



ESTUDIO DEL MEDIO FÍSICO, RIESGOS Y PROTECCIÓN AMBIENTAL

PLAN REGULADOR COMUNAL DE OLIVAR

Localidad de Olivar Alto

Localidad de Gultro – Lo Conti

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	4
2	ÁREA DE ESTUDIO	6
3	MARCO JURÍDICO	7
4	DIAGNÓSTICO O CARACTERIZACIÓN GENERAL	9
4.1	Caracterización del Medio Físico Natural	9
4.2	Aspectos Meteorológicos Locales	9
4.3	Geomorfología	11
4.4	Geología	13
4.5	Hidrogeología	15
4.6	Hidrología	17
4.7	Suelos	18
4.8	Vegetación.....	22
5	RIESGOS NATURALES	24
5.1	Riesgos Naturales de la Comuna de Olivar.....	25
5.2	Riesgos por Remoción en Masa a Nivel Comunal	26
5.2.1	Metodología determinación Remoción en Masa.....	26
5.2.2	Zonificación de Riesgos por Remoción en Masa.....	32
5.3	Riesgos por Inundación a Nivel Comunal.	34
5.3.1	Metodología para la determinación de Riesgos por Inundación.....	34
5.3.2	Zonificación de Riesgos por Inundación.	36
5.4	Riesgos por Incendios Forestales.....	38
5.4.1	Metodología para la determinación de Riesgos por Incendios Forestales	38
5.4.2	Zonas de Riesgos por Incendios Forestal	39
5.5	Riesgos Naturales a Nivel de Localidades Urbanas	40
5.5.1	Metodología para la determinación de Riesgos por Inundación.	40
5.5.2	Zonas de Riesgos por Remoción en Masa.....	40
5.5.3	Zonas de Riesgosde Inundación.	41
6	RECOMENDACIONES	44
7	REFERENCIAS	45

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Localización Territorio Comunal.....	6
Imagen 2. Geomorfología Área Regional.....	11
Imagen 3. Conos de deyección.....	12
Imagen 4. Carta Geológica de Chile- Selección Olivar.....	15
Imagen 5. Mapa Hidrogeológico de Chile.	17

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Precipitaciones Mensuales – Estación Rancagua (Año 2010).	10
Tabla 2. Caudales medios mensuales de la estación Río Cachapoal en puente Termas de Cauquenes.	10
Tabla 3. Caudales medios mensuales de la estación Río Cachapoal en puente Arqueado.	10
Tabla 4. Series de Suelos en Olivar.....	19
Tabla 5. Series de Suelos en Olivar.....	20
Tabla 6. Formación Geológica y peso relativo.....	27
Tabla 7. Unidades Geomorfológica y peso relativo.....	28
Tabla 8. Pendientes y fenómeno asociado.....	28
Tabla 9. Pendientes y usos o actividad.....	29
Tabla 10. Pendientes y peso relativo.....	29
Tabla 11. Exposición y peso relativo.....	30
Tabla 12. Vegetación y grado de protección.....	31
Tabla 13. Vegetación y peso relativo.....	31
Tabla 14. Matriz Síntesis.....	31
Tabla 15. Matriz Síntesis.....	32
Tabla 16. Tipo de suelo y Riesgo asociado.....	35
Tabla 17. Categoría.....	35

1 INTRODUCCIÓN

El Ministerio de Vivienda y Urbanismo, a través de la Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo de la Región del Libertador Bernardo O'Higgins, ha solicitado la actualización y adecuación de los Planes Reguladores Comunales (PRC) de la región, con la finalidad de incorporar las exigencias requeridas por la ley de bases de medio ambiente n° 20.417, en la que se requiere la incorporación de la evaluación ambiental estratégica (EAE) a Planes Reguladores Comunales y a otros Instrumentos de Planificación territorial (según lo señalado en el art. 7 bis de ley 20.417).

En este contexto, Olivar es una de las comunas que requiere de este instrumento de planificación territorial en dos de sus localidades (Olivar Alto y Gultro), debido al constante crecimiento de la población en áreas con características urbanas y en las cuales se proyecta una mantención de estas condiciones y/o un aumento, por lo cual se considera necesario incluirlas como áreas urbanas para normar y establecer condiciones apropiadas para habitar en el territorio, referidas a adecuadas condiciones de seguridad e higiene de los edificios y espacios urbanos.

Las exigencias legales para la implementación de dicho instrumento (PRC) incorpora estudios especiales entre los que se encuentran: estudio de equipamiento, factibilidad sanitaria, de riesgos y de capacidad vial, los cuales apuntan a cumplir con los objetivos de planificación urbana: uso del suelo o zonificación, localización del equipamiento comunitario, jerarquización de la estructura vial, fijación de límites urbanos, densidades y determinación de prioridades en la urbanización (expansión de la ciudad), en función de la factibilidad de ampliar o dotar de redes sanitarias y energéticas.

El presente documento corresponde a la actualización del estudio de riesgos realizado por la consultora José Luis Celedón Sánchez, de acuerdo a lo señalado por el art. 2.1.17 de la Ordenanza de Urbanismo y Construcciones (LGUC), en las localidades de: Olivar Alto y Gultro. De este modo contar con antecedentes y localización de las condicionantes física – naturales que generan riesgos para la población urbana, y así fijar normas urbanísticas adecuadas a cada riesgo identificado, permitiendo la localización de usos de suelo residenciales o de equipamiento con restricciones, orientado a mitigar los eventuales riesgos o establecer zonas de amortiguación, es decir definir una zonificación de usos de suelo que otorgue seguridad a la población urbana.

La actualización del presente informe consideró la actualización de datos y complementación de antecedentes para el informe que permitieran corroborar el análisis expuesto por el anteproyecto, además de lo anterior se analizó la definición de las zonas y su relación con la normativa vigente, a este respecto existen las siguientes observaciones:

- Existía desactualización en cuanto a los conceptos utilizados para la definición de áreas de riesgo, más aún se incluían áreas que se definían para Planes Reguladores Intercomunales; el anteproyecto 2006 definía áreas de riesgo en relación a la circular DDU 26 (1998) denominada Planes Reguladores Intercomunales, la que se encuentra derogada.

Por el motivo anterior se sintetizó la denominación de áreas de inundación debido a que en ellas se consideraban áreas amagadas por inundaciones, las cuales se asociaban principalmente a cauces artificiales como se señalaba en la circular DDU 26. Sin embargo al revisar la definición de cada una de las zonas definidas con riesgo (muy alto, alto y medio) incluyen en su descripción a los canales, los cuales de acuerdo a la normativa

deben ser considerados como parte de la infraestructura y como tal pueden definirse en torno a ellos zonas no edificables, no áreas de riesgo de inundación, ya que estas se asocian más bien a cursos de agua no canalizados. Como se señala en la OGUC artículo 2.1.17:

"...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..."

- Existe confusión de los conceptos asociados a riesgos, lo que no permite una definición asociada a la normativa de planificación, por lo que no puede ser aplicada debido a que en ella: el área de riesgo de inundación, es ambigua en su definición, ya que incorpora cursos de agua canalizados y además ríos (encontrándose este último curso hídrico natural, incluido en la definición de áreas de riesgo en la normativa de planificación).

De acuerdo al artículo 2.1.17 en relación a las zonas no edificable y a lo que se señala en el "Manual Práctico de Jurisprudencia Administrativa sobre Planes reguladores comunales, Intercomunales y Metropolitanos", los canales deben incluirse como parte de las zonas no edificables, ya que corresponden a infraestructura, y por lo tanto no deben incluirse en la definición de áreas de riesgo de inundación como se hace en este estudio.

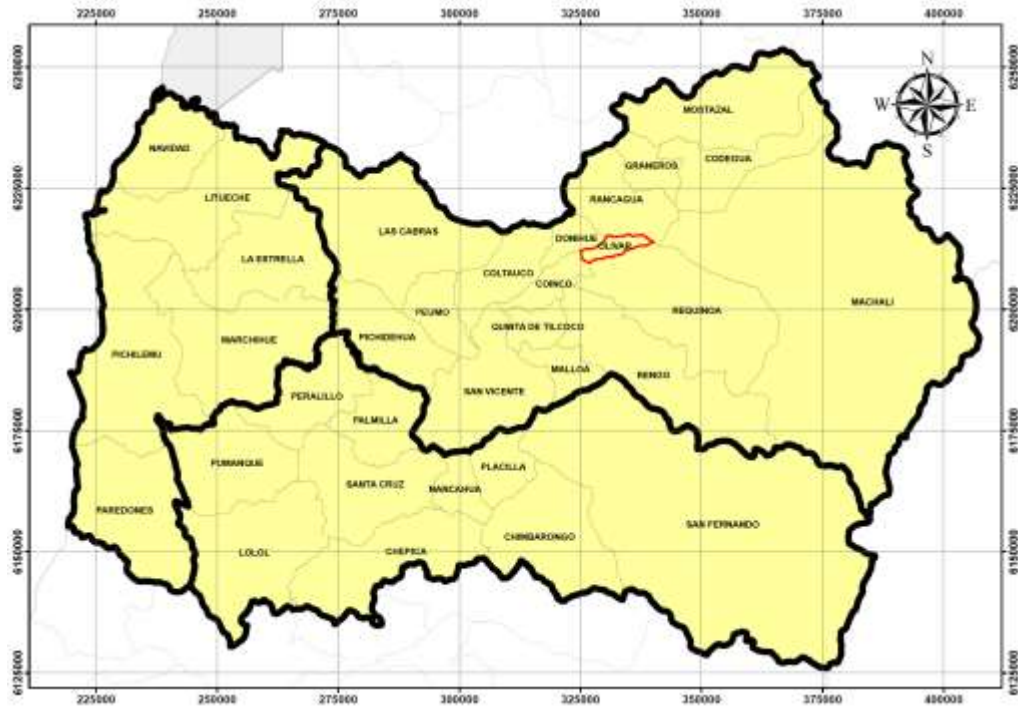
- Por las razones anteriormente expuestas se considera no incluir la definición de estas áreas de riesgo al Plan Regulador Comunal en actualización debido a que se incurre en errores de definición asociados a la normativa urbana de Planificación. Por tal motivo se considera necesario una definición más exhaustiva para la definición de áreas de inundación, lo cual no fue posible de realizar por la falta de antecedentes existentes en el estudio, para realizar una revisión exhaustiva de los cruces de variables cartográficas que se utilizaron para la definición de las áreas de inundación, y de esta manera considerar los elementos utilizados (ríos – canales – esteros) y hacer los cruces en base a la metodología ya aplicada, para nuevamente definir las superficies. Otra alternativa para considerar las áreas de riesgo es definir las a partir de lo que se define en el PRI de Rancagua, pese a que la escala de trabajo no permitiría el acercamiento local detallado.

2 ÁREA DE ESTUDIO

Localización y Situación Geográfica

La comuna de Olivar se localiza entre los 34° 11' y 34° 14' de latitud sur; y entre los 70° 44' y los 70° 54' de longitud oeste. Situada en el sector norte y central de la VI Región, Provincia de Cachapoal. Limita al norte con las comunas de Rancagua y Doñihue, al oeste con la comuna de Coinco, al sur con la comuna de Requínoa y al este con la comuna de Rancagua. La superficie territorial de la comuna abarca una extensión de 46,9 km².

Imagen 1. Localización Territorio Comunal.



Fuente: Elaboración propia.

En la Comuna de olivar se definen dos áreas urbanas, las que dadas sus características y proyección permiten identificarlas como tal, estas son: Localidad de Olivar Alto y Gultro. Ambas se localizan al sur de la ribera sur del río Cachapoal, existiendo conexión entre ambas a través de la ruta H - 40.

3 MARCO JURÍDICO

El fundamento de las proposiciones del Plan, sus objetivos, metas y justificación, corresponden de manera específica a los respectivos estudios especiales de capacidad vial, equipamiento comunal, de factibilidad y de riesgos.

El estudio de Riesgos con sus respectivas áreas de restricción y condiciones están contempladas en los artículos 2.1.17 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC).

De acuerdo a la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC) en el artículo 2.1.17 los planes reguladores comunales podrán definir áreas restringidas al desarrollo urbano, por constituir un peligro potencial a los asentamientos humanos.

Las áreas de restricción se pueden definir como:

- Zonas no edificables: entendidas como 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. corresponderán a aquellas franjas o radios de protección de obras de infraestructura peligrosa, tales como aeropuertos, helipuertos, torres de alta tensión, embalses, acueductos, oleoductos, gaseoductos, u otras similares, establecidas por el ordenamiento jurídico vigente.

- Áreas de riesgo, las cuales corresponden a aquellos territorios en los que con previo estudio fundado, se limite determinado tipo de construcciones por razones de seguridad contra desastres 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.

Las "áreas de riesgo" se determinarán en base a las siguientes características:

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.
3. Zonas con peligro 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.

La definición de áreas de riesgo para el presente informe se ajustará a aquellas definidas por la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC) mencionadas con anterioridad, cuya finalidad es establecer normas urbanísticas adecuadas en aquellas superficies coincidentes con áreas de riesgos con el fin de mitigar o disminuir los riesgos.

De acuerdo a la OGUC, 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.

4 DIAGNÓSTICO O CARACTERIZACIÓN GENERAL

4.1 Caracterización del Medio Físico Natural

“El Medio Físico Natural” es el espacio natural en su situación actual tras los procesos de transformación generados por la dinámica natural y por el hombre a lo largo de su historia. (Segado ,1996).

La caracterización del medio físico natural comprende el análisis de las siguientes variables: condiciones meteorológicas locales, geomorfología, geología, hidrogeología, hidrografía, suelos y vegetación.

4.2 Aspectos Meteorológicos Locales

La comuna de Olivar cuenta, en general, con las mismas características climáticas de la zona central del país. Siguiendo la clasificación de Humberto Fuenzalida P. (CORFO, 1950), le corresponde un Clima Mediterráneo (templado - cálido), con lluvias invernales y estación seca prolongada, de 7 a 8 meses. Esto equivale según la clasificación climática de Köppen, a la influencia del clima *Templado Cálido con estación seca prolongada*.

A nivel local, los eventos meteorológicos se alteran territorialmente por la influencia del relieve.

La dinámica de las temperaturas presenta promedio anual de 13,9 ° C, de acuerdo a los datos disponibles por la DGA para la estación de Graneros en el año 1990, la más cercana a la comuna. Con un promedio mensual máximo de 19,7°, mientras la temperatura mínima, promedio de este año bordea los 8,7. Los registros de temperatura para esta estación las siguientes características:

- Los registros térmicos son menores en los meses invernales, debido a la presencia de perturbaciones frontales que disminuyen la cantidad de radiación solar; y debido al ángulo de incidencia de los rayos solares (oblicuos) sobre el hemisferio sur.
- Los registros son mayores en época estival debido a que existe mayor exposición solar y no existen prácticamente perturbaciones atmosféricas, dominando el Anticiclón del Pacífico.

Las precipitaciones que caen en el territorio comunal, surgen de la inestabilidad aportada por las perturbaciones frontales entre el Frente Polar y el Anticiclón del Pacífico, cuando éstos se estacionan sobre la Zona Central en época invernal. Las lluvias alcanzan sus valores máximos entre los meses de mayo y agosto (361,7 mm), de esta situación se infiere que, en estos meses cae alrededor de un 80,5 % del total de precipitación anual; por lo tanto, los demás meses son más secos, descendiendo notablemente los montos de lluvias.

Ejemplo de la situación anterior, es la estación de Rancagua DCP para el año 2010 (código BNA: 06010015-2), estación ubicada en las cercanías de la comuna de Olivar, cuyo medio físico posee similitudes.

Tabla 1. Precipitaciones Mensuales – Estación Rancagua (Año 2010).

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2010	0	0	1	1	48,5	108,5	50,5	8	22	14	17	0,5

Fuente: DGA, Información oficial hidrometeorológica.

El río Cachapoal posee un régimen mixto, existiendo algunas denominaciones de estaciones pluviométricas con régimen nival como: Río Cachapoal junta con río Cortaderal y Cachapoal en puente Termas de Cauquenes, esta última estación se ubica aguas arriba del río cercano a su nacimiento por este motivo su régimen y en definitiva este es el que alimenta el curso inferior, el que escurre por la comuna de Olivar, o mixto como es el caso del Río Cachapoal en Puente Arqueado, el cual se ubica cercano a la localidad de las Cabras. En el sector que escurre en la comuna de Olivar este es régimen mixto debido a que su caudal es alimentado tanto por precipitaciones como por deshielos.

Tabla 2. Caudales medios mensuales de la estación Río Cachapoal en puente Termas de Cauquenes.

AVO	ENE	ΦEB	MAP	ABP	ΜΑΨ	ϑΥΝ	ϑΥΛ	ΑΓΟ	ΣΕΠ	ΟΧΤ	ΝΟϑ	ΔΙΧ
2010	119,98	47,31	20,95	5,72	4,11	5,32	3,69	3,68	2,48	2,73	15,88	22,28

Fuente: DGA, Información oficial hidrometeorológica.

Tabla 3. Caudales medios mensuales de la estación Río Cachapoal en puente Arqueado.

AVO	ENE	ΦEB	MAP	ABP	ΜΑΨ	ϑΥΝ	ϑΥΛ	ΑΓΟ	ΣΕΠ	ΟΧΤ	ΝΟϑ	ΔΙΧ
2010	59,76	34,61	48,82	50,76	24,34	50,67	41,21	-	-	11,84	11,20	5,57

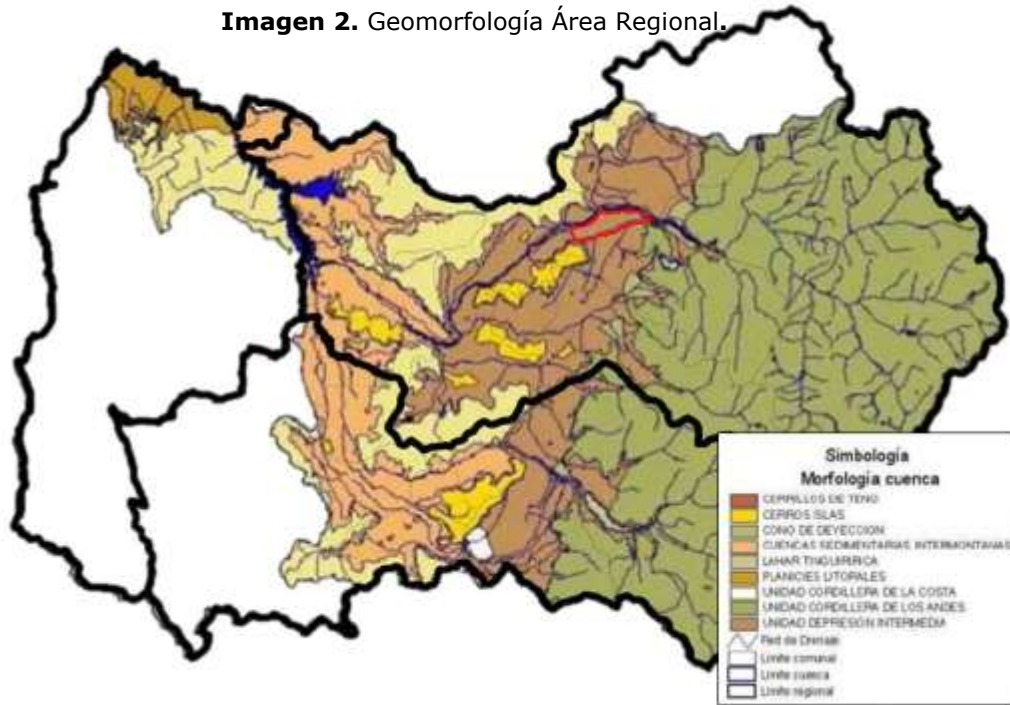
Fuente: DGA, Información oficial hidrometeorológica.

En ambas existen caudales promedios altos en el mes de enero, sin embargo es posible identificar un cambio en los meses invernales en la estación Cachapoal en Puente Arqueado, donde existe aumento en los meses de junio y julio, lo que entrega evidencia de su régimen mixto. Entre ambas estaciones se encuentra la comuna de Olivar, si bien son varios kilómetros de distancia el dato presenta permite identificar el factor relieve y su influencia en los caudales. La comuna de Olivar se encuentra en superficies de valle, el río Cachapoal escurre entre la primera estación mencionada (Cachapoal en puente termas de Cauquenes) que se encuentra a una altura de 700 msnm mientras que Cachapoal en puente Arqueado se ubica a una altura de 115 msnm, por este motivo sus regímenes de alimentación son distintos y se puede establecer que la comuna presenta un régimen mixto debido a su ubicación a lo largo del escurrimiento del río.

4.3 Geomorfología

La Comuna de Olivar se ubica en la unidad de relieve denominada Depresión Intermedia. No obstante, también se identifican unidades menores de relieve como los conos de deyección o aluviales y los cerros islas.

Imagen 2. Geomorfología Área Regional.



Fuente: Elaboración propia en base a PROT (2014).

En la imagen 2, se observa en color rojo el área comunal de Olivar. Esta imagen expone la morfología del área regional. La comuna de Olivar se emplaza sobre superficies de la unidad depresión intermedia como se mencionaba anteriormente (en color café en la imagen). Las unidades restantes no se evidencian a esta escala sin embargo es posible identificar el cerro petacas al sur poniente de la comuna (cerro isla) que da origen además a formaciones de depósito de material en forma de cono, las cuales también son evidente en el cambio de unidad cordillerana a depresión intermedia sobre las terrazas fluviales del río Cachapoal al oriente de la comuna.

- Depresión Intermedia

La Depresión Intermedia de la comuna de Olivar se desarrolla con una forma de cuenca abierta, ocupando la porción sur del valle del río Cachapoal.

Esta unidad de relieve integra el sector central de la denominada Cuenca de Rancagua. Posee una topografía plana, levemente inclinada en sentido NE-SW, con una altitud promedio de 480 m de altitud, las pendientes son inferiores al 5 %, característica que demuestra una severa limitación para el escurrimiento del agua superficial.

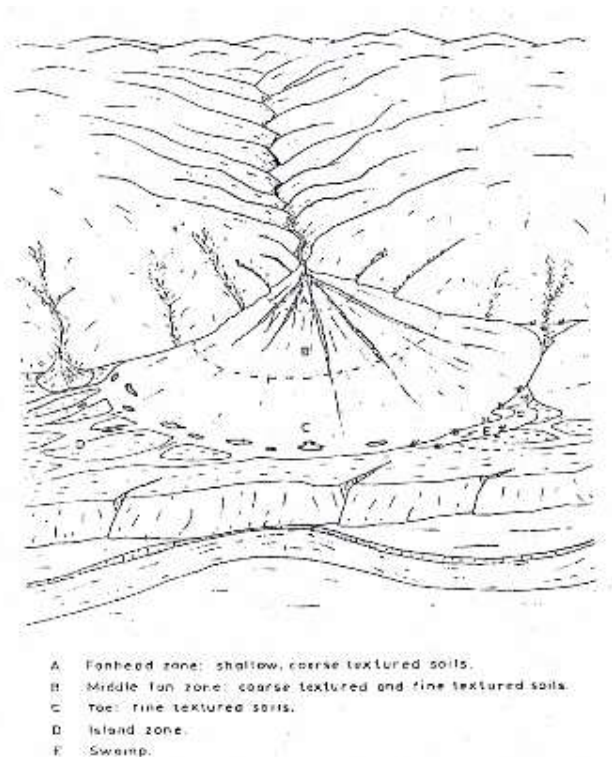
La comuna de Olivar se asienta sobre llanos de sedimentación fluvial labrados por el río Cachapoal, los cuales favorecen el desarrollo de suelos aluviales aptos para sustentar una economía agrícola, que implica la irregularidad de las precipitaciones (inundaciones, sequías y lluvias tardías de primavera que arruinan los cultivos).

Siguiendo el patrón de distribución poblacional del centro y sur del país, la depresión intermedia de la comuna concentra los centros poblados más importantes, destacando la localidad de Olivar (capital comunal); y los centros poblados de Gultro, Lo Conti, Olivar Alto, Guadalupe, El Almendral, El Encanto, Santa Eugenia, La Esperanza, Los Bajos, Las Petacas y Olivar Bajo.

- Conos de deyección

Los conos de deyección son acumulaciones de material sedimentario no consolidado, enclavados en las desembocaduras de ríos y quebradas mayores. Están integrados por una alternancia de depósitos de remoción en masa, depósitos fluviales y mantos de crecidas de escurrimientos superficiales de agua, que en conjunto conforman abanicos aluviales de estructura radial y pendientes que fluctúan entre los 5 ° y 20 ° o más.

Imagen 3. Conos de deyección.



Fuente: Schmidt – Tomé, 1996.

La presencia de los conos de deyección se asocia a la ladera de exposición norte del cerro Las Petacas (727 m de altitud), frente a la localidad de Olivar Bajo en el límite surponiente de la comuna. Los sistemas de quebradas labrados en la ladera norte del cerro Las Petacas, forman conos aluviales vinculados a pequeños fondos de cauces que en general son de carácter intermitente, pero torrenciales cuando son activados por eventos de lluvias intensas.

- Cerros Islas

La única evidencia de cerros islas en Olivar la conforma el citado cerro Las Petacas, el que se asienta sobre la Cuenca de Rancagua correspondiendo a una estampa del relieve terciario existente antes del hundimiento de la Depresión Intermedia.

Desde un punto de vista litológico, el cerro Las Petacas se encuentra constituido por rocas cristalinas (graníticas) de fines del Mesozoico y de principios del Terciario Inferior (100 millones de años); y también por materiales consolidados pertenecientes al volcanismo de edad terciaria (tobas volcánicas), de unos 80 millones de años aproximadamente.

4.4 Geología

En Olivar se advierten dos tipos de unidades geológicas: los depósitos consolidados (sustratos rocosos) y los depósitos no consolidados.

Los depósitos rocosos están integrados por rocas de la formación geológica Lo Valle. La Formación Lo Valle (Klv), constituye el material consolidado que conforma la estructura litológica del cerro Las Petacas. En esta formación se engloban depósitos de secuencias volcanoclásticas (fragmentos de rocas volcánicas), predominando las coladas de lavas pertenecientes al Cretácico Superior (100 millones de años). Se identifican además, stocks de rocas dioríticas cuarcíferas y granodioríticas, mezclados con piroxeno y biotita (rocas volcánicas básicas). En estos depósitos existe un predominio de lavas básicas intrusivas de olivinos y piroxenos, en cuya base es común encontrar hasta 100 m de niveles sedimentarios, consistentes en conglomerados de clastos volcánicos y areniscas verdosas de grano grueso.

Los depósitos geológicos no consolidados conciernen a los materiales sedimentarios de origen cuaternario.

Los *Sedimentos Fluviales Actuales (Qf)* se relacionan genéticamente con el lecho actual del río Cachapoal. En su composición predominan bloques, rodados, cantos, gravas y gravas arenosas de fragmentos de rocas volcánicas intrusivas de carácter redondeado; y también lentes arenosos con escasos niveles de limos y arcillas, depositados durante las crecidas torrenciales de los cauces.

Foto 1. Depósitos fluviales actuales del río Cachapoal en el sector de Guadalupe, en el límite norte de la comuna.



Fuente: Foto obtenida por Consultor José Luis Celedón Sánchez.

Los *Depósitos Fluviales Antiguos (Qfa)* están pobremente consolidados, se relacionan principalmente a los cursos abandonados del río Cachapoal; es decir, aquellos brazos secos de escorrentía que están dentro del lecho y a las terrazas o llanos de inundación adyacentes al curso actual. De acuerdo a su composición, estos depósitos están mezclados por gravas y gravas arenosas redondeadas del tipo volcánico intrusivo.

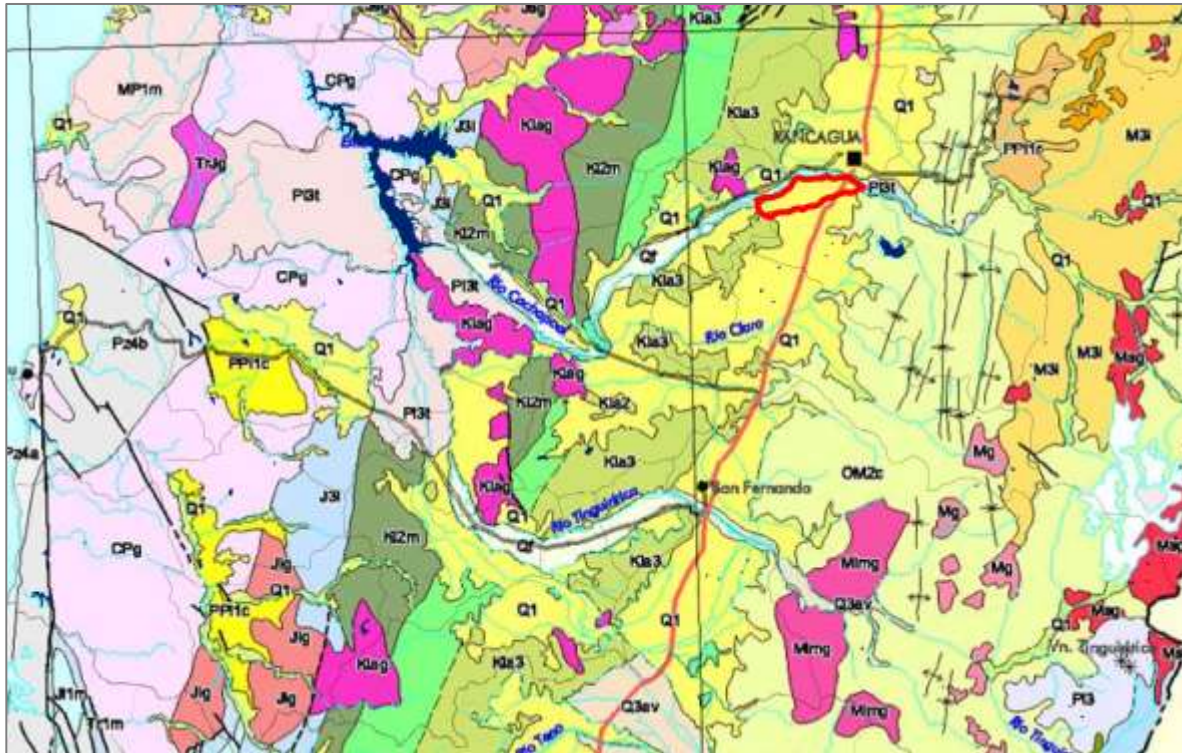
De acuerdo a la Carta Geológica de Chile (SERNAGEOMIN, 2003) se define una un área Kia3 que corresponde a secuencias y complejos volcánicos continentales, lavas y brechas basálticas a andesíticas, rocas piroclásticas andesíticos a riolíticas, escasas intercalaciones sedimentarias. Dentro de esta secuencia volcánico sedimentario es posible a una mayor escala identificar sedimentos coluviales asociados a estos sistemas y depósitos aluviales de piedmont.

- Los *Sedimentos Coluviales (Qc)* están ubicados en los sistemas de quebradas emplazados en la ladera norte del cerro Las Petacas. Estos depósitos están formados por clastos y bloques de fragmentos de rocas mal seleccionados (sin selección granulométrica u ordenamiento), movilizadas gravitacionalmente y adosados a las laderas del cerro, con pendientes de más de 30°.
- Los *Depósitos Aluviales de Piedemonte (Qap)* se ubican en los basamentos de la ladera con exposición norte del cerro Las Petacas. Están integrados por una alternancia de depósitos aluviales, coladas de barro y de detritos, conformando abanicos aluviales de estructura radial (conos de deyección), con pendientes comprendidas entre los 10° y 25°.

Los *Depósitos Aluviales (Qa)* se caracterizan por ser capas de sedimentos estratificados de forma desordenada, moderadamente consolidados, estableciendo abanicos aluviales de 2 a 10 km de radio. Esta formación está fundada por depósitos torrenciales de muy mala selección, incluyendo arenas, limos, arcillas, bloques y rodados de extensión y espesor muy irregulares. Abarcan los terrenos agrícolas y habitados colindantes a la ribera sur del río Cachapoal; es decir, la mayor

parte de la superficie de la comuna. Este tipo es posible encontrarlo en Q1 que se define como: depósitos aluviales y coluviales y de remoción en masa; en menor proporción fluviales, deltaicos, litorales o indiferenciados. (SERNAGEOMIN, 2003)

Imagen 4. Carta Geológica de Chile- Selección Olivar



Fuente: Carta Geológica de Chile (SERNAGEOMIN)

4.5 Hidrogeología

Depósitos Consolidados

La unidad de rocas consolidadas presente en Olivar carece de importancia hidrogeológica; porque en ellas existe ausencia de porosidad primaria y baja permeabilidad. Cuando se encuentran porosidades en las rocas, estas son de tipo secundario derivadas de la interacción entre diaclasamiento de la roca (fractura), fallamiento, erosión y meteorización.

La formación Lo Valle, con escaso desarrollo de cobertura vegetal y de suelos, sumado a su topografía inclinada, acentúan el escurrimiento de las aguas pluviales en perjuicio de los procesos de infiltración y posterior percolación. En esta formación, la presencia de capas de rocas

y sedimentos estratificados atribuye limitantes adicionales a la infiltración hacia los horizontes en profundidad.

Depósitos no Consolidados

Referente al comportamiento hidrogeológico, las unidades de depósitos no consolidados (cuaternarios) son los de mayor importancia en cuanto a regular la presencia, calidad, cantidad y disponibilidad de agua subterránea albergadas en ellos.

Los Depósitos Fluviales Asociados a Cauces Actuales (Qf) localizados en la caja del río Cachapoal, disponen de acuíferos de escurrimiento libre, cuyos niveles de agua subterránea se ubican a una cota semejante con el nivel de aguas superficiales de los cauces actuales, siguiendo la trayectoria de estos últimos. La buena recarga que revelan los acuíferos, ya sea por infiltración fluvial o precipitaciones, admite que estos horizontes se encuentran saturados, en donde el almacenamiento subterráneo es viable. Normalmente, tienen profundidades menores a 15 m y caudales que oscilan entre los 10 y 20 l/s.

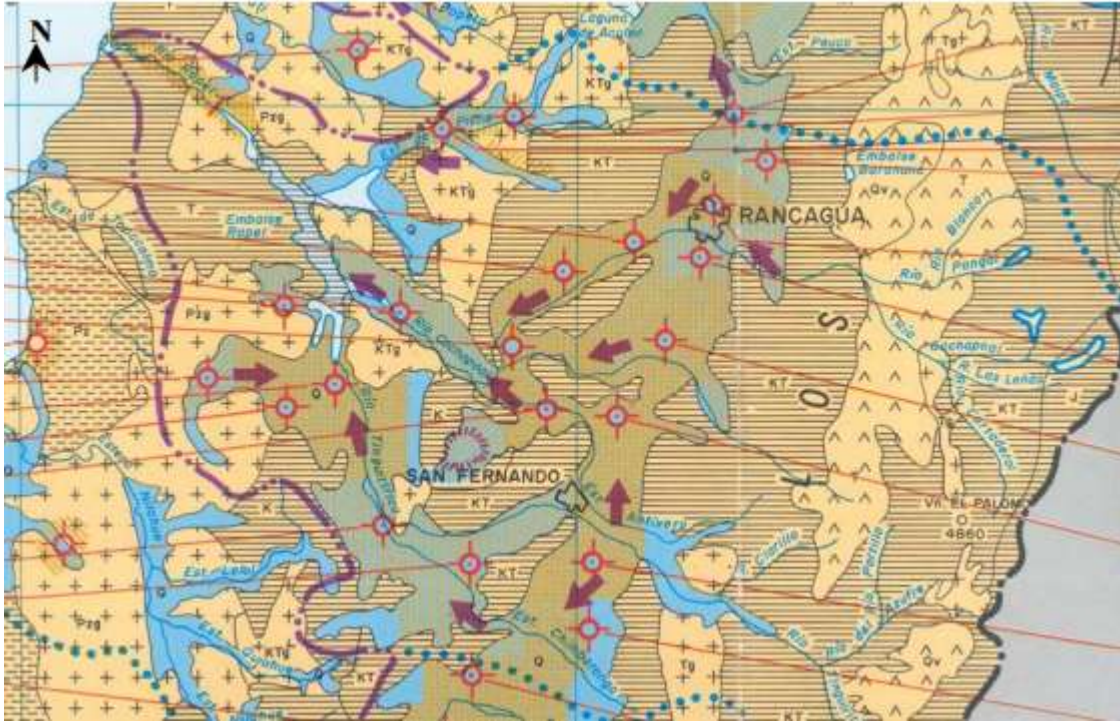
Los Depósitos Fluviales Antiguos (Qfa), ubicados en los brazos abandonados y terrazas fluviales contiguos al río Cachapoal, poseen escasa extensión areal y permeabilidad; por lo tanto, no poseen extracciones de agua subterránea.

Los Depósitos Aluviales de Piedemonte (Qap) y Coluviales (Qc) ubicados en las quebradas y conos de deyección del cerro Las Petacas; presentan grandes variaciones granulométricas que inciden en las variaciones de permeabilidad. Hacia los sectores altos de los conos de deyección predominan permeabilidades altas a muy altas, mientras que en los basamentos son de rangos medios a bajos.

Los Depósitos Aluviales (Qa), se extienden en casi toda la superficie de la comuna, en los terrenos donde se emplaza Olivar y las principales localidades habitadas. Los depósitos reunidos en esta formación componen una serie alternada, muy variada en granulometría. Se identifican acuíferos semiconfinados en la superficie, gradando a mantos confinados (zona saturada de agua de carácter impermeable) en los niveles más profundos de la secuencia.

El área donde se emplaza la comuna de Olivar existe un acuífero que se desplaza desde Rancagua Hacia el sur, guiando su recorrido por el curso del Río Cachapoal. Este acuífero se socia a los depósitos fluviales actuales y aluviales mencionados con anterioridad, los cuales permiten la infiltración de agua y alimentación de acuíferos semiconfinados.

Imagen 5. Mapa Hidrogeológico de Chile.



Fuente: DGA, 2004.

4.6 Hidrología

El único sistema hidrológico de la comuna de Olivar es el río Cachapoal. Drenando un área de 6.370 km² que forma parte de la cuenca hidrográfica del río Rapel, el que abarca una superficie de 14.177 km². Su caudal promedio bordea los 69,3 m³/seg, de acuerdo a DGA (2004).

El río Cachapoal nace a los pies de las cumbres Pico del Barroso (5.113 m) y Nevado de los Piuquenes (4.460 m), lugar donde es alimentado por varias lenguas de glaciares. En los sectores cordilleranos tributan al Cachapoal una serie de afluentes, siendo los principales los ríos Las Leñas, Cortaderal y Los Cipreses; y el más importante el río Pangal, formado por los ríos Blanco y Paredones. Cerca de la localidad de Coya recibe las aguas del río homónimo y más abajo las aguas del río Claro. En los entornos de esta confluencia se encuentra la Central Hidroeléctrica Sauzal que genera 76.000 kw. de potencia.

El régimen de alimentación del río Cachapoal es mixto nivopluvial. Sin embargo, en Olivar las crecidas invernales son las más frecuentes derivadas de eventos pluviales intensos. Al respecto, las precipitaciones medias que recibe la cuenca hidrográfica es del orden de los 450 mm (en la comuna), cuya mayor parte se pierde por evaporación y evapotranspiración.

Mediciones realizadas en el puente de la Ruta 5 Sur (2000) demuestran que existen dos crecidas substanciales, siendo la más importante en los meses de Julio, Agosto y Septiembre con 148, 174 y 143 m³/seg, respectivamente. La segunda crecida destacada se registra en Diciembre (115 m³/seg) y Enero (95 m³/seg).

El límite norte de la comuna es recorrido por el curso medio del río Cachapoal, en una extensión aproximada de 15 km de longitud. En esta sección, el río posee un ancho promedio de 150 m y sus aguas son utilizadas intensamente en el riego, mediante sistemas de canales que irrigan los campos de cultivos de la comuna. (Ver fotografía N°2).

Foto 2. Lecho del río Cachapoal en el sector de Guadalupe



Fuente: Foto obtenida por Consultor José Luis Celedón Sánchez.

La sección del río que se extiende en el límite norte de la comuna se encuentra contaminado por concentraciones de cobres muy altas (10 o más veces por sobre lo permisible). Dicha contaminación proviene de la lixiviación natural en el mineral de cobre El Teniente, vertida y encauzada a través del río Coya en la comuna de Machalí. El contenido abundante de cobre en las aguas implica un menor rendimiento de las labranzas de la comuna, y en algunas situaciones, la muerte de los cultivos.

4.7 Suelos

El suelo es un recurso natural no renovable compuesto por partículas de arenas, limos y arcillas; el que posee propiedades intrínsecas: físicas, químicas, biológicas e hidrológicas.

- **Origen y Series de Suelos**

El material generador del suelo está relacionado con una sucesión de procesos que efectúan permanentes cambios en él. El origen y las características del suelo están determinados por la interacción de cinco factores de formación: el clima, los organismos al interior de él, la topografía, el material generador y el tiempo de formación.

Los suelos de Olivar han sido clasificados por CIREN (1996), los cuales se agrupan en series y sus diferenciaciones específicas. En la Tabla 4 se muestran las series de suelos presentes en la comuna.

Tabla 4. Series de Suelos en Olivar

SERIE CARTOGRÁFICA	NOMBRE DE LA SERIE	ÁREA (Ha)	%
OLV	OLIVAR	947	20 %
RNG	RANCAGUA	885	19 %
CCH	CACHAPOAL	675	14 %
HGS	O' HIGGINS	647	14 %
GUL	GULTRO	89	2 %
IND	INDUSTRIAS	24	1 %
RIO	CAJA DE RIO	775	16 %
OTROS		737	16 %
TOTAL COMUNA		4.690	100%

Fuente: Mapa Básico de Suelo y Capacidad de Uso: Olivar Alto (3410 - 7045), escala 1:20.000. CIREN, 1992.

A continuación, se caracterizan las series de suelos más representativas e importantes de la comuna de Olivar.

Los suelos de la Serie Olivar (OLV), se ubican en la parte central de la comuna, conformando los terrenos de la capital comunal y de las localidades de El Encanto, Olivar Alto, Santa Eugenia, Santa María y El Almendral. La Serie Olivar posee una génesis aluvial que ocupa una posición baja, desarrollándose en planos depositacionales de topografías planas a ligeramente onduladas. Son suelos que se han formado por depósitos del río Cachapoal. Sobre esta serie descansan suelos de capacidad de uso I, II y IV, series con capacidad e uso agrícola principalmente existiendo limitaciones para las dos últimas.

Los suelos de la *Serie Cachapoal (CCH)*, se sitúan inmediatamente contiguos a la ribera sur del río homónimo, presentes en las localidades rurales de Los Bajos, La esperanza, Guadalupe y Las Alpargatas, También se han identificado en el extremo surponiente de la comuna (localidades de Las Petacas y Cuarta Hijueta) y en los sectores de Lo Conti, Gultro y Yungay. En lo referente a las características del perfil, los suelos de esta serie son de origen aluvial los cuales ocupan posiciones bajas, cuya topografía es plana a ligeramente ondulada. Los materiales estructurantes han sido depositados por las avenidas del río Cachapoal conformando terrazas aluviales recientes. La litología del perfil está fundada por limos y arenas de composición mixta, dispuestas sobre gravas con matriz arenosa. Los suelos están limitados para algunos

cultivos, especialmente frutales (manzanos y almendros) y viñedos. Sobre esta serie descansan suelos de capacidad de uso IIIs, IVs y VIIs, corresponden a suelos con mayores restricciones no arables, existiendo en el último tipo una aptitud preferentemente forestal.

La Serie Rancagua (RNG), está situada en el extremo suroeste de la comuna, comprendiendo los terrenos de las localidades de El Crucero y Olivar Bajo, junto con sus alrededores. La serie congrega suelos de origen aluvial, profundos (120 cm) que se presentan en una topografía plana, en profundidad se presenta un substrato de gravas y piedras con matriz arenosa. Los suelos son aptos para cualquier cultivo, incluyendo hortalizas, cereales, frutales y viñas. Sobre esta serie yacen suelos de capacidad de uso I y IIw, suelos de aptitud agrícola.

La Serie O'Higgins (HGS), se ubica en terrenos situados al sur y al norte de Olivar. Se caracteriza por ser un suelo de origen aluvial, plano que ocupa posiciones bajas. Está compuesto fundamentalmente por limos y arcillas de composición mixta asentados sobre fases de gravas con matriz arcillosa y arenosa, posee una profundidad de 130 cm, donde el substrato rocoso aparece cerca de los 110 cm. Al igual que la Serie Rancagua, los suelos son aptos para cualquier cultivo, con capacidad de uso I, sin limitaciones para los cultivos y sin riesgo de erosión.

▪ **Capacidad de Uso de los Suelos**

La congregación de los suelos en Clases de Capacidad de Uso corresponde a una ordenación de los suelos existentes, para señalar su adaptación a ciertos cultivos; como también, las dificultades y los riesgos que se pueden presentar al utilizarlos.

Las clases convencionales para definir la capacidad de uso son ocho, designadas con números romanos del I al VIII, ordenadas según sus graduales limitaciones y riesgos en el suelo.

A continuación, en la Tabla 5 se muestran las capacidades de uso y sus superficies respecto al total del territorio comunal.

Tabla 5. Series de Suelos en Olivar

CLASE DE CAPACIDAD DE USO	ÁREA (Ha)	% A NIVEL COMUNAL
Clase I: Arable, sin limitaciones.	1.219	26 %
Clase II: Arable con ligeras limitaciones	1.126	24 %
Clase III: Arable con moderadas limitaciones.	610	13 %
Clase IV: Arable con severas limitaciones.	516	11 %
Clase VII: No arable, aptitud preferentemente forestal.	281	6 %
Sin Suelo	938	20 %
TOTAL	4.690	100 %

Fuente: Mapa Básico de Suelo y Capacidad de Uso: Olivar Alto (3410 - 7045), escala 1:20.000. CIREN, 1992.

Los suelos de Clase I se ubican en la sección central y poniente de la comuna, involucrando los terrenos rurales circundantes a la localidades de Olivar, El Encanto, Olivar Bajo y Santa Eugenia, encarnando el 26 % de los suelos de la comuna (1.219 Ha). Los suelos de esta clase poseen muy pocas limitaciones que restrinjan su uso, se asientan sobre topografías casi planas, desarrollando gran profundidad, encontrándose bien drenados; y además, tienen una muy alta calidad agronómica. En la actualidad, sobre estos suelos se disponen parronales, viñedos y cultivos de frutales, especialmente nectarines y manzanas.

Los suelos de Clase II, se sitúan en los terrenos ubicados en el extremo surponiente de la comuna, en los alrededores de la localidad de El Crucero (Serie Rancagua). Esta clasificación agrupa suelos que manifiestan ligeras limitaciones que reducen la elección de los cultivos, necesitando prácticas moderadas de conservación. Se definen por ser suelos planos con ligeras pendientes (hasta 3 %). Representan el 24 % de los suelos de Olivar (1.126 Ha), se emplazan en el sector central de la comuna, adyacentes a la clase I. Dentro de la capacidad de uso II clase se diferencian los suelos Clase IIw.

En Olivar se identifican suelos de la *Clase III*, emplazados en terrenos ubicados en el extremo suroeste de la comuna, al norte de las localidades de Olivar y Olivar Bajo y al sur de los centros poblados de Gultro y Lo Conti, abarcando el 13 % de la superficie de suelos de la comuna (610 Ha). Los suelos de esta categoría ostentan moderadas limitaciones en su uso, con restricciones para la elección de los cultivos; identificándose cultivos de cerezas, duraznos, almendros, parronales y chacras.

La *clase IV (con gradación a IVs)* conforman el 11 % de los suelos de Olivar (516 Ha). Se encuentran ubicados al noroeste y noreste de la localidad de Lo Conti, en los alrededores de los sectores La Esperanza y Curepto. Los suelos de esta categoría lucen severas limitaciones, porque, son suelos poco profundos, muy delgados, presentando texturas, estructuras y drenaje muy pobre con escasa retención de agua. Lo que restringe los cultivos; siendo los más habituales los parronales y las chacras para consumo familiar.

Los suelos con capacidad de uso *Clase VII*s ocupan el 6 % de la superficie comunal (281 Ha), desarrollándose en las terrazas aluviales contiguas al cauce del río Cachapoal (sector de Las Alpagatas y al noreste de Gultro). Son suelos con severas limitaciones, inadecuados para cultivos agrícolas. Tradicionalmente, su uso se reserva para el pastoreo y los cultivos forestales nativos e introducidos con valor comercial.

Las *Áreas Sin Suelo* comprenden el 20 % del espacio territorial de Olivar (938 Ha), asociadas particularmente a la caja del río Cachapoal.

▪ Estado de los Suelos

La comuna de Olivar tiene topografías que oscilan desde pendientes muy suaves a moderadamente suaves (inferiores al 5 %), con terrenos frecuentemente cultivados; esta situación implica que la capacidad de erosión, desbaste y arrastre de las precipitaciones intensas sea moderada; por ello, la erodabilidad potencial de los suelos es reducida. Estos suelos

manifiestan una muy baja fragilidad frente a fenómenos meteorológicos intensos y ocasionales. Los procesos de erosión que pueden surgir en estos suelos derivan de malas prácticas agrícolas y de conservación (quemadas y monocultivos sin rotación de especies), deterioro físico del suelo (compactación y subsidencia de los horizontes orgánicos), deterioro químico producto de la contaminación, acidificación y salinización del perfil, y erosión hídrica.

Los suelos emplazados en el piedemonte del cerro Las Petacas tienen pendientes por sobre el 15 %, desarrollando suelos poco profundos con escaso nivel radicular. La fragilidad de los terrenos se ve acrecentada por la desaparición de la cubierta vegetal, sumado a la pérdida de los residuos vegetales de la superficie ocupados para la fabricación de tierra de hojas, conforman un escenario propicio para la degradación de los suelos manifestado por procesos de erosión lineal (regueras y cárcavas), aumentando la pedregosidad superficial.

De acuerdo al estudio de erosión de suelos realizado por CIREN (2010) existe en la Comuna de Olivar solo un 3% de su superficie erosionada, de las cuales se clasifican según la categoría moderada y severa. A nivel Regional existe un porcentaje mucho mayor que el que existe a nivel de la comuna de Olivar, el porcentaje de suelos erosionados a nivel regional corresponde a 53%, por lo que esta comuna así como aquellas comunas en las que predominan superficies de valle existe una superficie reducida de erosión.

4.8 Vegetación

De acuerdo a la caracterización vegetacional planteada por Gajardo (1994) basada en el carácter de las formas de vida, las adaptaciones, la estructura espacial, la composición florística, el origen fitogeográfico y aspectos ambientales relevantes, en la comuna de Olivar se identificó una formación vegetacional, la que se caracteriza a continuación:

- **Matorrales y Bosques Espinosos de la Cordillera de la Costa**

Su hábitat se encuentra limitado entre el contacto de la Cuenca de Rancagua y la ladera norte del cerro Las Petacas. Esta situación provoca una estratificación altitudinal de pisos vegetacionales. No obstante, estas comunidades optan por ubicarse sobre suelos relativamente planos; sin embargo, su adaptabilidad y enraizamiento admite posiciones de altas pendientes.

Los matorrales se superponen con árboles siempre verdes de gran resistencia a la sequedad y al calor. Entre las especies más comunes destacan el espino (*Acacia Caven*), el litre (*Lithraea caustica*) y especies xerófitas representadas por las suculentas columnares, como el chagual (*Puya chilensis*) y el quisco (*Trichocereus chilensis*) radicados sobre sustratos de suelos delgados, coluviales y altamente pedregosos.

- **Cultivos de Riego**

Los cultivos de riego se distribuyen sobre gran parte de la comuna, especialmente en los sectores rurales aledaños a los centros poblados. De acuerdo a lo observado en terreno, aproximadamente un 70 % de la superficie cultivada corresponde a cultivos de frutales, destacando los manzanos, almendros y nectarines, y en forma secundaria los parronales y viñedos. La especialización productiva de Olivar corresponde al tipo primario exportador, basado principalmente en la actividad frutícola de exportación y la actividad agrícola industrial (packing).

La importancia de la vegetación presente en la comuna está asociada a la capacidad de disminución de la acción mecánica de las precipitaciones en el suelo, y al arrastre de sus materiales por la escorrentía superficial. Una mayor densidad y cobertura vegetal favorecerá la retención de los materiales del suelo, disminuyendo los procesos de erosión hídrica.

5 RIESGOS NATURALES

El concepto de *riesgo natural o geográfico - físico* está relacionado con una serie de términos, que tienden a confundirse. Para evitar complicaciones en la interpretación de la terminología, el estudio se compondrá de acuerdo al siguiente referente conceptual.

El *riesgo geográfico - físico* está vinculado directamente con la exposición de los asentamientos humanos y de las actividades económicas a fenómenos naturales, que por su magnitud e intensidad alcanzan distintos horizontes de amenazas sobre la población, las obras de infraestructura y la propiedad, provocando un menoscabo parcial o total.

“El *desastre o catástrofe natural* es la materialización del riesgo percibido”.¹ La ocupación de áreas de riesgo por el ser humano establece el daño potencial de un evento natural. Al respecto, un evento natural extremo es sinónimo de desastre o catástrofe cuando el hombre y sus actividades se encuentran involucrados.

La catástrofe natural se puede generar por la ocurrencia de un evento natural extremo o por la conjunción de dos o más de estos (inundaciones, aluviones, terremotos, entre los más importantes) y determinadas situaciones de vulnerabilidad (instalación de residencias en sectores peligrosos, actividades mal localizadas, viviendas mal construidas).

Existe riesgo natural o geográfico físico si uno o más fenómenos peligrosos, como los citados anteriormente, sucediesen sobre situaciones o condiciones de carácter vulnerable.

Otro concepto involucrado es el de *área vulnerable*, vinculado a los sectores de la superficie terrestre (naturales y habitados) expuestos a la ocurrencia de procesos del medio físico natural, que según su magnitud pueden ocasionar cambios importantes en ellos, alterando su equilibrio y paisaje.

Las *áreas de riesgo* se relacionan a los sectores habitados de la superficie terrestre amenazados por la ocurrencia de eventos naturales.

¹ Whittow, J. “Disasters”. The University of Georgia Press. Athens, Georgia, 1979

En suma, el *riesgo geográfico – físico* corresponde a la probabilidad de ocurrencia de daños sociales, ambientales y económicos, surgidos por la afluencia de factores de amenaza y factores de vulnerabilidad sobre un territorio y tiempo de exposición determinado.

En la dimensión social, la ocurrencia frecuente de fuertes sismos, aluviones, coladas de barro y flujos de detritos implican una alta pérdida de vidas humanas. En el ámbito económico, el costo asociado con la destrucción de la infraestructura y equipamiento público y privado es de gran magnitud. La frecuencia y distribución de eventos naturales extremos pueden dar origen a daños y transformaciones profundas en el medio físico natural.

Factores como la acelerada urbanización de las ciudades, una economía donde el mercado regula las decisiones de localización de la población y de las actividades económicas, conforman un escenario estructurador que ha incitado la ocupación de áreas de riesgos a través de asentamientos poblados espontáneos o de programas habitacionales (vivienda social) impulsados por el Estado, los cuales no han tomado en cuenta las características y el dinamismo del sistema natural al momento de implementar una localización óptima de las diversas actividades.

La ocurrencia de eventos naturales a través de los años ha incidido claramente sobre diversos planos del desarrollo y de la planificación urbana; no obstante, los desastres pasados no han sido apropiadamente considerados por la sociedad y el Estado.

Conforme al dinamismo del medio físico natural, los fenómenos riesgos tienen distintos niveles de energía potencial, ya que pueden ir desde pausadas reptaciones de suelos hasta impetuosos flujos de barro, avalanchas e inundaciones. La comuna no está exenta a esta realidad; porque, entre los eventos naturales extremos existentes destacan las inundaciones y los movimientos en masa, avalados por fuentes históricas, municipales, actores comunales y la identificación de evidencias en terreno.

5.1 Riesgos Naturales de la Comuna de Olivar

Los riesgos naturales de la comuna de Olivar fueron identificados en el estudio de riesgos y protección ambiental que formó parte de la etapa de diagnóstico de la Reformulación de los Planes Reguladores de las comunas de Mostazal, Graneros, Codegua y Olivar el año 2006, el cual fue actualizado, adecuado en relación a los conceptos teóricos y a la regulación actual de la normativa de planificación para que ellos sean aplicados a una zonificación apropiada de las ciudades en estudio.

El estudio de riesgos abarca un estudio de fenómenos de inundación generados por cercanías a causas de esteros y ríos, y además por los fenómenos de remoción en masa o de erosión de los suelos y /o laderas.

5.2 Riesgos por Remoción en Masa a Nivel Comunal

“Los movimientos de remoción en masa corresponden a procesos gravitatorios, caracterizados por un movimiento (abrupto, lento, muy lento) que afecta a una porción específica del conjunto del terreno haciendo que este se desplace hasta una cota o nivel inferior a la original”.(HAUSSER, 1993)

Los movimientos en masa son las manifestaciones dinámicas más elocuentes de la inestabilidad de laderas o taludes (terrenos inclinados). La masa de terreno se desplaza por efectos que dependen de la naturaleza de los materiales, la cobertura vegetacional, la pendiente, movimientos sísmicos y del agua (precipitaciones intensas y deshielos).

Las partidas de material de un terreno por movimientos en masa se pueden producir en pocas horas sobre capas de suelos arcillosos blandos, esquistos, roca detrítica (fragmentos de rocas) y regolita o suelo desnudo.

5.2.1 METODOLOGÍA DETERMINACIÓN REMOCIÓN EN MASA

La metodología para la determinación de riesgos por remoción en masa, se sustenta en tres etapas fundamentales:

a) Recopilación y revisión bibliográfica: Consiste en obtención y revisión de información y bibliografía asociada al área de estudio y a los riesgos de remoción en masa, definiendo las características del territorio y las consideraciones respecto a ajustes metodológicos que requiera el área.

b) Fotointerpretación Geomorfológica: Identificar las unidades geomorfológicas de la intercomunal y los procesos que ocurren en el territorio comunal.

c) Levantamiento de información en terreno. Se realizarán dos tipos de terrenos:

- *Terreno de Observación:* Distinguir los elementos del medio geográfico-físico más importantes del territorio.
- *Terreno de Chequeo:* corroborar y rectificar el producto foto interpretado, para que la información de procesos geomorfológicos sea lo más fidedigna posible.

d) Síntesis de Riesgo por Remoción en Masa: El método a utilizar, será la superposición de capas de información a través de la utilización de los Sistemas de Información Geográfica, los cuales se utilizarán para ponderar la información por cada una de las variables.

Para la generación de la síntesis (Riesgo por Remoción en Masa), se analizaron 5 variables relacionadas con el desprendimiento de materiales y con la pérdida de suelos. Para esto se consideraron los siguientes elementos:

- Geología.
- Geomorfología.
- Pendientes.
- Exposición de laderas.
- Vegetación.

Cada uno de estos aspectos, más la información climática, permitirá reconocer los sistemas morfoclimáticos imperantes en el área de estudio y su vulnerabilidad para el desarrollo de fenómenos por remoción en masa. Cabe destacar que dichos sistemas permitirán ponderar de manera distinta las variables antes expuestas, asumiendo valores de mayor o menor peso. Los valores se ingresarán en una matriz, existiendo, por tanto, una matriz por capa informativa.

- Geología.

La Tabla siguiente se observan los valores por unidad geológica, para las formaciones y estructuras presentes en la comuna en estudio.

Tabla 6. Formación Geológica y peso relativo

Formación, Estructuras	Sigla	Peso Relativo	(vulnerabilidad)
Depósitos aluviales	Qa	1	Muy Bajo
Depósitos de cenizas volcánicas (ignimbritas Pudahuel)	Qip	1	Muy Bajo
Formación Lo Valle	Klv	2	Bajo
Formación Farellones	Tf	3	Medio
Depósitos aluviales de piedemonte	Qap	4	Alto
Depósitos coluviales (conos de deyección)	Qc	4	Alto
Rocas sedimentarias marinas y volcánicas nivas	Trs	4	Alto
Falla geológica	Fg	4	Alto
Depósitos fluviales antiguos	Qfa	4	Alto
Depósitos fluviales actuales	Of	5	Muy Alto
Formación Coya – Machalí	Kcm	5	Muy Alto

Fuente: *Elaboración propia.*

- Geomorfología.

Las características geomorfológicas de la comuna, se relacionan directamente con la evolución geológica de Los Andes de Chile Central y múltiples procesos dinámicos sobre el paisaje en distintos períodos. Cada unidad geomorfológica presenta un grado de susceptibilidad para desencadenar eventos de remoción en masa.

En el cuadro siguiente se detallan las unidades geomorfológicas con sus respectivos pesos relativos, y su categoría para desarrollar riesgos por remoción en masa.

Tabla 7. Unidades Geomorfológica y peso relativo

Unidades Geomorfológicas	Peso Relativo	Riesgo (Vulnerabilidad)
Depresión Intermedia	1	Muy Bajo
Cerros Isla	3	Medio
Cordillera de la Costa	3	Medio
Precordillera (C. de los Andes)	4	Alto
Conos de Deyección	5	Muy Alto
Lecho de inundación y Caja de Río	5	Muy Alto

Fuente: *Elaboración propia.*

- Pendiente.

La cobertura de pendientes tiene como objetivo determinar las variaciones topográficas dentro del área de estudio. Los límites de pendientes están definidos sobre la base de la siguiente clasificación:

Tabla 8. Pendientes y fenómeno asociado.

Pendiente	Fenómenos Asociados
0 - 5°	Erosión casi nula o difusa
5,1 - 8°	Erosión lineal, comienzo de regueras
8,1 - 15°	Profundización de regueras
15,1 - 20°	Erosión intensa, cárcavas incipientes
20,1 - 25°	Aparición de cárcavas y reptación. Movimientos de tierra superficiales activos
25,1 y más	Tendencia a desaparecer la erosión lineal. Comienzo de la erosión areal

Fuente: *Elaboración propia.*

Esta clasificación es válida para estudios del medio físico. Sin embargo, la metodología pretende abordar las pendientes en función a los posibles usos humanos, sobre la base de la siguiente clasificación (Survey of Kansas 1974, en MOPT).

Tabla 9. Pendientes y usos o actividad

Uso o Actividades	Clases de Pendiente, en Porcentaje (%)				
	0 - 3	3 - 5	5 - 10	10 - 15	Mayores de 15
Áreas de recreo	X	X	X	X	Sin límite
Estructuras urbanas	X	X	X	X	
Usos urbanos generales	X	X	X	X	
Carreteras	X	X	X		
Sistemas de Alcantarillado	X	X			
Urbanizaciones Convencionales	X			X	
Centros Convencionales	X	X			
Autopistas	X	X			
Aeropuertos	X				
Ferrocarril	X				
Operaciones con maquinaria y vehículos pesados	X	X	X	X	Hasta 54%

Fuente: "Guía para la Elaboración de Estudios del Medio Físico, Contenido y Metodología". Ministerio de Obras Públicas y Transporte. España, 1992²

Para estandarizar la clasificación de los fenómenos asociados a la erosión (medio físico) con la clasificación en función de los usos humanos (MOP) se transformará en grados, de manera de comparar ambos resultados.

En este estudio se generaron los siguientes rangos de pendientes, con los cuales se confecciono la síntesis:

Tabla 10. Pendientes y peso relativo

Rango de pendiente	Porcentaje	Denominación	Valor relativo	Riesgo (Vulnerabilidad)
0 - 5 grados	0 - 10	Suave	2	Bajo
5,1 - 15 grados	10 - 33	Moderada	3	Medio
15,1 - 25 grados	33 - 55	Excesiva	4	Alto
Mayor a 25,1 grados	Mayor a 55	Muy Excesiva	5	Muy Alto

Fuente: DPI-FABA, Plan Regulador Intercomunal de Aconcagua.

Esta clasificación relacionará rangos de pendientes con umbrales que desencadenan procesos erosivos y riesgos por remoción en masa. A mayor pendiente mayor es la erosión y la susceptibilidad para desatar fenómenos de remoción en masa

² Es tolerable, para cada uso, la clase de pendiente indicada con una X. Lógicamente, la anterior clasificación presupone que el uso del terreno se hace sin modificación de pendientes, dado que, mediante recursos técnicos y aumentando las inversiones, sería posible elevar los límites de pendiente para los usos anteriores, aunque esto implicaría, generalmente, una modificación de dichas pendientes.

- Exposición de laderas.

La exposición de laderas posee distintas implicancias en el medio físico, tanto en la cobertura vegetal como en el desarrollo de fenómenos geomorfológicos.

En este estudio se asumieron los siguientes valores de ponderación, de acuerdo al grado de insolación y a la vulnerabilidad para desencadenar riesgos por remoción en masa.

Tabla 11. Exposición y peso relativo

Exposición	Peso Relativo	Riesgo (vulnerabilidad)
Sur	1	Bajo
Este	2	Medio
Oeste	4	Alto
Norte	5	Muy Alto

Fuente: Elaboración Anteproyecto PRC (2006) José Luis Celedón Sanchez y equipo.

- Vegetación.

La vegetación es un factor de protección y estabilización del suelo, respecto a los procesos de erosión y deslizamientos. Sin embargo, el grado de protección varía sustancialmente de acuerdo al tipo de vegetación y al grado de cobertura de ésta, y además la inclinación del terreno.

En la siguiente tabla, se detallan los distintos valores relativos para cada tipo de vegetación presente en la comuna y el grado de protección del suelo; además del riesgo para generar movimientos en masa.

Tabla 12. Vegetación y grado de protección

Tipo de Vegetación	Peso Relativo	Grado de Protección	Riesgo (vulnerabilidad)
Terrenos de cultivo	1	Muy Alto	Muy Bajo
Bosque esclerófilo de la precordillera andina	2	Alto	Bajo
Bosque caducifolio montano	2	Alto	Bajo
Matorrales y bosques espinosos de la Cordillera de la Costa	3	Medio	Medio
Matorral esclerófilo andino	4	Bajo	Alto
Estepa alto-andina / suelo sin vegetación	5	Muy Bajo	Muy Alto

Fuente: Elaboración Anteproyecto PRC (2006) José Luis Celedón Sanchez y equipos.

En relación a los porcentajes de cobertura vegetal, se asignarán grados de riesgos con sus respectivos pesos relativos, los cuales se identifican en la siguiente tabla.

Tabla 13. Vegetación y peso relativo

Tipo de cobertura	Porcentaje de cobertura	Peso relativo	Riesgo (Vulnerabilidad)
Suelo desnudo	< a 5 %	5	Muy alto
Cobertura rala	5,1 - 10 %	4	Alto
Cobertura baja	10,1 - 30 %	3	Medio
Cobertura media	30,1 - 60 %	2	Bajo
Cobertura alta	> a 60,1 %	1	Muy Bajo

Fuente: Elaboración Anteproyecto PRC (2006) José Luis Celedón Sanchez y equipos.

Respecto al tipo de cobertura y su porcentaje se tiene que, a menor cobertura menor es el grado de protección del suelo, y mayor es la vulnerabilidad para desarrollar procesos de erosión y de remoción en masa en el suelo.

Como síntesis, con la información sobre tipo y cobertura de vegetación, se confeccionó la siguiente matriz de resultado:

Tabla 14. Matriz Síntesis

		Tipo de Vegetación (Peso Relativo)					
		1	2	3	4	5	6
Cobertura Vegetacional (peso Relativo)	1	1	1	2	2	2	3
	2	2	2	2	2	3	3
	3	2	2	3	3	3	4
	4	3	3	3	4	4	5
	5	3	4	4	4	5	5
	6	3	4	4	4	5	5

Fuente: Elaboración Anteproyecto PRC (2006) José Luis Celedón Sanchez y equipos.

Con los valores obtenidos de la matriz se confeccionará la carta síntesis de Vegetación, de acuerdo a la siguiente clasificación:

Tabla 15. Matriz Síntesis

SÍNTESIS DE VEGETACIÓN (TIPO DE VEGETACIÓN V/S COBERTURA)	
Peso Relativo	Riesgo (Vulnerabilidad)
1	Muy Bajo
2	Bajo
3	Medio
4	Alto
5	Muy Alto

Fuente: Elaboración Anteproyecto PRC (2006) José Luis Celedón Sanchez y equipos.

5.2.2 ZONIFICACIÓN DE RIESGOS POR REMOCIÓN EN MASA.

La comuna de Olivar presenta fenómenos por remoción en masa, caracterizados por procesos geomorfológicos vinculados a desprendimientos rocosos, socavamiento de riberas de ríos y escorrentía superficial difusa.

- **Zonas de Muy Alto Riesgo por Remoción en Masa.**

Las zonas de muy alto riesgo por remoción en masa se emplazan en los conos de deyección con exposición norte de los sistemas de quebradas del cerro Las Petacas, situado en el extremo suroeste del territorio comunal.

Esta zona es vulnerable y propensa para generar movimientos en masa, dado a que se emplazan en zonas con escasa vegetación (inferior a 30 %) y en topografías con pendientes comprendidas entre los 33 % y 55 %, expuestas a la ocurrencia de procesos geomorfológicos de desprendimientos rocosos, que según su magnitud pueden ocasionar cambios importantes en el paisaje y serios daños sobre los cultivos de parronales existentes.

- **Zonas de Alto Riesgo por Remoción en Masa.**

El desarrollo de las zonas de alto riesgo por remoción en masa se concentra en los sectores altos de la vertiente norte del cerro Las Petacas. En estas superficies son comunes los desprendimientos

rocosos, generados por la acción gravitatoria en rangos de pendientes que oscilan entre 33 % y 55 %.

Los desprendimientos rocosos se insertan dentro de las remociones en masa de tipo gravitatorio, porque se generan en rocas diaclasadas (fracturadas) emplazadas sobre cornisas o laderas de fuertes pendientes, donde los fragmentos de rocas se desprenden de manera individual, en un movimiento repentino de desplome por efecto de la gravedad.

La mayoría de los desprendimientos rocosos se asocian a la pérdida de resistencia de la roca en los planos de discontinuidades (diaclasas), vinculados a la presencia de agua al interior de ésta, tanto en estado sólido como líquido, pudriendo y fragmentándola.

Los desprendimientos rocosos que se deslizan por los taludes de las laderas, generalmente son depositados en conos de escombros.

- **Zonas de Riesgo Medio por Remoción en Masa.**

La caja del río Cachapoal y la terraza aluvial reciente situada adyacente a la ribera sur se ha identificado como una zona de riesgo medio por remoción en masa.

El lecho actual del río Cachapoal está asociado a fenómenos aluvionales y de inundación, fundados por depósitos torrenciales de muy mala selección, incluyendo bloques y rodados de extensión, y espesor muy irregulares, vestigios históricos de la torrencialidad del río en períodos de avenidas.

En la terraza aluvial que se extiende entre la localidad de Los Bajos y Guadalupe se identificaron procesos de socavamiento de laderas, provocados por la erosión hídrica del río. La fuerza de roce del agua y los rodados transportados por el caudal del río Cachapoal han generado la devastación de la ribera sur, compuesta principalmente por rodados, gravas de distintos tamaños y depósitos de arena con escasa consolidación.

5.3 Riesgos por Inundación a Nivel Comunal.

Las inundaciones corresponden al rebasamiento de la descarga (caudal) de un río, estero o canal hacia sus planos o llanos de inundación adyacentes, por la incapacidad del cauce para contener todo su flujo, el cual excede el nivel de las riberas, ya sean estas naturales o artificiales.

Las inundaciones se deben básicamente a dos tipos de causas: causas naturales, que dependen de las condiciones meteorológicas locales (precipitaciones intensas) y del relieve; y causas antrópicas, aquellas cuando el hombre ocupa espacios que corresponden al curso natural de un río o cercanos.

En la comuna, el fenómeno de las inundaciones presenta una alta recurrencia temporal, especialmente en la zona de clima mediterráneo, donde la concentración de las lluvias en un período corto de cuatro meses y la pronunciada pendiente existente entre la Cordillera de los Andes y la Depresión Intermedia, favorecen el desarrollo de desbordes de ríos y canales; además de generar anegamientos, como resultado de las deficientes condiciones de drenaje y de los afloramientos de aguas subterráneas.

Las causas directas de las inundaciones en la comuna de estudio obedecen a tres factores:

- Lluvias intensas que caen en las áreas susceptibles o vulnerables a inundaciones y sus alrededores inmediatos.
- Fuertes lluvias y/o derretimientos de las nieves en los sectores altos de las cuencas hidrográficas.
- El colapso de estructuras artificiales transportadoras (gaviones, espigones, canales, sifones, pasos de agua) y/o almacenadoras (bocatomas y tranques) de aguas.

5.3.1 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE RIESGOS POR INUNDACIÓN

Los pasos metodológicos para definir riesgos por inundación se estructuran fundamentalmente en cuatro etapas:

- a) Identificación de los principales cursos naturales de aguas superficiales (carta de cuencas hidrográficas).
- b) Caracterización de áreas inundables mediante la cartografía de usos de suelos de CIREN – CORFO (uso en función de inundación y del nivel freático).
- c) Chequeo de puntos críticos de inundación (material bibliográfico elaborado por el

Instituto de Geografía de la Universidad Católica).

d) Observación de puntos críticos en terreno (de acuerdo a información de actores locales, tales como: DOM, familias afectadas por inundaciones, entre otros).

Relacionando los tipos de suelos presentes en el territorio comunal con la frecuencia de inundación de éstos, se define la siguiente clasificación:

Tabla 16. Tipo de suelo y Riesgo asociado.

TIPO DE SUELO	RIESGO
Lecho de Inundación	Muy Alto
Lecho de Río Abandonado	Muy Alto
Fondo de Quebrada	Muy Alto
Pantano	Alto
Terraza Aluvial Reciente	Alto
Terrenos Bajos Lacustrinos	Medio
Terrenos con Mal Drenaje	Medio

Fuente: Elaboración Anteproyecto PRC (2006) José Luis Celedón Sanchez y equipos.

Tabla 17. Categorías

POSICION FISIOGRAFICA	CATEGORIA RIESGO
Lecho de Río	Muy Alto
Lecho de Río Abandonado	Muy Alto
Fondo de Quebrada	Muy Alto
Pantano	Alto
Terraza Aluvial Reciente	Alto Alto Medio
Terrenos Bajos Lacustrinos	Alto Medio
Terrenos con mal Drenaje	Alto Medio

Fuente: Elaboración Anteproyecto PRC (2006) José Luis Celedón Sanchez y equipos.

Este resultado espacial tiene como objetivo, localizar la extensión areal y otras características de las inundaciones que han acontecido en el pasado, los efectos que pueden provocar en el futuro nuevas inundaciones de distinta magnitud y los potenciales daños causados a la población.

5.3.2 ZONIFICACIÓN DE RIESGOS POR INUNDACIÓN.

Los riesgos por inundación en la comuna de Olivar se vinculan fundamentalmente a los desbordes provocados por crecidas del río Cachapoal, y de los canales de regadío Olivarino y Gultrano.

- **Zonas de Muy Alto Riesgo por Inundación.**

De acuerdo a la zonificación, toda la caja del río Cachapoal presenta un riesgo muy alto por inundación, ya que son terrenos recurrentemente inundables caracterizados por contener las aguas de escorrentía en épocas de crecidas.

Al norte de la localidad de Lo Conti se emplaza una población contigua a la carretera 5 Sur e inmediatamente situada al sur del río Cachapoal. Dicho sector se encuentra en una posición topográfica deprimida, a una cota similar al río (488 m de altitud). Además, en el límite norte del poblado se encuentra la naciente del canal Olivarino, el cual es otro agente causante de los eventos de inundación.

En acontecimientos extremos de precipitaciones, como por ejemplo el año 2000, los rebalses del canal Olivarino y del río Cachapoal escurrieron hacia la población, quedando completamente anegada. La situación se agrava aún más, porque la línea férrea y la carretera 5 Sur se hallan a una cota superior de 8 m de altura (496 m de altitud), convirtiéndose en una verdadera represa e impidiendo la escorrentía de las aguas hacia el oriente.

- **Zonas de Alto Riesgo por Inundación.**

Las áreas de alto riesgo por inundación comprenden la terraza aluvial reciente contigua a la caja del río Cachapoal.

Al norte de la localidad de Olivar, entre los sectores de Los Bajos y La Alpargata, el desborde del cauce por crecidas excepcionales ha provocado el socavamiento de algunos tramos y el anegamiento de los sectores rurales adyacentes. (Ver foto 3).

Foto 3: Riberas socavadas por crecidas del río Cachapoal en el sector de El Almendral.



Fuente: Foto obtenida por Consultor José Luis Celedón Sánchez.

La localidad de El Crucero sufre inundaciones causadas por el rebalse del canal Olivarino, el cual fue trazado y excavado sobre la terraza aluvial del río Cachapoal. Cabe destacar que la localidad se encuentra a una cota negativa respecto a las riberas del canal de regadío, situación que genera el anegamiento de los terrenos.

Al norte de la localidad de Gultro y al oriente de la carretera 5 Sur, en la terraza aluvial del río Cachapoal donde se emplaza la empresa de movimientos de tierra Víctor Leiva, la población Las Brisas y un bosque de eucaliptos, corresponde a una zona de alto riesgo amagada por inundación porque es vulnerable a desbordes ocasionales del río, bajo condiciones de eventos pluviales extremos que aumentan considerablemente su caudal.

- **Zonas de Riesgo Medio por Inundación.**

Desde el camino a Termas de Cauquenes hasta la carretera 5 Sur y la población Las Brisas en Gultro, se extiende un área de riesgo medio por inundación que ocupa la terraza aluvial labrada por el río Cachapoal, siendo una que sufre ocasionalmente inundaciones.

La causa se gesta en el límite oriental de la comuna, en el lugar de captación de aguas a través de compuertas que alimentan y originan siete canales de regadíos. En esta área se observa un estrechamiento del cauce del río Cachapoal y un aumento de la pendiente de fondo, contexto que provoca un aumento de la velocidad del caudal y de su capacidad erosiva. Alrededor de 500 m al noreste de este punto, el río desborda sus aguas hacia los sectores rurales contiguos, encauzando posteriormente su curso por el camino a Termas de Cauquenes hasta la localidad de Gultro, anegando el norte de la planta urbana.

Al norte de la localidad de Olivar, entre los poblados de Guadalupe y Las Alpargatas, se identificó una zona de riesgo medio por inundación producto de los rebases del canal Olivarino, el que escurre en un trayecto desde el nororiente hacia el suroeste de la comuna. La superficie de anegamiento se sitúa al norte de la zona de extensión urbana ZE-5 propuesta por el Plan Regulador Intercomunal de Rancagua, debido a que se asienta en un terreno inferior de 1 m respecto al canal.

5.4 Riesgos por Incendios Forestales.

El Incendio Forestal resulta de un fuego no controlado de origen gradual o instantáneo, en el que la participación del hombre es el principal agente causal directo o indirecto.

El Riesgo de Incendio se vincula a la propagación de cuatro tipos de fuego:

- Aquel fuego que se inicia por la combustión de materiales con carbono, como la madera, el papel, la basura, ramas secas, telas, plásticos, entre los más comunes.
- El que se origina a través de algunos líquidos y sólidos inflamables, los cuales pueden ser solubles o insolubles en agua. Entre estos materiales inflamables se encuentran el alcohol corriente (etanol), la gasolina, gases derivados del petróleo, aguarrás y metanol, ocupados principalmente para encender fogatas en los cerros.
- Otra fuente de fuego es la provocada por la corriente eléctrica (rayos en períodos de tormenta), siendo su mecanismo de propagación la ignición y no la combustión.
- Otro tipo de fuego, pero menos común, es el derivado de algunos metales (magnesio, potasio, sodio) al mezclarse con agua bajo ciertas condiciones físicas y químicas.

En la comuna la probabilidad de ocurrencia de incendios forestales está directamente vinculada a la acción antrópica (hombre), ya sea por negligencia, descuido o en forma intencional. Si bien el uso del fuego, como principal causa potencial de los incendios, ha ido descendiendo en los últimos años debido a un mayor control y fiscalización. No obstante, aún perdura el problema con algunos pequeños propietarios rurales que continúan utilizando el fuego descuidadamente.

5.4.1 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE RIESGOS POR INCENDIOS FORESTALES

Los pasos metodológicos para caracterizar las potenciales áreas vulnerables a riesgos por incendios forestales, son los siguientes:

- Recopilación y revisión de información bibliográfica para la caracterización de las potenciales áreas susceptibles a eventos de incendios forestales en la comuna; así como también, sus causas y consecuencias.
- Realización de terrenos de observación para identificar en el territorio vestigios de incendios forestales.

5.4.2 ZONAS DE RIESGOS POR INCENDIOS FORESTAL

En la comuna de Olivar, las áreas de bajo riesgo por incendios forestales se concentran en casi la totalidad de la extensión de la Cuenca de Rancagua. La baja ocurrencia de eventos se explica porque son terrenos agrícolas, donde existe un estricto control de quema por parte de CONAF. Esta institución estatal mantiene un calendario permanente para el manejo del fuego, prohibiendo el período de quemas entre el 1 de Mayo y el 31 de Agosto de cada año, y quedando restringido en los meses estivales de Enero y Febrero.

La zonas de riesgo medio por incendios forestales se extienden en la ladera norte del cerro Las Petacas y al norte del límite urbano de la localidad de Lo Conti.

La ocurrencia y propagación de incendios forestales en el cerro Las Petacas no es muy frecuente, porque posee topografías con laderas escarpadas. Además, la accesibilidad hacia estos terrenos es muy difícil, escenario que disminuye la influencia de actividades antrópicas de tipo recreacional, principal causante de estos eventos.

En Lo Conti la presencia de una plantación de eucaliptos, genera una potencial fuente de combustible y de propagación de incendios forestales.

Las zonas de alto riesgo por incendios forestales se localizan en torno a la zona de riesgo medio, en las cercanías del poblado de Lo Conti. Un factor importante es la alta susceptibilidad al fuego que presenta el bosque de eucaliptos, ya que su fisonomía favorece a la combustión, dado a que la calidad de la madera es bastante inflamable, como también sus resinas, factores que favorecen una combustión rápida.

Los agentes causales están relacionados directamente con las actividades y el comportamiento negligente de las personas, de modo que no resulta extraño que la ocurrencia de los siniestros se origine por fogatas mal apagadas o accidentes de tipo doméstico.

5.5 Riesgos Naturales a Nivel de Localidades Urbanas

5.5.1 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE RIESGOS POR INUNDACIÓN.

A nivel de localidades, los pasos metodológicos que se llevarán a cabo para la identificación y caracterización de las áreas de riesgos por remoción en masa e inundación, se estructurarán en 2 etapas:

Trabajo en gabinete

- Recopilación y revisión de información bibliográfica y de fuentes municipales (DOM, inspección Municipal, entre otros) para identificar a priori puntos críticos por fenómenos de remoción en masa e inundación.
- Confección de cartografía preliminar de fenómenos riesgosos y puntos críticos para cada una de las localidades en estudio.

Trabajo en terreno

- Entrevistas con actores relevantes de la comunidad (dirigentes de organizaciones de base, asociaciones de canalistas, entre otros), para identificar fenómenos riesgosos y puntos críticos a nivel local.
- Terreno de observación: Este paso permitirá a través de la observación directa, identificar en el territorio *in situ* los fenómenos de riesgos.
- Terreno de Chequeo: permitirá corroborar y rectificar la información generada por la bibliografía, la cartografía preliminar de fenómenos riesgosos y puntos críticos, las fuentes municipales, y el componente comunitario.

Otro aspecto importante es identificar posibles causas antrópicas que desencadenan fenómenos de remoción en masa (viviendas localizadas en taludes, en conos de deyección, fondos de quebradas y en terrenos arcillosos de gran pendiente) y de inundación.

5.5.2 ZONAS DE RIESGOS POR REMOCIÓN EN MASA.

En las localidades de Olivar, Gultro y Lo Conti no se detectaron áreas de riesgos por remoción en masa.

5.5.3 ZONAS DE RIESGOS DE INUNDACIÓN.

- **Cauces Natural**

Al norte del límite urbano de Lo Conti, entre el río Cachapoal, el canal Olivarino y la línea férrea, se emplaza una población asentada sobre la terraza aluvial reciente del río con topografía deprimida. Esta zona es un punto crítico de inundación. La línea del tren está ubicada a una cota superior, situación que produce el represamiento de las aguas de desborde del río Cachapoal y del canal Olivarino sobre la población, impidiendo el escurrimiento y el drenaje. Esta área se encuentra identificada como una Zona de Restricción por Inundación (ZR 4), de acuerdo al Plan Regulador Intercomunal de Rancagua y esta debe ser reconocida como Área Inundable por cercanía a Río.

- **Cauce artificial**

En cuanto a la inundación por canales de regadío, en el área urbana existe un gran número de estos fenómenos, de acuerdo a lo que se señala en la OGUC en el artículo 2.1.17 y como se especifica y señala en el Manual Práctico de Jurisprudencia Administrativa, corresponde a una zona no edificable³ ya que corresponde a infraestructura (cauces artificiales), por lo que al plan regulador corresponde graficarlos y fijar la zona no edificable.

El área de extensión urbana localizada al sur de la localidad se encuentra cruzada por el canal Gultrano, el que forja una potencial zona de inundación a ambos lados de su curso.

Al poniente de la planta urbana de Olivar, en el puente de la calle José Hipólito Salas en la intersección con el pasaje Celada, se identificó un área potencial de inundación por el desborde de un canal derivado del canal Olivarino. El tramo más afectado es la vivienda al sur de la calle José Hipólito Salas, cuyo anegamiento se produce a través del vaciado de las aguas del canal hacia los patios de las viviendas.

³ **Zonas no edificable:** Se entenderá aquellas que por su especial naturaleza y ubicación no son susceptibles de edificación en virtud de lo perceptuado en el art. 60 de la LGUC. En estas zonas solo se aceptará la ubicación de actividades transitorias.

Foto 4. Derivado del canal Olivarino, cuyos rebases son la principal causa de los anegamientos de las viviendas de la calle José Hipólito Salas, al poniente de la zona urbana de Olivar



Fuente: Foto obtenida por Consultor José Luis Celedón Sánchez.

Los desbordes del canal Gultrano por su incapacidad de conducción hidráulica frente a lluvias intensas, el pésimo mantenimiento de su lecho y de los sistemas de conducción del agua (pasos entubados y sifones), estimulan el anegamiento de las viviendas emplazadas en torno al canal y de las calles Julio Silva y Santa María, en la localidad de Olivar.

En la zona de extensión urbana ZE -5 situada al norte de la planta urbana de Olivar, se detectó una zona potencial de inundación. La causa es el eventual desborde del canal Olivarino en el cruce de la calle Manzanar, cuyas aguas canalizan su curso a través de esta calle, anegando las viviendas ubicadas a ambos costados, en una longitud aproximada de 400 m.

Al oriente de la planta urbana de Lo Conti se evidencia una potencial área de inundación asociada a potenciales desbordes del canal Olivarino, cuyo efecto es el anegamiento de las residencias ribereñas al canal. El sector de inundación comprende desde Av. Lo Conti hasta el sur de la calle Pablo Neruda.

- **Plan Intercomunal de Rancagua**

Entre el río Cachapoal, la ruta 5 Sur y el camino a Termas de Cauquenes, el Plan Regulador Intercomunal de Rancagua establece un área de inundación causada por el río, la que involucra toda la planta urbana norte de Gultro. Sumado a esta zonificación se identificaron otros sectores de la localidad que han sido inundados. Entre estos se encuentran las calles Los Copihues, Libertad, Unión y Las Brisas anegadas por las aguas provenientes del río Cachapoal, las que se encauzan a través del camino a Termas de Cauquenes. Las intersecciones de las calles anteriormente señaladas se hallan a una cota inferior; por tal motivo canalizan las aguas de desborde anegando la población Las Brisas, los sectores residenciales del centro e incluso la plaza de la localidad. La localidad de Gultro no presenta de acuerdo al PRI áreas de inundación al interior del área urbana, sin embargo existe cercanía en el límite nororiente con el área de riesgo de Inundación (ZR 1) identificada por el Plan Regulador Intercomunal de Rancagua.

La causa de las inundaciones en Gultro se debe a que en el sector de las compuertas, donde se captan las aguas para los canales de regadío del área sur de la comuna, se produce un estrechamiento del cauce del río Cachapoal que genera un aumento de la velocidad del torrente y de su capacidad erosiva.

Foto 5. Nacimiento de los siete canales de regadío que drenan la sección sur de la comuna de Olivar.



Fuente: Foto obtenida por Consultor José Luis Celedón Sánchez.

Estas áreas serán incorporadas como parte de las áreas de inundación del Plan Regulador Comunal de Olivar, debido a la importancia que poseen la inundación del río Cachapoal en el sector de Gultro.

6 RECOMENDACIONES

En cuanto a la definición de las áreas de Plan Regulador Comunal de Olivar, referida a su actualización del Anteproyecto 2006 de José Luis Celedón Sánchez y equipo, es importante señalar que:

- **DENOMINACIÓN DE ÁREAS EN ANTEPROYECTO**

Las áreas que se definían previamente en el anteproyecto, corresponden a la definición de una circular antigua (DDU 26) la cual ha sido derogada, y en cuya definición de zonas no corresponde con la definición de las normativas vigentes. Por lo anterior y relacionado con las exigencias de la normativa vigente, estas no son posible de definir en relación a los resultados arrojados por el presente informe.

De acuerdo a lo anterior, dentro de la denominación alto riesgo de inundación se mencionan igualmente el canal de regadío Olivarino y Gultrano, el primero presente en la localidad de Gultro y Olivar, mientras que el segundo existe solo en Olivar, situación que deja en evidencia el error en la definición de áreas de riesgo, ya que se incluyen en ella tanto cursos naturales como intervenidos (canales), por lo que no correspondería a áreas de inundación propiamente tal, sino a zonas no edificables o faja de protección de canales, ya que corresponde a infraestructura.

- **ALTERNATIVAS PARA LA DEFINICIÓN**

Debido a que los antecedentes expuestos en el estudio de riesgos no presentan exactitud en su definición, se proponen un análisis exhaustivo del estudio de riesgo y de cada uno de los cruces de variables cartográficos realizados con anterioridad para la definición de áreas de riesgo, ya que a partir de estos datos es posible identificar los errores y poder subsanar y definir las áreas de riesgo en función de lo requerido de acuerdo a las exigencias de la normativa vigente. Si no se fuera posible acceder a los datos cartográficos mencionados, la alternativa es incorporar en el plan regulador, las áreas de riesgo definidas por el PRI de Rancagua (2010), pese a la escala de trabajo diferenciales de ambos planes.

7 REFERENCIAS

Arenas F., Hidalgo R. y Lagos M. "Riesgos naturales en la planificación". Centro Políticas públicas UC. AÑO 5, N°39. 2010. Santiago, Chile.

Araya Vergara, J. Análisis de la carta Geomorfológica de la cuenca del Mapocho. Revista: *Informaciones Geográficas* N°32. Pág: 31 -47. Santiago de Chile.1985.

Corvalán J et all. Proyecto hidrogeológico Colbún - Machicura. Estudio Estratigráfico Estructural. Instituto de Investigaciones Geológicas. 1974

Chuvieco, E. Teledetección ambiental: la observación de la tierra desde el espacio. Editorial Ariel. 586 p. Barcelona. 2002

CIREN. "Estudio Agrológico de la VI Región: Descripción de suelos, materiales y símbolos". (1996).

CIREN. "Determinación de la erosión potencial y actual del territorio de Chile, Región del Libertador Bernardo O`Higgins". (2010)

Departamento de Investigación y Desarrollo U. de Chile. "Planificación Ecológica del Territorio". 2002. Santiago Chile

Departamento de Políticas y Descentralización de la División de Políticas y Estudios SUBDERE. "Guía Análisis de riesgo para el ordenamiento territorial". 2011.

DGA. Información Pluviométrica, Fluviométrica, Estado de Embalses yaguas subterráneas. Boletín N° 40, junio 2012.

DGA. Diagnóstico y Clasificación de los cursos y cuerpos de agua según Objetivos de Calidad, Cuenca del Río Rapel. 2004

ERN Consultores en Desastres Naturales. "Metodología de Modelación Probabilista de Riesgos Naturales". 2011. Bogotá, Colombia.

Felicísimo A. M." La utilización de los MDT en los estudios del medio físico". 16 p. 1999. Disponible en: <http://etsimo.uniovi.es/feli>.

Hauser, Arthur; 1993: "Remociones en Masa en Chile", Boletín N° 45, Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN). Santiago, 1989.

Instituto de Investigaciones Geológicas. "Proyecto hidrogeológico Colbún Machicura. Estudio Estratigráfico Estructural". 1974

Khazaradze y Klotz. Short and long-term effects of GPS measured crustal deformation rates along the South-central Andes. *Journal of Geophysical Research* 108 (B4), doi: 10.1029/2002JB001879: 1-13. . 2003.

Lagos, M. y Cisternas, M. El nuevo riesgo de *tsunami*: considerando el peor escenario. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*, 2008, vol. 12, N° 270. Disponible en línea: <http://www.ub.es/geocrit/-xcol/436.htm>

MEDINA J. "Fenómenos geodinámicos: Estudio y Medidas de Tratamiento". 1991. Lima, Perú.

Orrego A. Anexo E: Estudio de Paisaje. Proyecto Línea de Transmisión Eléctrica San Clemente – Chiburgo, Comuna de San Clemente y Colbún, VII Región. Colbún S.A. 2009.

Segado F. "Ordenación del Territorio". Editum. 1996. Páginas: 112.

Soto et al. "Procesos geodinámicos actuales en ambiente de media y baja montaña. Borde meridional de la cuenca del río Maipo, Región Metropolitana de Santiago". 2006. Revista Norte grande N° 35, páginas: 77 - 95. Santiago, Chile.

Strahler, A. "Geografía Física". Ed. Omega. Barcelona, España. 1986

Velozo L. y Sánchez M. "Características Geomorfológicas. Área Litoral: Iquique – Caleta Molle". 1991. Revista Norte Grande N° 18, paginas 3 – 8. Santiago, Chile.

Wincander. "Fundamentos de la Geología". Editorial Thomson. Edición 2 año 2000.

Páginas web consultadas:

- US – Geological Survey / <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/?source=sitenav>
- Dirección Meteorológica de Chile / <http://www.dga.cl/Paginas/default.aspx>
- Dirección General de aguas / www.meteochile.cl/
- Agroclima / <http://www.agroclima.cl/>