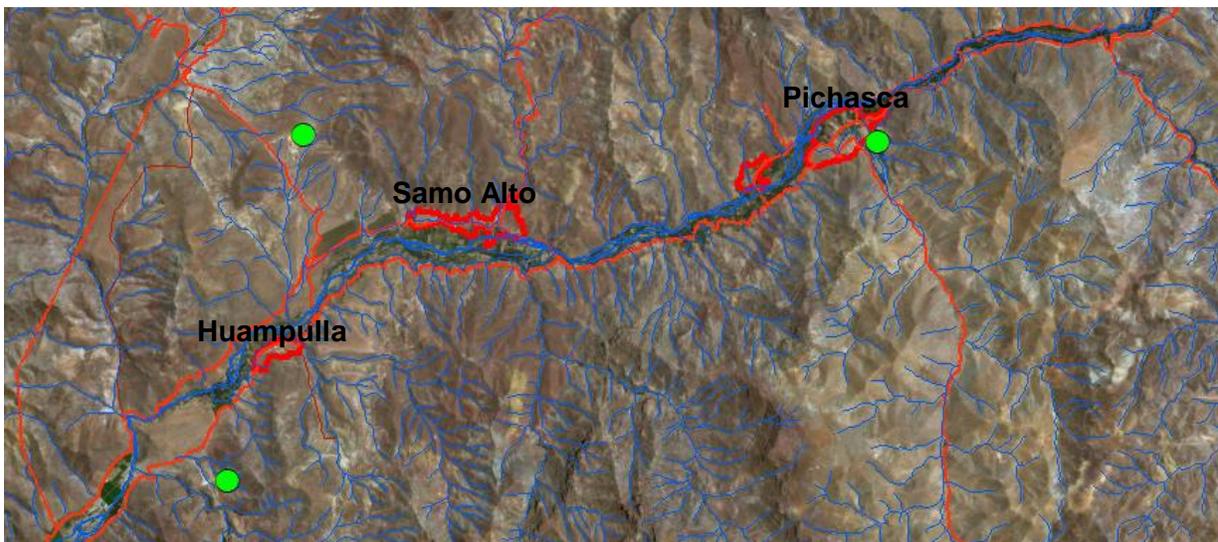
respecto de este fenómeno que en el resto de las localidades. Las diferencias en ambos casos se refieren a las justificaciones anteriormente mencionadas referidas a: variables utilizadas, ponderación de las variables y la escala de trabajo, que para el caso del PRC se refiere a un nivel de mayor detalle.

## V.- RIESGOS ANTRÓPICOS

### V.1 MINAS Y RELAVES

En la comuna de Río Hurtado se reconocen sectores de riesgo ambiental asociado a la presencia de actividad minera a pequeña escala. Tanto la minería como los relaves se consideran de riesgo debido a los problemas que conlleva la generación de residuos, los que representan peligro para la salud de la población, impactos al paisaje, en el turismo entre otros.

**Figura 18. Actividad minera**



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con antecedentes del estudio PRI Limarí se identifican en la comuna tres sectores de riesgo antrópico relacionados con la actividad minera, dos de ellos se localizan cercano a la localidad de Huampulla y el tercero se localiza al sur de la localidad de Pichasca. De acuerdo con registros del SEA se reconoce en la comuna la ampliación de la Planta Minera Pilar aprobada el año 2014, la que se localiza al norte entre las localidades de Huampulla y Samo Alto.

De acuerdo con SENAGEOMIN en el Catastro de Depósitos de Relaves en Chile, actualizado a marzo del 2018, identifica 2 relaves en la comuna de Río Hurtado, los cuales se muestran en la imagen a continuación. Ambos corresponden a minas de cobre, se encuentran inactivos en la actualidad, aunque uno de ellos en abandono, el que se localiza cercano a Huampulla,

**Cuadro 11. Catastro Despositos de Relave para la Comuna de Río Hurtado.**

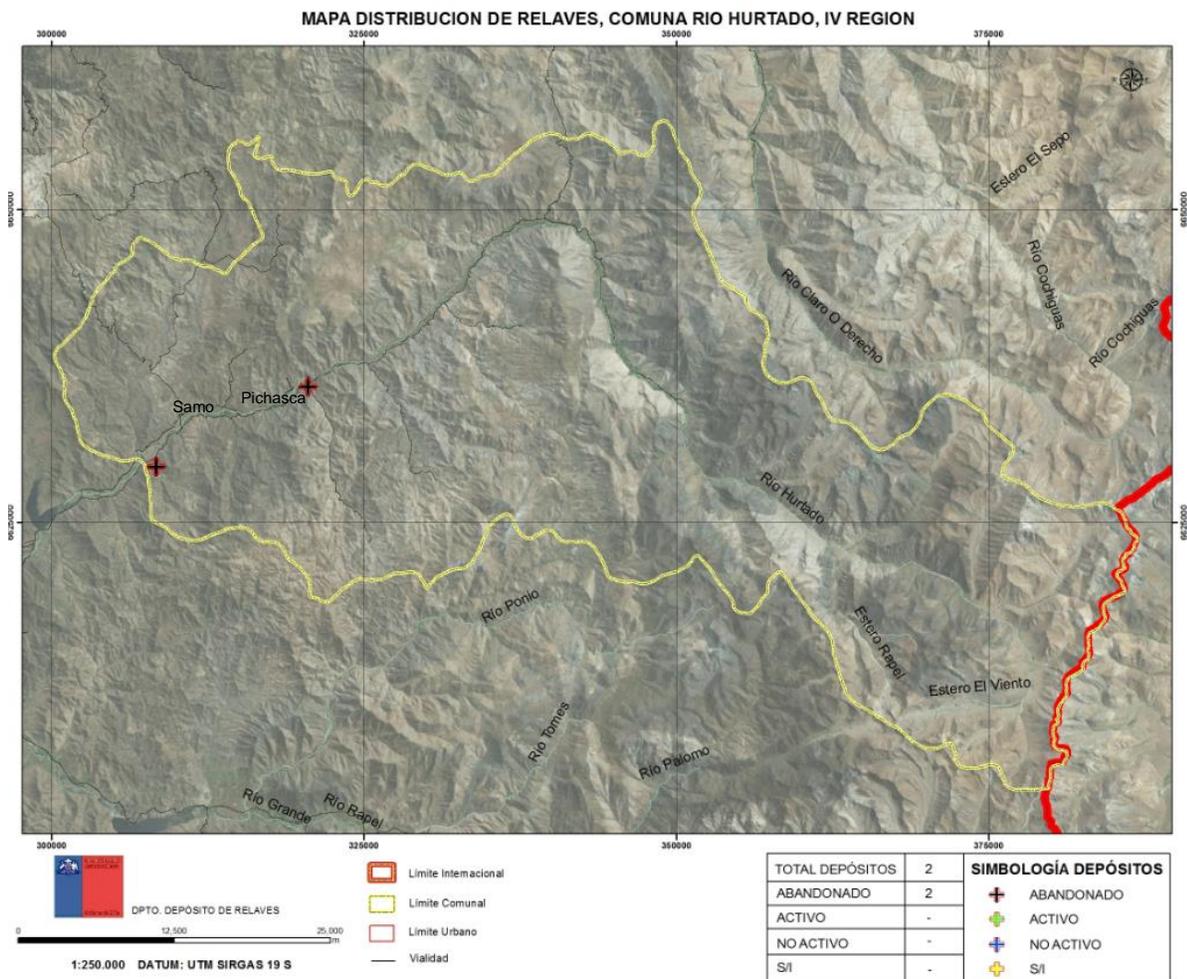
EMPRESA	FAENA	RECURSO	ESTADO INSTALACIÓN
J Hernandez	Planta Algarrobo	Cobre	Abandonado
Leonel Ángel Brune	Planta Las Palmas	Cobre - Oro	inactivo

Fuente: Antecedentes del Catastro SERNAGEOMIN. 2018.

Estas plantas no se encuentran identificadas por el estudio de suelos contaminados o pasivos mineros identificados en el año 2015 por el Ministerio de Medio Ambiente. Pese a ello al encontrarse en estado de abandono, y especialmente una de ellas cercana a Samo Alto y a cursos hídricos tributarios del Río Hurtado, es necesario establecer prioridad para estudios que determinen posibilidades de remediación y control de la dispersión o infiltración de contaminantes. Respecto de la planificación estos depósitos se encuentran fuera del límite urbano, por ello no es pertinente estudiar una zonificación específica para ellos.

Es necesario considerar estudios de organismos técnicos responsable en la materia como SERNAGEOMIN.

**Figura 19 Mapa de distribución de relaves, comuna de Río Hurtado.**



Fuente: SERNAGEOMIN disponible en:

[http://sitiohistorico.sernageomin.cl/pdf/mineria/relaves/MAPA\\_RIO\\_HURTADO\\_250K.jpg](http://sitiohistorico.sernageomin.cl/pdf/mineria/relaves/MAPA_RIO_HURTADO_250K.jpg)

Si bien ninguna de estas actividades se reconocen dentro de las áreas urbanas, se considera que estas pueden generar impactos ante eventos extraordinarios tanto de origen natural como por acción antrópica, que podrían llegar afectar a las localidades con arrastre de residuos contaminantes. Otro factor de riesgo factible asociado a la actividad minera y a la presencia de depósitos de relave es la intervención de las quebradas, que aguas arriba de las localidades

pobladas, pudiera cambiar el comportamiento de los flujos que llegan a las áreas urbanas e incluso existir posibilidad de contaminación, por esto último es necesario solicitar estudios a los organismos pertinentes.

## **V.2 INCENDIOS FORESTALES**

Si bien la comuna posee escasa fuente vegetal leñosa sobre sus laderas, se reconocen riesgos de incendios en torno a caminos y sectores poblados. De acuerdo con registro de CONAF disponible en IDE Minagri, entre el año 2011 y 2012 se registraron 2 incendios menores cercanos a las localidades de Samo Alto y Morrillos. Además según registros noticiosos en la comuna el año 2018 en febrero, se registró un incendio de grandes proporciones quemando cerca de 4 hectáreas de bosque cercano al embalse Recoleta en Tahuinco.

Al no existir áreas claramente definidas, el organismo competente podría establecer superficies de interfaz en torno a las áreas urbanas que permitan establecer medidas de gestión al Municipio.

## VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Río Hurtado como territorio comunal se constituye como un mosaico geográfico a pesar de la homogeneidad de sus características geológicas, geomorfológicas, hidrográficas y climáticas. La comuna alberga a localidades urbanas que se sitúan en áreas con diferentes particularidades, asociadas principalmente a características físicas del área, dominada por un fuerte contraste entre relieves de valle y de montaña.

Las superficies identificadas son el resultado de las metodologías aplicadas, las que únicamente expresan la susceptibilidad del territorio de ser afectados por amenazas naturales, las que fueron identificadas a partir de datos e información existente.

Las áreas por contemplar en la planificación corresponden a las categorías altas y muy altas en el caso de fenómenos de remoción en masa, en cuanto a la inundación únicamente se considera la terraza baja considerada como una categoría alta de inundación.

Los criterios que corresponde considerar en la aplicación de la norma del PRC son los siguientes:

- En ambos casos **no permitir la instalación de equipamientos básicos** de primera necesidad (consultorios y escuelas) para la comunidad en las áreas expuestas a amenazas.
- Para las áreas de remoción en masa o zonas propensas a aluviones y erosiones acentuadas en los sectores en categorías de bajas y medias o moderadas se podría permitir **la construcción de edificaciones en media intensidad**.
- **Evitar la construcción** en áreas expuestas a riesgos muy alto, especialmente en áreas expuestas a riesgos de remoción en masa y flujos, debido al arrastre de materiales que pueden afectar a edificaciones en los cursos y en áreas expuestas a remociones.
- En áreas **de remoción en masa** clasificadas en categorías altas se puede **permitir construcción aunque en baja intensidad** contemplando **medidas de mitigación**.
- Respecto del riesgo de inundación, al ser identificado únicamente el riesgo alto (terracea baja y cauce actual del río, se recomienda **evitar la instalación de construcciones** en ambas superficies, en el área expuesta y en su entorno propiciar construcciones en baja intensidad. **En caso de construir en el área de riesgo alto deben existir medidas de mitigación** de acuerdo con las características del área.

Los criterios expuestos con anterioridad respecto de la zonificación de usos de suelo para las áreas urbanas de Río Hurtado se orientan a la definición de medidas que permitan proteger a la población frente a amenazas de inundación y de remoción en masa (desprendimiento y flujos), y se asocian a las condiciones geomorfológicas y las dinámicas naturales que se manifiestan en el territorio.

A continuación se presenta un cuadro que resume las zonas propuestas por el Plan Regulador en estudio, los tipos de riesgo identificados y su definición como zona de restricción de acuerdo a la OGUC ART 2.1.17

FORMULACIÓN PLAN REGULADOR COMUNAL DE RÍO HURTADO

**Cuadro 12. Homologación amenazas identificadas y zonas propuestas de acuerdo a OGUC.**

Localidad	Zona propuesta	Riesgos altos	Tipo de riesgo alto	Zonas de acuerdo a denominación de OGUC
<b>HUAMPULLA</b>	ZU1	SI	remoción en masa (desprendimientos y flujos)	Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas (AR 2)
	ZU4	SI	remoción en masa (desprendimientos y flujos)	Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas (AR 2)
	ZAV	SI	remoción en masa (desprendimientos y flujos)	Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas (AR 2)
	ZMC2b	SI	remoción en masa (desprendimientos y flujos)	Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas (AR 2)
<b>SAMO ALTO</b>	ZAV	SI	remoción en masa (desprendimientos y flujos) inundación cauce	Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas (AR 2) Zonas inundables o potencialmente inundables por proximidad de ríos. (AR 1)
	ZU2	SI	remoción en masa (desprendimientos y flujos)	Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas (AR 2)
	ZU4	SI	remoción en masa (desprendimientos y flujos) inundación cauce	Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas (AR 2) Zonas inundables o potencialmente inundables por proximidad de ríos. (AR 1)
	ZMC1	SI	remoción en masa (desprendimientos y flujos)	Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas (AR 2)
	ZMC2b	SI	remoción en masa (desprendimientos y flujos)	Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas (AR 2)
	ZTU1	SI	remoción en masa (desprendimientos y flujos)	Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas (AR 2)
	ZTU2	SI	remoción en masa (desprendimientos y flujos) inundación cauce	Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas (AR 2) Zonas inundables o potencialmente inundables por proximidad de ríos. (AR 1)
	ZCH	SI	remoción en masa (desprendimientos y flujos)	Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas (AR 2)
<b>SAN PEDRO</b>	ZU3	SI	remoción en masa	Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones

FORMULACIÓN PLAN REGULADOR COMUNAL DE RÍO HURTADO

Localidad	Zona propuesta	Riesgos altos	Tipo de riesgo alto	Zonas de acuerdo a denominación de OGUC
			(desprendimientos y flujos)	acentuadas (AR 2)
	ZU4	SI	remoción en masa (desprendimientos y flujos)	Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas (AR 2)
	ZCH	SI	remoción en masa (desprendimientos y flujos)	Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas (AR 2)
	ZMC2b	SI	remoción en masa (desprendimientos y flujos)	Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas (AR 2)
	ZTU2	SI	inundación cauce	Zonas inundables o potencialmente inundables por proximidad de ríos. (AR 1)
	ZAV	SI	remoción en masa (desprendimientos y flujos) inundación cauce	Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas (AR 2) Zonas inundables o potencialmente inundables por proximidad de ríos. (AR 1)
<b>PICHASCA</b>	ZU1	SI	remoción en masa (desprendimientos y flujos)	Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas (AR 2)
	ZU2	SI	remoción en masa (desprendimientos y flujos)	Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas (AR 2)
	ZU4	SI	remoción en masa (desprendimientos y flujos)	Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas (AR 2)
	ZAV	SI	remoción en masa (desprendimientos y flujos) inundación cauce	Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas (AR 2) Zonas inundables o potencialmente inundables por proximidad de ríos. (AR 1)
	ZTU1	SI	remoción en masa (desprendimientos y flujos) inundación cauce	Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas (AR 2) Zonas inundables o potencialmente inundables por proximidad de ríos. (AR 1)
	ZTU2	SI	remoción en masa (desprendimientos y flujos) inundación cauce	Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas (AR 2) Zonas inundables o potencialmente inundables por proximidad de ríos. (AR 1)
	ZMC1	SI	remoción en masa (desprendimientos y flujos)	Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas (AR 2)

FORMULACIÓN PLAN REGULADOR COMUNAL DE RÍO HURTADO

Localidad	Zona propuesta	Riesgos altos	Tipo de riesgo alto	Zonas de acuerdo a denominación de OGUC
	ZMC2b	SI	remoción en masa (desprendimientos y flujos)	Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas (AR 2)
<b>SERÓN</b>	ZU2	SI	remoción en masa (desprendimientos y flujos)	Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas (AR 2)
	ZU3	SI	remoción en masa (desprendimientos y flujos)	Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas (AR 2)
	ZU4	SI	remoción en masa (desprendimientos y flujos)	Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas (AR 2)
	ZAV	SI	remoción en masa (desprendimientos y flujos) inundación cauce	Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas (AR 2) Zonas inundables o potencialmente inundables por proximidad de ríos. (AR 1)
	ZTU2	SI	remoción en masa (desprendimientos y flujos) inundación cauce	Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas (AR 2) Zonas inundables o potencialmente inundables por proximidad de ríos. (AR 1)
	ZMC2b	SI	remoción en masa (desprendimientos y flujos)	Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas (AR 2)
<b>HURTADO</b>	ZU2	SI	remoción en masa (desprendimientos y flujos)	Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas (AR 2)
	ZU3	SI	remoción en masa (desprendimientos y flujos)	Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas (AR 2)
	ZU4	SI	remoción en masa (desprendimientos y flujos)	Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas (AR 2)
	ZTU2	SI	remoción en masa (desprendimientos y flujos)	Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas (AR 2)
	ZMC2a	SI	remoción en masa (desprendimientos y flujos)	Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas (AR 2)
	ZAV	SI	remoción en masa (desprendimientos y flujos)	Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas (AR 2)

Fuente: Elaboración propia.

FORMULACIÓN PLAN REGULADOR COMUNAL DE RÍO HURTADO

Con la finalidad de exponer los antecedentes de la propuesta, a continuación se presenta la norma urbanística para las zonas reconocidas en el cuadro anterior.

**Normas de subdivisión y edificación**

Zonas	Nombre Zonas	Superficie de subdivisión predial mínima	Coeficiente de ocupación de suelo	Coeficiente de constructibilidad	Altura máxima de edificación	Altura Máxima de la Edificación en LO	Sistema agrupamiento de las edificaciones	Adosamiento	Retranqueo sobre altura fachada	Distanciamiento mínimo de adosamiento a L.O.	Distanciamiento mínimo a medianeros	Antejardín	Densidad Máxima
		m <sup>2</sup>			m	m			m		m		m
ZCH 1	Zona de conservación Histórica 1	400	0,5	1	7	4	Continuo	OGUC	4	0	OGUC	Prohibido	80
ZCH 2	Zona de conservación Histórica 1	400	0,6	1	7	7	Continuo	OGUC	No aplica	2	OGUC	2	80
ZMC1	Zona mixta central 1	400	0,7	2,1	11,8	No aplica	Aislado, Pareado, Continuo	OGUC	No aplica	No aplica	OGUC	2	80
ZMC2a	Zona mixta central 2	400	0,6	1,2	7	No aplica	Continuo	OGUC	No aplica	No aplica	OGUC	3	80
ZMC2b	Zona mixta central 2	400	0,6	1,2	7	No aplica	Aislado, Pareado, Continuo	OGUC	No aplica	No aplica	OGUC	3	80
ZR1	Zona residencial 1 prioritaria	200	0,75	1,5	7	No aplica	Aislado, Pareado, Continuo	OGUC	No aplica	No aplica	OGUC	2	240
ZR2	Zona residencia 2	250	0,6	1,2	7	No aplica	Aislado, Pareado	OGUC	No aplica	No aplica	OGUC	3	160
ZR3	Zona residencial 3	350	0,4	0,8	7	No aplica	Aislado, Pareado	OGUC	No aplica	No aplica	OGUC	3	120
ZR4	Zona residencial 4	500	0,3	0,3	3,5	No aplica	Aislado	OGUC	No aplica	No aplica	OGUC	5	80
ZTU1	Zona turística 1	1000	0,5	1	7	No aplica	Aislado	OGUC	No aplica	No aplica	OGUC	5	40
ZTU2	Zona turística 2	2500	0,4	0,4	7	No aplica	Aislado	OGUC	No aplica	No aplica	OGUC	5	20
ZAV	Zona de área verde	2500	0,2	0,2	3,5	No aplica	Aislado	OGUC	No aplica	No aplica	OGUC	10	No aplica
ZIS	Zona de Infraestructura Sanitaria	2500	0,2	0,2	3,5	No aplica	Aislado	OGUC	No aplica	No aplica	OGUC	10	No aplica

FORMULACIÓN PLAN REGULADOR COMUNAL DE RÍO HURTADO

Normas de uso de suelo

Zonas	Nombre Zonas	Residencial			Equipamiento										Actividades Productivas			Infraestructura			Áreas verdes	Espacios Públicos		
		Vivienda	Hogares de acogida	Hospedajes	Científico	Comercio	Culto y cultura	Deporte	Educación	Esparcimiento	Salud	Seguridad	Servicios	Social	Industrial	Grandes depósitos	Talleres	Bodegas industriales	de Transporte	Sanitarias			Energéticas	
ZCH 1 y 2	Zona de conservación Histórica	SI	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI
ZMC1	Zona mixta central 1	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI
ZMC2a	Zona mixta central 2a	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	NO	SI	NO	NO	NO	SI	SI
ZMC2b	Zona mixta central 2b	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	NO	SI	NO	NO	NO	SI	SI
ZU1	Zona residencial 1 prioritaria	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI
ZU2	Zona residencia 2	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI
ZU3	Zona residencial 3	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI
ZU4	Zona residencial 4	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI
ZTU1	Zona turística 1	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI
ZTU2	Zona turística 2	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI
ZAV	Zona de área verde	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	SI	SI
ZIS	Zona de Infraestructura Sanitaria	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	SI	SI

Se prohíbe expresamente, cuando el uso de suelo de equipamiento de clase salud está permitido, los cementerios; así mismo, cuando la clase de equipamiento seguridad está permitida, se prohíbe la actividad de cárceles y regimientos