



ESTUDIO DE RIESGO Y PROTECCIÓN AMBIENTAL PLAN REGULADOR COMUNAL DE LO BARNECHEA

ETAPA 3: PROPUESTA MEMORIA ESTUDIO DE RIESGOS

REVISIÓN 1
JULIO 2014

ESTUDIO DE RIESGO Y PROTECCIÓN AMBIENTAL PLAN REGULADOR COMUNAL DE LO BARNECHEA

El presente documento corresponde a la “MEMORIA DEL ESTUDIO DE RIESGOS” de la ETAPA 3: PROPUESTA, del “Estudio de Riesgo y Protección Ambiental Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea”, Revisión 1, encargado por la Ilustre Municipalidad de Lo Barnechea a INFRACON S.A.

EQUIPO CONSULTOR:

Pablo Badilla O., Arquitecto Planificador
Libertad Burgos L., Arquitecto Planificador
Jaime Gallardo V., Geógrafo
Rodrigo Rauld Plott, Geólogo, Doctor en Ciencias
Andrés Fock Kunstmann, Geólogo, MSc en Ciencias, Mención Geología
Constanza Urresty Vargas, Geólogo
Alberto Cisternas R., Ingeniero Civil
Marco Alsina C. Ingeniero Civil, Doctor en Ciencias
Catherine Barra C., Cartógrafo

CONTRAPARTE TÉCNICA:

Ilustre Municipalidad de Lo Barnechea

Rodrigo Rauld Plott, Geólogo, Doctor en Ciencias
Profesional responsable Estudio de Riesgos

Consultor:



ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	5
1.1 Ubicación del Área de Estudio	5
1.2 Objetivo General del Estudio	5
1.3 Objetivos de la Etapa	6
1.4 Alcance y limitaciones del presente informe	8
1.5 Marco Jurídico y nomenclatura utilizada en este informe	8
2. METODOLOGÍA	10
2.1 Visitas técnicas al área de estudio	10
2.2 Elaboración de línea de base geológica y geomorfológica	10
2.3 Estudio Hidrológico	13
2.4 Elaboración de mapas de factores condicionantes	18
2.5 Zonificación de susceptibilidad y amenaza de peligros geológicos	19
2.5.1 Metodologías consideradas para el análisis de la susceptibilidad y amenaza de remociones en masa	19
2.5.2 Metodologías consideradas para el análisis de la susceptibilidad y amenaza de inundaciones	22
2.6 Modelación hidráulica de las quebradas en estudio	22
2.7 Elaboración de mapas de inundación	23
2.8 Determinación de exposición frente a los riesgos definidos	24
3. MARCO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO	26
3.1 Marco Geodinámico	26
3.2 Marco Geológico	27
3.2.1 Depósitos no consolidados	27
3.2.2 Unidades de Roca	30
3.3 Marco Geomorfológico	31
4. CATASTRO DE PELIGROS GEOLÓGICOS	36
4.1 Procesos Endógenos	36
4.1.1 Catastro de sismos e intensidades reportadas para distintos terremotos históricos	36
4.1.2 Catastro de centros volcánicos y evidencias de actividad volcánica	42
5. DIAGNÓSTICO Y ZONIFICACIÓN DE SUSCEPTIBILIDAD A LOS PELIGROS GEOLÓGICOS QUE PUEDEN AFECTAR EL ÁREA DE ESTUDIO	51
5.1 Peligros No Zonificables	51
5.1.1 Peligro Sísmico	51
5.1.2 Peligro Volcánico	52
5.2 Peligros Zonificables	52
5.2.1 Peligro de Inundaciones	52

5.2.2	Peligro de Remociones en Masa	54
6.	ZONIFICACIÓN DE AMENAZA.....	61
6.1	Amenaza de Inundaciones.....	61
6.1.1	Estudio Hidrológico	61
6.1.2	Zonificación de Amenaza de Inundaciones.....	64
6.2	Amenaza de Remociones en Masa	65
7.	ELEMENTOS EXPUESTOS	73
8.	RECOMENDACIÓN DE CRITERIOS PARA LA ZONIFICACIÓN	75
9.	Referencias Citadas en el Texto	79

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA Nº 1-1	Ubicación del área de estudio	7
FIGURA Nº 2-1	Recorrido y puntos de control de visitas a terreno.....	12
FIGURA Nº 2-2	Diagrama de flujo metodológico	13
FIGURA Nº 2-3	Procedimiento general para la realización de un estudio de amenaza por movimientos en masa.....	21
FIGURA Nº 2-4	Análisis de la peligrosidad de inundaciones o inundabilidad	24
FIGURA Nº 3-1	Vista en 3D donde se representa el marco geodinámico, se aprecia la Dorsal de Juan Fernández y el lugar donde es subductada frente a los 33° S.....	27
FIGURA Nº 3-2	Depósitos fluviales activos del estero Las Hualtatas en sector contiguo al Parque Las Pataguas.....	28
FIGURA Nº 3-3	Depósitos aluviales activos en quebrada Huallalolén donde el cauce activo fue intervenido	28
FIGURA Nº 3-4	Depósito fluvio-aluvial aterrazado compuesto por gravas inmersas en una matriz arenosa, ubicado en la intersección de la quebrada Las Varas con el camino a Farellones. A la izquierda vista general y a la derecha detalle del depósito.	29
FIGURA Nº 3-5	Afloramientos de la Formación Abanico en sector del camino a Farellones. A la izquierda: rocas con alto grado de meteorización en ladera sur del río Mapocho, a la derecha: rocas con menor nivel de meteorización, pero con abundante fracturamiento (vista de la ladera norte del río Mapocho).....	30
FIGURA Nº 3-6	Mapa Geológico del área urbana de Lo Barnechea y sus alrededores	32
FIGURA Nº 3-7	Unidades geomorfológicas principales del área de estudio y sus alrededores	33
FIGURA Nº 3-8	Modelo de Elevación generado a partir de DEM Proyecto.	34
FIGURA Nº 3-9	Carta de Pendientes.....	35
FIGURA Nº 4-1	Terremotos de subducción históricos con magnitud estimada y calculada mayor a 7.2, y sus áreas de ruptura.	37
FIGURA Nº 4-2	Mapa regional con la sismicidad registrada entre 1973 y 2010 del Catálogo NEIC, junto a perfiles de la sismicidad.....	40

FIGURA N° 4-3 Perfiles de sismicidad registrada entre 1973 y 2010 del Catálogo NEIC. Ubicación de Perfiles en FIGURA N° 4-2	41
FIGURA N° 4-4 Fallas activas cercanas al área de este estudio.	42
FIGURA N° 4-5 Ubicación de los centros volcánicos próximos al área de estudio	44
FIGURA N° 4-6 Bloque caído en sector de Aguas Claras producto del terremoto del 27 de febrero de 2010	45
FIGURA N° 4-7 Flujo de detritos que cortó el camino interior del parque Cordillera Yerba Loca.....	46
FIGURA N° 4-8 Imagen satelital que muestra sector afectado por deslizamiento del año 2013 en Camino Punta de Águilas. La flecha amarilla indica ubicación de la vivienda afectada.....	48
FIGURA N° 4-9 Vista del deslizamiento en Camino Punta de Águilas, donde se observan evidencias de movimientos posteriores a la demolición de la vivienda afectada.	49
FIGURA N° 4-10 Mapa catastro de peligros geológicos asociados a Procesos Exógenos en el área urbana de Lo Barnechea y sus alrededores	50
FIGURA N° 5-1 Mapa de Susceptibilidad de Inundaciones	53
FIGURA N° 5-2 Frecuencia de deslizamientos en función de la pendiente del terreno	56
FIGURA N° 5-3 Mapa de Susceptibilidad de Caída de Rocas (generación y alcance)	58
FIGURA N° 5-4 Mapa de Susceptibilidad de Generación de Deslizamientos	59
FIGURA N° 5-5 Mapa de Susceptibilidad de Flujos de Barro y/o Detritos	60
FIGURA N° 6-1 Mapa de Amenaza de Inundaciones para período de retorno de 100 años	66
FIGURA N° 7-1 Ejemplo de resultado de superposición de peligros y elementos expuestos.	73

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N° 1-1 Cuadro de homologación “áreas de riesgo” según el artículo 2.1.17 de la OGUC ...	9
CUADRO N° 2-1 Valores de coeficientes de frecuencia considerados para el estudio	15
CUADRO N° 2-2 Valores de coeficientes de duración considerados para el estudio	15
CUADRO N° 2-3 Coeficientes de escorrentía para T = 10 años.....	16
CUADRO N° 2-4 Curva de frecuencia regional para zona homogénea Np pluvial	17
CUADRO N° 2-5 Curva de frecuencia regional para zona homogénea Pp pluvial.....	17
CUADRO N° 2-6 Factor de conversión caudal medio diario máximo a caudal máximo instantáneo .	17
CUADRO N° 2-7 Valores de coeficientes de frecuencia considerados para el estudio	18
CUADRO N° 2-8 Coeficiente de Manning asociado a cada tipo de suelo.....	23
CUADRO N° 2-9 Resumen Peligros Geológicos a ser estudiados y su escala de trabajo	25
CUADRO N° 4-1 Datos de terremotos históricos de subducción magnitud superior a 7.5 cuya zona de ruptura coincide con el área de estudio.	37
CUADRO N° 4-2 Principales volcanes en sectores cercanos al área de estudio.....	43
CUADRO N° 5-1 Unidades Morfológicas principales en base a los ángulos de pendiente.....	54
CUADRO N° 5-2 Matriz de susceptibilidad de generación de caída de bloques.....	55
CUADRO N° 5-3 Clasificación de las unidades geológicas en tipos de materiales	56
CUADRO N° 5-4 Matriz de susceptibilidad de generación de deslizamientos	57

CUADRO N° 6-1 Parámetros Morfométricos de las subcuencas aportantes	62
CUADRO N° 6-2 Caudales instantáneos máximos de las subcuencas aportantes para 100 años de período de retorno y duración de lluvia de diseño de 1 hora.	63
CUADRO N° 6-3 Resultados de la modelación hidrológica	64
CUADRO N° 8-1 Recomendación de criterios para la zonificación en áreas de riesgo	77
CUADRO N° 8-2 Recomendación de Criterios de asignación Zonas de Riesgo según 2.1.17	78

ÍNDICE DE PLANOS FUERA DE TEXTO

PLANO N° 1 Zonificación de Susceptibilidad de Inundaciones, escala 1:15.000.	
PLANO N° 2 Zonificación de Susceptibilidad de Caída de Rocas, escala 1:15.000.	
PLANO N° 3 Zonificación de Susceptibilidad de Deslizamientos, escala 1:15.000.	
PLANO N° 4 Zonificación de Susceptibilidad de Flujos de Barro y/o Detritos, escala 1:15.000.	
PLANO N° 5 Zonificación de Amenaza de Inundaciones, período de retorno 100 años, escala 1:15.000.	
PLANO N° 6 Síntesis de Zonificación de Susceptibilidad, escala 1:15.000.	
PLANO N°7 Síntesis de Zonificación de Susceptibilidad de Peligros y Elementos Expuestos, escala 1:7.000 (láminas 1 y lámina 2).	
PLANO N°8: Aplicación artículo 2.1.17, escala 1: 15.000.	

ANEXOS (Documento separado)

ANEXO A	DEFINICIONES DE PELIGRO Y RIESGO USADAS
ANEXO B	DESCRIPCIÓN PELIGROS GEOLÓGICOS ANALIZADOS
ANEXO C	CATASTRO DE PELIGROS ASOCIADOS A PROCESOS EXÓGENOS
ANEXO D	PRINCIPALES TERREMOTOS REGISTRADOS
ANEXO E	ESTUDIO HIDROLÓGICO
ANEXO F	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE VISITAS A TERRENO
ANEXO G	MAPAS DETALLADOS DE ELEMENTOS EXPUESTOS

1. INTRODUCCIÓN

La Ilustre Municipalidad de Lo Barnechea ha adjudicado a INFRACON S.A. la elaboración del Estudio de Riesgo y Protección Ambiental Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea, cuyo producto final corresponde a un Estudio Fundado de Riesgos en los cauces de 31 quebradas no reguladas por el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS¹), y en las laderas de los cerros isla donde se podrían generar procesos de remoción en masa, de acuerdo a los criterios y definiciones expuestos en el artículo 2.1.17 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC¹).

En conformidad con las Bases de Licitación, el presente Estudio tiene como objetivo determinar las Áreas de Riesgo para los sectores previamente descritos, y elaborar los documentos necesarios – en concordancia con las disposiciones del artículo 2.1.17 de la OGUC – para su posterior incorporación al Plan Regulador Comunal (PRC¹). Cabe notar que el proceso de aprobación legal de las modificaciones al PRC no es materia de este estudio.

Por lo anterior, los resultados de este estudio corresponden a la identificación y zonificación de las áreas urbanas susceptibles a ser afectadas por un peligro natural de acuerdo a las definiciones expuestas en el ANEXO A, junto con los fundamentos técnicos para la aplicación del artículo 2.1.17 de la OGUC.

1.1 Ubicación del Área de Estudio

El área de estudio corresponde a los cauces de 31 quebradas no reguladas por el PRMS y a las laderas de los cerros, o áreas con mayor pendiente, que podrían generar procesos de remoción en masa que afecten directa o indirectamente el área urbana consolidada de la comuna de Lo Barnechea. En la FIGURA N° 1-1 se presenta el trazado de las 31 cuencas a analizar, el área urbana de la comuna, y la ubicación de los principales cerros islas. Aunque la zonificación se realizó dentro del área urbana, fue necesario analizar también los sectores ubicados aguas arriba del límite urbano para definir las zonas afectadas por peligros naturales.

Geográficamente, el área de estudio se ubica en la Depresión Central y los faldeos cordilleranos de la Cordillera Principal, entre los 33°16'16" y los 33°23'53" Latitud Sur y los 70°26'00" y los 70°35'51" de Longitud Oeste en la Región Metropolitana. La comuna limita con las comunas de Colina, Huechuraba, Vitacura, Las Condes, San José de Maipo y Los Andes.

1.2 Objetivo General del Estudio

El objetivo principal de este trabajo es la elaboración del Estudio Fundado de Riesgos considerando las 31 quebradas no reguladas por el PRMS y las laderas de los cerros isla, para la posterior incorporación de las Áreas de Riesgo identificadas al Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea, proceso cuya aprobación legal no es materia de este estudio.

Asociado al objetivo propuesto es necesario reconocer y delimitar las Áreas de Riesgos, de acuerdo a los criterios y definiciones expuestos en el artículo 2.1.17 de la OGUC, que han de ser incorporadas y/o adecuadas en la próxima Actualización del Plan Regulador Comunal Lo Barnechea. Los peligros naturales identificados por el citado artículo son los siguientes:

¹ Entre paréntesis se indica la abreviación a utilizar a lo largo del informe.

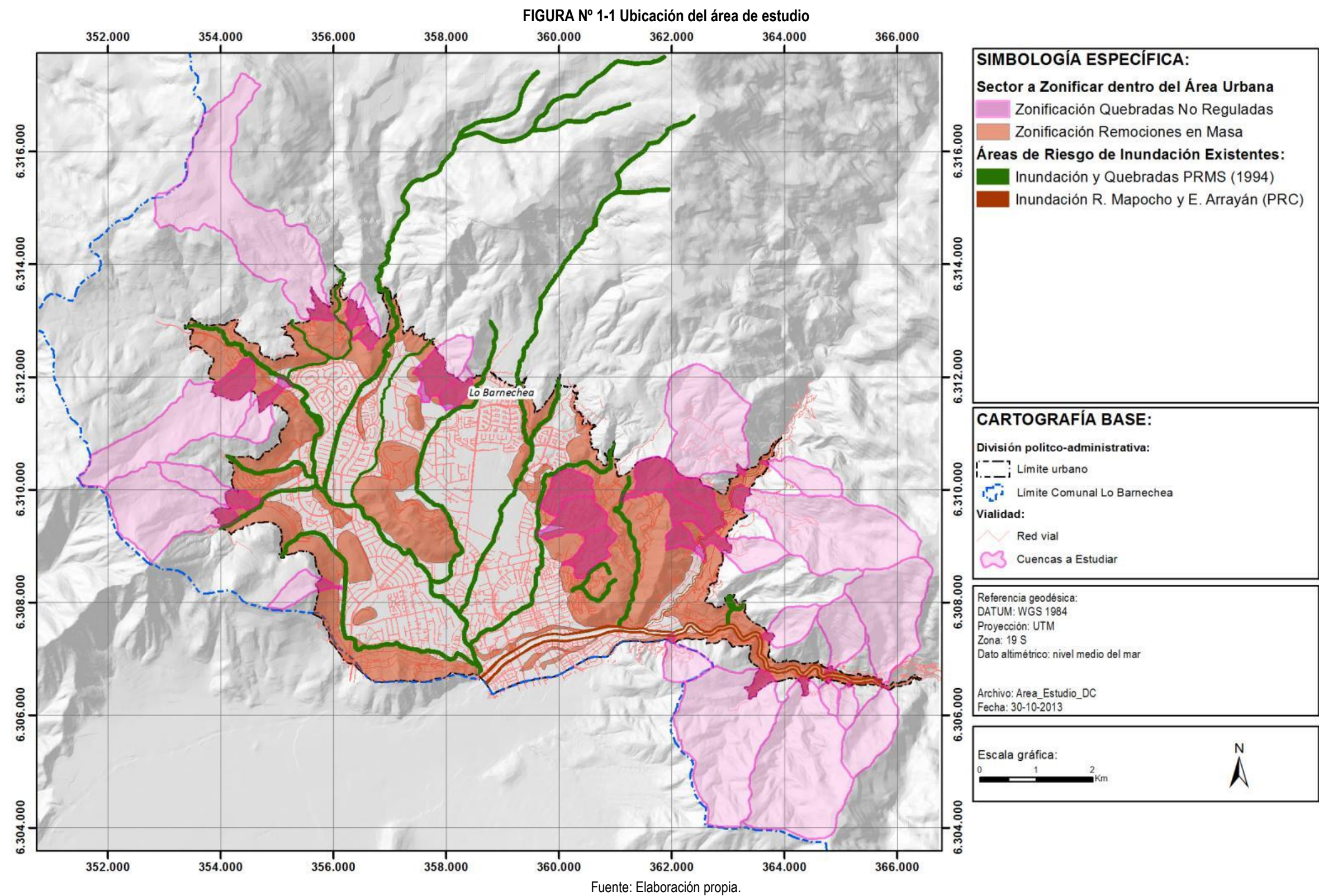
1. Zonas inundables o potencialmente inundables, debido entre otras causas a maremotos o tsunamis, a la proximidad de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos.
2. Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas.
3. Zonas con peligro de ser afectadas por actividad volcánica, ríos de lava o fallas geológicas.

Los objetivos específicos del estudio incluyen la elaboración de una línea base geológica y geomorfológica del territorio, además de un catastro, descripción y diagnóstico de los principales peligros geológicos que pueden afectar al área de estudio.

1.3 *Objetivos de la Etapa*

El presente informe contiene los resultados de la Etapa III “Propuesta” del Estudio de Riesgos. Los objetivos de esta etapa corresponden a los siguientes:

- Elaboración de línea base de geología y geomorfología.
- Estudio Hidrológico.
- Elaboración de modelo hidráulico de las quebradas en estudio.
- Elaboración de mapas de inundación.
- Modelo de procesos de remoción en masa.
- Elaboración de mapas de susceptibilidad de generación y alcance de procesos de remoción en masa.
- Definición de criterios de planificación frente a las amenazas.
- Elaboración de mapa de Áreas de Riesgo según el artículo 2.1.17 de la OGUC.



1.4 Alcance y limitaciones del presente informe

Para esta etapa del trabajo se utilizó y procesó la información recopilada durante la Etapa I “Diagnóstico” y Etapa II “Pronóstico” y se identificaron los factores condicionantes para zonificar las áreas susceptibles a ser afectadas por un peligro geológico, de acuerdo a las definiciones presentadas en el ANEXO A: “Definiciones de Peligro y Riesgo Usadas”, a una escala 1:2.000. Se debe destacar que los resultados de este trabajo no deberían ser utilizados a una escala más detallada que la de referencia (1:2.000), ya que esto puede llevar a errores en la planificación territorial.

1.5 Marco Jurídico y nomenclatura utilizada en este informe

La Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC), en su artículo 2.1.17 “Disposiciones complementarias” indica que “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 restrinja 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. En el marco de este informe, “áreas de riesgo” son definidas como las zonas susceptibles a ser afectadas por un peligro geológico, dado que la zonificación se realizó a partir de mapas de susceptibilidad y de factores condicionantes (ver las definiciones presentadas en el ANEXO A: “Definiciones de Peligro y Riesgo Usadas”).

En el CUADRO N° 1-1 se presentan los peligros naturales identificados por el artículo 2.1.17 de la OGUC, y la homologación con la nomenclatura internacional utilizada por este informe². A continuación se desglosan los anexos donde se definen estos peligros geológicos y los criterios de zonificación utilizados.

- Apartado 1 del artículo 2.1.17 de la OGUC: 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.

De acuerdo a las definiciones utilizadas en este informe, el Apartado 1 del artículo 2.1.17 de la OGUC corresponde a los peligros geológicos de inundación, ya sea continental o costera. Este tópico que se explica conceptualmente en el ANEXO B.2.1.

- Apartado 2 del artículo 2.1.17 de la OGUC: Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas.

² La nomenclatura utilizada en este informe se basa en las definiciones propuesta por la ONU, UNESCO y SERNAGEOMIN, entre otros (ver Varnes (1984), ONU/EIRD (2004), PMA-GAC (2007) JTC-1 (2008)).

El Apartado 2 del artículo 2.1.17 de la OGUC corresponde a los peligros geológicos de remociones en masa (caída de bloques, deslizamientos y flujos de barro y detritos) y los procesos litorales de erosión acentuada. Estos se explican conceptualmente en el ANEXO B.2.2.

- Apartado 3 del artículo 2.1.17 de la OGUC: Zonas con riesgo de ser afectadas por actividad volcánica, ríos de lava o fallas geológicas.

Dentro de este apartado definido por la OGUC se analizan conceptualmente los procesos endógenos internos de la tierra, descritos en el ANEXO B.1.

CUADRO N° 1-1 Cuadro de homologación “áreas de riesgo” según el artículo 2.1.17 de la OGUC

“Áreas de riesgo” según artículo 2.1.17 de la OGUC	Peligros Geológicos estudiados en este informe	
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	Inundación por desborde de cauces	
	Anegamiento	
2. Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas	Remociones en masa	Flujo de barro y detritos.
		Caída de bloques
		Deslizamientos
		Retroceso de laderas
3. Zonas con peligro de ser afectadas por actividad volcánica, ríos de lava o fallas geológicas	Sismicidad	
	Volcanismo	Flujos de piroclastos
		Caída de piroclastos
		Coladas de lava

Fuente: Elaboración propia en base al artículo 2.1.17 de la OGUC.

2. METODOLOGÍA

Las tareas desarrolladas para la presente Etapa del Estudio de riesgos corresponden a las siguientes (FIGURA N° 2-2):

1. Visitas técnicas al área de estudio.
2. Elaboración de línea base de geología y geomorfología.
3. Estudio Hidrológico.
4. Elaboración de mapas de factores condicionantes.
5. Zonificación de susceptibilidad de peligros geológicos.
6. Modelación hidráulica de las quebradas en estudio.
7. Elaboración de mapas de inundación.
8. Elaboración de mapas de susceptibilidad de remoción en masa.
9. Determinación de exposición frente a los riesgos definidos.
10. Elaboración de mapa de Áreas de Riesgo según el artículo 2.1.17 de la OGUC.

A continuación se detalla la metodología utilizada para la elaboración de cada una de estas tareas.

2.1 Visitas técnicas al área de estudio

Durante el desarrollo del Estudio de Riesgos se realizaron dos visitas a terreno. La primera se realizó el día 6 de noviembre de 2013 y tuvo como objetivo realizar un levantamiento geológico preliminar, delimitando los principales contactos entre el basamento rocoso y los depósitos no consolidados activos e inactivos, y analizar sectores que han sido afectados por peligros geológicos en el pasado. La segunda visita a terreno se realizó el día 22 de enero de 2014 y tuvo como objetivo completar la línea base geológica y geomorfológica y apoyar la elaboración de los mapas de susceptibilidad y amenaza. Los sectores recorridos durante las visitas a terreno se presentan en la FIGURA N° 2-1.

2.2 Elaboración de línea de base geológica y geomorfológica

Las caracterizaciones geológica y geomorfológica se realizaron simultáneamente, utilizando como base la información recopilada a partir de los siguientes actividades (ver FIGURA N° 2-2).

1. Recopilación Bibliográfica.
2. Visitas Técnicas al área de estudio.
3. Interpretación de fotografías aéreas e imágenes satelitales. Las fotografías aéreas recopiladas corresponden a las siguientes:
 - Vuelo SAF Chile 30, año 1980 y escala 1:30.000.
 - Vuelo SAF FONDEF, año 1994 y escala 1:20.000.
 - Vuelo SAF GEOTEC, año 1999 y escala 1:50.000.
 - Vuelo SAF Gran Santiago a Color, año 2006 y escala 1:20.000.

Además se compilaron y revisaron los catálogos de Imágenes de *Google Earth*® y *Bing Maps*®, que cubren distintos períodos de tiempo desde el año 2003, con casi 10 años de registro.

El mapa geológico tiene como objetivo identificar las unidades de roca y los depósitos sedimentarios no consolidados ubicados en el área de estudio. En el mapa geológico se da énfasis en la identificación de las siguientes unidades:

- Unidades de Roca: Corresponden a los afloramientos rocosos, los que son clasificados de acuerdo a su edad y litología, y cuando es posible, respecto a la calidad geotécnica del macizo rocoso.
- Depósitos Sedimentarios: Corresponde a sedimentos, total o parcialmente consolidados. Al desarrollar el mapa geológico se da énfasis en los depósitos sedimentarios dado que son el producto de procesos de remoción en masa e inundaciones, esto es, depósitos aluviales activos e inactivos, depósitos fluviales activos e inactivos, depósitos coluviales y las zonas de generación de coluvios.
- Depósitos Volcánicos recientes, producto de erupciones volcánicas, tales como depósitos de caída de ceniza, depósitos de flujos piroclásticos, depósitos de lahares y coladas de lava.

Dado que las coberturas geológicas del área se encuentran a una escala menor a la elegida en la definición del área de estudio, fue necesario realizar un aumento de escala de la cartografía geológica disponible. El aumento de escala fue realizado a partir de las visitas a terreno junto con la interpretación de fotografías aéreas e imágenes satelitales, y el análisis de las cartas morfométricas elaboradas.

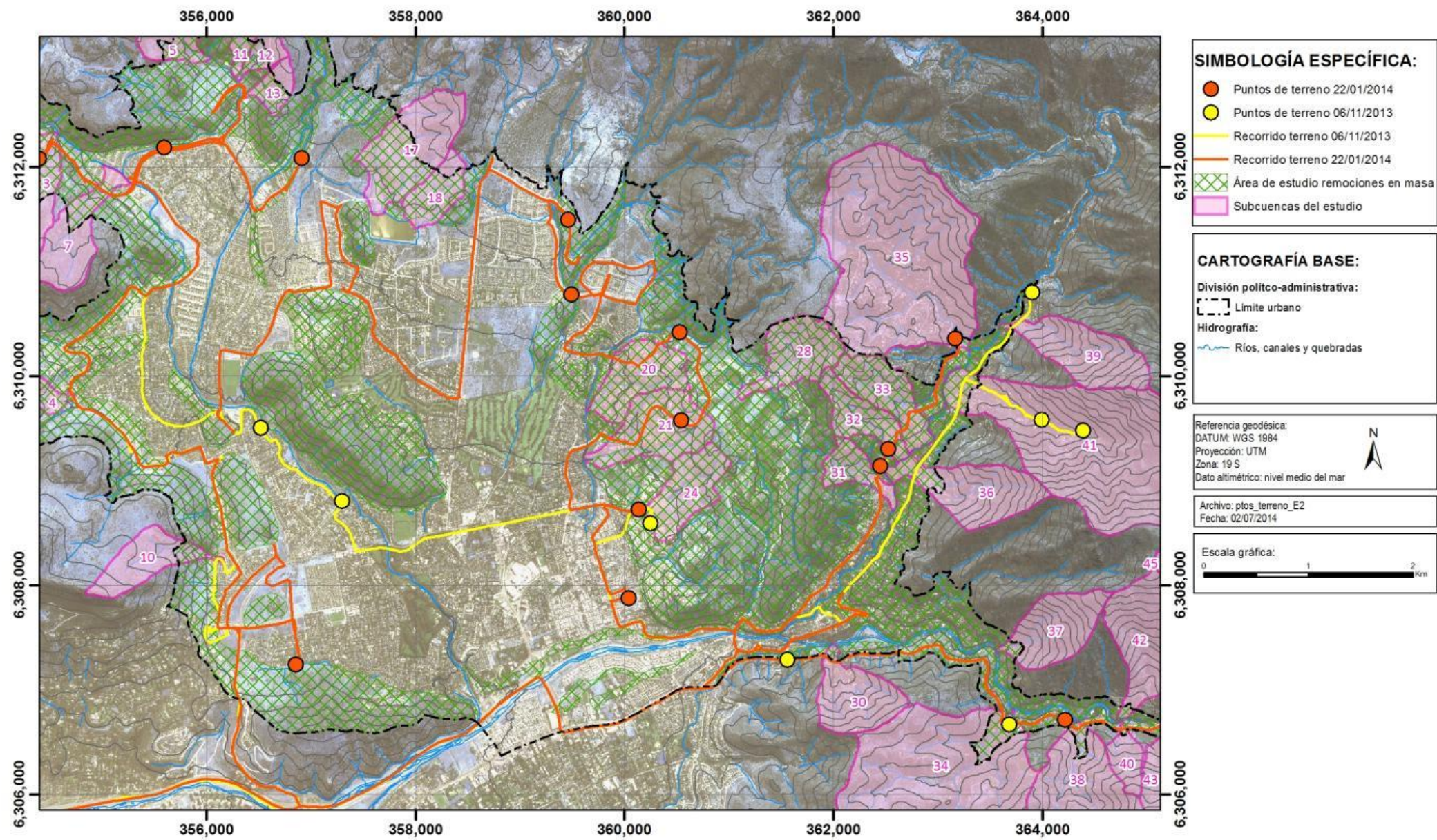
Para la caracterización geológica se realizó una interpretación de fotografías aéreas e imágenes satélites, lo cual permitió delimitar los principales contactos entre el basamento rocoso y los depósitos no consolidados activos e inactivos, tales como depósitos aluviales, depósitos, depósitos coluviales, y niveles aterrazados. Además se identificaron los principales cauces, sus llanuras de inundación y niveles de terrazas fluviales.

El mapa geomorfológico identifica las principales formas del terreno. En consideración de la información disponible, el mapa geológico y geomorfológico es presentado como un solo mapa.

El mapa geológico y geomorfológico es utilizado en este informe como un factor condicionante, dado que permite identificar las siguientes zonas:

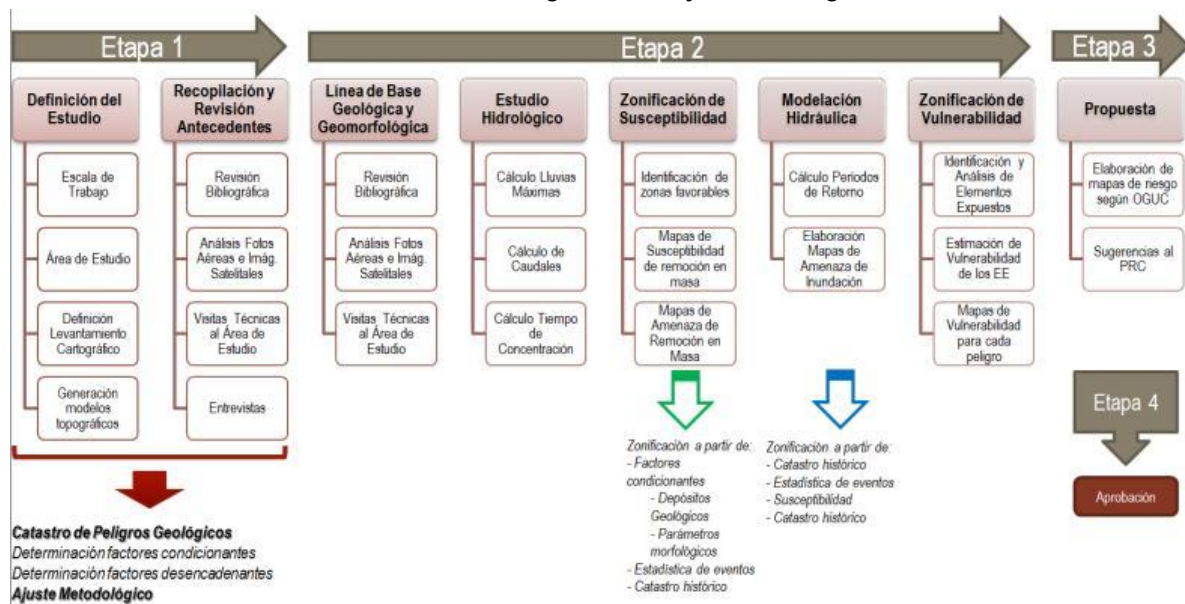
- Zonas donde el macizo rocoso presenta una mala calidad que favorece la generación de procesos de remoción.
- Zonas donde se producen continuamente procesos de remoción en masa, tales como zonas de abanicos aluviales o conos de deyección coluviales.
- Zonas escarpadas, donde se producen continuamente procesos de remoción en masa que generan retroceso de laderas.
- Cauces activos y llanuras de inundación, que son afectadas continuamente por procesos de inundación por desborde de cauce.
- Zonas bajas y deprimidas, las que son afectadas periódicamente por anegamientos.
- Distintos niveles de terrazas, que permiten sectores inundables y los diferentes niveles de susceptibilidad asociados.

FIGURA N° 2-1 Recorrido y puntos de control de visitas a terreno



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 2-2 Diagrama de flujo metodológico



Fuente: Elaboración propia.

2.3 Estudio Hidrológico

Debido a que las subcuencas en estudio no cuentan con registros fluviométricos, la estimación de los caudales máximos puntuales se realizó mediante modelos de precipitación-escorrentía, considerando las recomendaciones de la DGA para la estimación de caudales máximos en cuencas sin información fluviométrica (DGA-MOP, 1998), los criterios de diseño del Manual de Carreteras (MOP, 2012) y la Guía de Diseño de Técnica Alternativas para Soluciones de Aguas Lluvias en Sectores Urbanos (MINVU, 1996). En este estudio se consideraron crecidas de 10, 25, 50, 100 y 200 años de período de retorno, desarrollando finalmente los mapas de inundación para crecidas de 100 años de período de retorno, debido a que se considera un periodo suficientemente conservador, con una estadística confiable de registros pluviométricos y con valores de coeficientes de escorrentía debidamente contrastados.

La estimación de los parámetros morfométricos de las subcuencas aportantes se realizó en base a un análisis del modelo de elevación digital para el área de estudio, considerando la cartografía disponible del Plan Regulador Comunal (PRC), el Gobierno Regional (GORE), y el Instituto Geográfico Militar (IGM). Los modelos de elevación disponibles se integraron y analizaron mediante un sistema de información geográfica (SIG). Los parámetros morfométricos calculados incluyen la superficie aportante de cada subcuenca (A), el largo de cauce principal (L_c), la pendiente media (S), la altura media (H_m), altura mínima (H_{min}), y la altura máxima (H_{max}).

La intensidad de la lluvia de crecida para toda el área de estudio se calculó considerando una duración de lluvia equivalente a 1 hora de duración. Este valor se obtuvo tras el cálculo del tiempo de concentración (t_c) para cada una de las subcuencas de estudio mediante la fórmula de Giandotti (MOP, 2012), la cual posee la siguiente expresión:

$$t_c = 60 \cdot \left(\frac{4 \cdot A^{0,5} + 1,5 \cdot L_c}{0,8 \cdot H^{0,5}} \right)$$

Donde:

- t_c = Tiempo de concentración [min];
 A = Área aportante de la subcuenca [km²];
 L_c = Largo del cauce principal [km];
 H = Diferencia entre la altura media y la altura mínima de la cuenca [m].

El valor de 1 hora corresponde al mayor valor de t_c calculado, correspondiente a la Quebrada Oscura.

La estimación de los caudales máximos instantáneos para cada subcuenca se realizó mediante los siguientes métodos:

- i. Método Racional.
- ii. Método DGA-AC para crecidas pluviales.
- iii. Método de Verni-King modificado.

Para estos métodos sólo se consideraron los aportes pluviales al escurrimiento, pues la línea promedio de nieves en la latitud de las cuencas aportantes (33°), correspondiente a 1900 msnm (Peña & Vidal, 1993), únicamente resulta aplicable a las quebradas Huallalolén y Del Ñinhue, y se considera despreciable debido a que en cada cuenca la superficie nivel corresponde a menos del 4% de la superficie total de la subcuenca. A continuación se describe cada uno de estos métodos.

2.3.1 Método Racional

Este método relaciona el caudal máximo instantáneo con la precipitación mediante la siguiente expresión:

$$Q_{max} = \frac{C \cdot i \cdot A}{3,6}$$

Donde:

- Q_{max} = Caudal máximo instantáneo [m³/s];
 C = Coeficiente de escorrentía [adimensional];
 i = Intensidad de la lluvia de diseño [mm/hr];
 A = Área aportante de la subcuenca [km²].

La intensidad de la lluvia de diseño se calculó considerando la expresión recomendada en la Guía de Diseño de Técnica Alternativas para Soluciones de Aguas Lluvias en Sectores Urbanos (MINVU, 1996):

$$P_t^T = K \cdot CF_T \cdot CD_t \cdot P_{24}^{10}$$

$$i_t^T = \frac{P_t^T}{t}$$

Donde:

- P_t^T = Precipitación máxima asociada a un período de retorno de T años y una duración de t horas [mm];
 K = Coeficiente de corrección para la precipitación máxima, fijado en 1,1 [adimensional];
 CF_T = Coeficiente de frecuencia para T años de período de retorno [adimensional];
 CD_t = Coeficiente de duración para t horas [adimensional].
 P_{24}^{10} = Precipitación diaria máxima asociada a un período de retorno de 10 años [mm].

Los valores de P_{24}^{10} para cada una de las subcuencas fueron obtenidos a partir del mapa de isoyetas del Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias para el Gran Santiago.

Por otro lado, los coeficientes de frecuencia y duración considerados corresponden a los presentados en el CUADRO N° 2-1 y CUADRO N° 2-2.

CUADRO N° 2-1 Valores de coeficientes de frecuencia considerados para el estudio

Período de retorno [años]	CF [adim.]
2	0,60
5	0,84
10	1,00
20	1,15
25	1,20
50	1,35
100	1,50
200	1,64

Fuente: Manual de Carreteras, Vol.3, Estación Pluviométrica Santiago-Quinta Normal (MOP, 2012).

CUADRO N° 2-2 Valores de coeficientes de duración considerados para el estudio

Duración [horas]	CD [adim.]
1	0,14
2	0,23
4	0,38
6	0,51
8	0,63
10	0,70
12	0,77
14	0,82
18	0,90
24	1,00

Fuente: Manual de Carreteras, Vol.3, Estación Pluviométrica Santiago-Quinta Normal (MOP, 2012).

Finalmente los coeficientes de escorrentía (C) de cada subcuenca fueron estimados considerando factores tales como el relieve, la infiltración, cobertura vegetación y capacidad de almacenamiento superficial siguiendo la tabla de ponderaciones presentada en el CUADRO N° 2-3.

CUADRO Nº 2-3 Coeficientes de escorrentía para T = 10 años

Factor	Extremo	Alto	Normal	Bajo
Relieve	0,28-0,35 Escarpado con pendientes mayores que 30%	0,20-0,28 Montañoso con pendientes entre 10 y 30%	0,14-0,20 Con cerros y pendientes entre 5 y 10%	0,08-0,14 Relativamente plano con pendientes menores al 5%
Infiltración	0,12-0,16 Suelo rocoso, o arcilloso con capacidad de infiltración despreciable	0,08-0,12 Suelos arcillosos o limosos con baja capacidad de infiltración, mal drenados	0,06-0,08 Normales, bien drenados, textura mediana, limos arenosos, suelos arenosos	0,04-0,06 Suelos profundos de arena u otros suelos bien drenados con alta capacidad de infiltración
Cobertura vegetal	0,12-0,16 Cobertura escasa, terreno sin vegetación o escasa cobertura	0,08-0,12 Poca vegetación, terrenos cultivados o naturales, menos del 20% del área con buena cobertura vegetal	0,06-0,08 Regular a buena; 50% del área con praderas o bosques, no más del 50% cultivado	0,04-0,06 Buena a excelente; 90% del área con praderas, bosques o cobertura equivalente
Almacenamiento Superficial	0,10-0,12 Despreciable, pocas depresiones superficiales, sin zonas húmedas	0,08-0,10 Baja, sistema de cauces superficiales pequeños bien definidos, sin zonas húmedas	0,06-0,08 Normal; posibilidad de almacenamiento buena, zonas húmedas, pantanos, lagunas y lagos	0,04-0,06 Capacidad alta, sistema hidrográfico poco definido, buenas planicies de inundación o gran cantidad de zonas húmedas, lagunas o pantanos.
Si T > 10 años Amplificar Resultado por: T = 25 ; C x 1,10 T = 50 ; C x 1,20 T = 100 ; C x 1,25				

Fuente: Manual de Carreteras, Vol.3 (MOP, 2012).

2.3.2 Método DGA-AC para crecidas pluviales

Este método se desarrolló a partir de un análisis regional de crecidas pluviales para cuencas entre la III y la IX Región, dividiendo al país en zonas homogéneas que poseen curvas de frecuencia características para el caudal medio diario máximo, el cual se convierte a un caudal máximo instantáneo mediante la aplicación de un factor de conversión apropiado.

El caudal medio diario máximo de 10 años de período de retorno para las Regiones V-RM-VI posee la siguiente expresión:

$$Q_{10} = 5,42 \cdot 10^{-8} \cdot A^{0,915} \cdot (P_{24}^{10})^{3,432}$$

Donde:

Q_{10} = Caudal medio diario máximo de 10 años de período de retorno [m^3/s];

A = Área pluvial aportante de la subcuenca [km^2].

P_{24}^{10} = Precipitación diaria máxima asociada a un período de retorno de 10 años [mm].

Por otro lado, el área de estudio se ubica entre las latitudes $33^{\circ}23'$ y $33^{\circ}16'$, posee una precipitación media anual inferior a 600 mm, y una precipitación máxima diaria de 10 años de período de retorno que varía entre los 72 y 88 mm, por lo que se ubica dentro de la zonas homogéneas Pp y Np.

El CUADRO N° 2-4 y CUADRO N° 2-5 presentan las curvas de frecuencia regional para estas zonas homogéneas, los cuales permiten derivar el caudal medio diario máximo para distintos periodos de retorno en función del caudal medio diario máximo calculado para 10 años.

CUADRO N° 2-4 Curva de frecuencia regional para zona homogénea Np pluvial

Período de Retorno T (años)	Q _T / Q ₁₀		
	Media	Máximo	Mínimo
2	0.18	0.20	0.16
5	0.56	0.57	0.54
10	1.00	1.00	1.00
20	1.61	1.67	1.59
25	1.86	1.94	1.81
50	2.77	2.98	2.66
75	3.44	3.76	3.28
100	3.97	4.38	3.76
200*	5.92		

* Coeficiente para T=200 años obtenido mediante extrapolación potencial.

Fuente: Manual de Cálculo de Crecidas y Caudales Mínimos en cuencas sin Información Fluvimétrica (DGA-MOP, 1998).

CUADRO N° 2-5 Curva de frecuencia regional para zona homogénea Pp pluvial

Período de Retorno T (años)	Q _T / Q ₁₀		
	Media	Máximo	Mínimo
2	0.42	0.57	0.31
5	0.74	0.82	0.67
10	1.00	1.00	1.00
20	1.29	1.40	1.17
25	1.39	1.54	1.23
50	1.72	2.04	1.40
75	1.94	2.37	1.51
100	2.10	2.62	1.58
200*	2.60		

* Coeficiente para T=200 años obtenido mediante extrapolación potencial.

Fuente: Manual de Cálculo de Crecidas y Caudales Mínimos en cuencas sin Información Fluvimétrica (DGA-MOP, 1998).

Finalmente se considera un factor de conversión para obtener el caudal máximo instantáneo, el cual se presenta en el CUADRO N° 2-6.

CUADRO N° 2-6 Factor de conversión caudal medio diario máximo a caudal máximo instantáneo

Zona homogénea	Factor
Np	1,87
Pp	1,43

Fuente: Manual de Cálculo de Crecidas y Caudales Mínimos en cuencas sin Información Fluvimétrica (DGA-MOP, 1998).

2.3.3 Método de Verni-King Modificado

Este método se basa en la fórmula de Verni-King, que relaciona el caudal máximo instantáneo de una crecida con la precipitación diaria máxima y el área pluvial mediante series de potencias. La modificación a la fórmula original consiste en la adición de un coeficiente empírico variable con el período de retorno, el cual es producto de un proceso de ajuste y calibración de los resultados de análisis de frecuencias realizados para las Regiones III a IX del país.

La fórmula de Verni-King modificada posee la siguiente expresión:

$$Q_{max} = Ce(T) \cdot 0,00618 \cdot (P_{24}^T)^{1,24} \cdot A^{0,88}$$

Donde:

- Q_{max} = Caudal máximo instantáneo asociado a un período de retorno de T años [m^3/s];
 $Ce(T)$ = Coeficiente empírico de período de retorno T años [adimensional];
 P_{24}^T = Precipitación diaria máxima asociada a un período de retorno de T años [mm];
 A = Área pluvial aportante de la subcuenca [km^2].

Para la aplicación del método debe determinarse en primera instancia el coeficiente empírico de 10 años de período de retorno, que para el caso de la Región Metropolitana corresponde a 0,29. Posteriormente se calcula el coeficiente empírico para el período de retorno deseado mediante las curvas de frecuencia presentadas en el CUADRO N° 2-7, para luego aplicar la fórmula directamente.

El cálculo de la precipitación diaria máxima para el período de retorno requerido se realiza considerando la expresión recomendada en la Guía de Diseño de Técnica Alternativas para Soluciones de Aguas Lluvias en Sectores Urbanos (MINVU, 1996), y cuya fórmula fue presentada en la sección del Método Racional:.

CUADRO N° 2-7 Valores de coeficientes de frecuencia considerados para el estudio

Período de retorno [años]	$Ce(T) / Ce(10)$
2	0,60
5	0,84
10	1,00
20	1,15
25	1,20
50	1,35
100	1,50
200	1,64

* Coeficiente para T=200 años obtenido mediante extrapolación potencial.

Fuente: Manual de Cálculo de Crecidas y Caudales Mínimos en cuencas sin Información Fluvimétrica (DGA-MOP, 1998).

2.4 Elaboración de mapas de factores condicionantes

A partir de la línea de base geológica y geomorfológica, el catastro de Peligros Geológicos y los modelos topográficos realizados, se recopiló y desarrolló una serie de mapas de factores considerados condicionantes para la ocurrencia de un peligro geológico dado, con el objetivo de determinar posteriormente cuáles son las áreas más susceptibles a ser afectadas por peligros geológicos. Dentro de estos factores condicionantes se encuentran, por ejemplo:

1. Elevación, pendiente, curvatura dirección de drenaje de la ladera (exposición): Fueron elaborados a partir del modelo digital de terreno elaborado en la Etapa I
2. Litología: Corresponden a los distintos mapas geológicos recopilados, los que fueron aumentados a una escala de mayor resolución en este trabajo.
3. Identificación de terrazas y cauces activos.

2.5 Zonificación de susceptibilidad y amenaza de peligros geológicos

En consideración de la escala de trabajo del presente estudio, para la zonificación de susceptibilidad y amenaza se agruparon los peligros geológicos de acuerdo a los siguientes criterios:

- **Peligros No Zonificables a escala urbana:** Corresponde a los peligros geológicos de Volcanismo y Sismicidad. Dada la magnitud de estos peligros, las áreas afectadas no son representables y/o diferenciables a una escala urbana (mayor a 1:10.000), y solo pueden ser analizados en un contexto regional (Escala 1:100.000 o menor resolución). Por ejemplo, toda la comuna de Lo Barnechea está expuesta de manera similar a terremotos y no se puede diferenciar, a escala urbana, cuáles áreas son más susceptibles que otras.
- **Peligros Zonificables a escala urbana:** Corresponde a los peligros de Remociones en Masa e Inundaciones Litorales y Terrestres. Estos peligros son representables a una escala urbana, pudiendo diferenciarse claramente, dada la escala de trabajo, que áreas son más susceptibles a la ocurrencia de un peligro geológico dado. Por ejemplo, en las zonas de mayor pendiente es más favorable la ocurrencia de deslizamientos que en áreas planas.

En el CUADRO N° 2-9 se incluyen los principales peligros geológicos a estudiar y la escala de las distintas fuentes de información asociadas a cada uno. A continuación se presentan las distintas metodologías utilizadas para efectuar la zonificación de los peligros geológicos considerados zonificables a la escala de trabajo elegida.

2.5.1 Metodologías consideradas para el análisis de la susceptibilidad y amenaza de remociones en masa.

Para la zonificación de susceptibilidad de fenómenos de remoción en masa se siguieron las recomendaciones de la *International Association of Engineering Geology* (IAEG) y la guía para zonificación de amenazas de remociones en masa propuesta por el PMA-GCA (2007). Ambas metodologías han sido realizadas con el objetivo de zonificar la amenaza de fenómenos de remoción en masa, pero realizando algunas modificaciones pueden ser utilizadas también para la zonificación de la susceptibilidad (ver el ANEXO A “Definiciones de Peligro y Riesgo usadas en este informe”).

De acuerdo a PMA-GCA (2007) la evaluación de la amenaza se divide en 6 etapas (FIGURA N° 2-3). En general los diferentes autores describen este procedimiento en etapas estándar, y es de consenso general que el procedimiento debe ser interactivo durante su aplicación.

La metodología utilizada se resume a continuación:

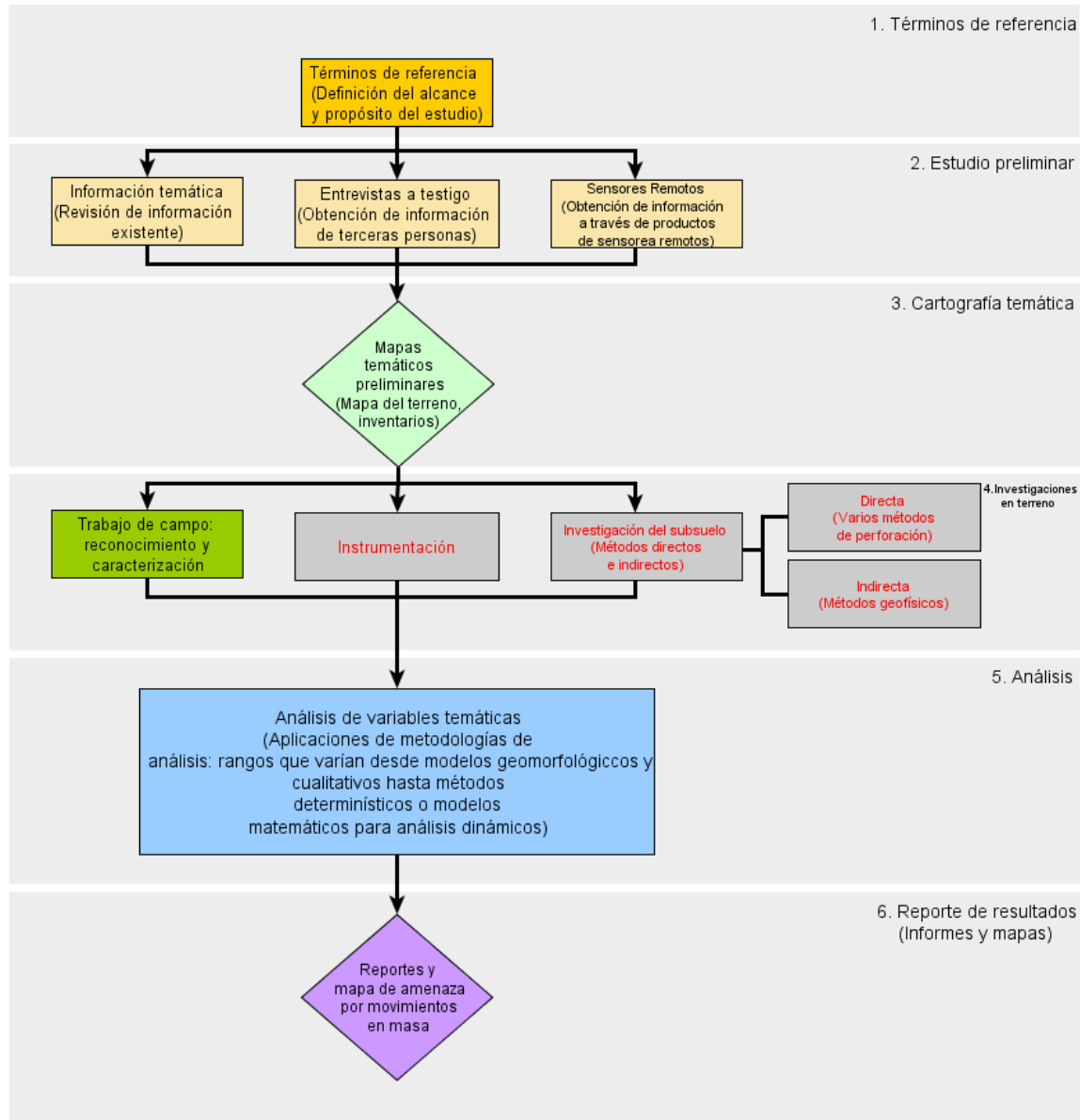
1. Términos de referencia: En esta etapa se incluye la definición del objetivo de la investigación, la escala de trabajo, los requerimientos de la institución que la realiza, de los clientes y del público.
2. Estudio Preliminar: Incluye la recopilación de información temática (mapas topográficos, informes geológicos, etc), de ser posible entrevistas a testigos presenciales y el análisis de fotografías aéreas e imágenes satelitales de distintos periodos de tiempo.

3. Construcción de mapas temáticos preliminares. El objetivo es establecer el marco geomorfológico de cada lugar, identificar las características y origen de las geoformas en el área, los tipos de materiales que se pueden esperar, y los procesos geomorfológicos que ocurran o puedan ocurrir.
4. Inventario de movimientos en masa: Todas las ocurrencias de movimientos en masa próximas a la localidad son registradas en un mapa de inventario y en una base de datos que incluya: tipo de movimiento en masa, magnitud, tiempo de ocurrencia o de su reactivación y datos similares. El inventario debe incorporar inicialmente los datos obtenidos del desarrollo de las tareas 1 a 4, de la FIGURA N° 2-3. Luego, debe actualizarse con la información recogida durante el trabajo en terreno.
5. Trabajo en Terreno: visita con el objetivo de identificar los tipos de suelos y de rocas y los sitios con movimientos en masa, con el objetivo de validar la información recopilada y cubrir los vacíos de información.
6. Análisis: Se realiza una vez compilada toda la información citada en las etapas anteriores. El objetivo de esta etapa es elaborar la zonificación de las áreas susceptibles a ser afectadas por procesos de remoción en masa.

Para el análisis de zonificación de susceptibilidad de remoción en masa se utilizaron los siguientes criterios de zonificación:

1. Se identificaron los factores condicionantes para la generación de remociones en masa. Los factores condicionantes utilizados corresponden principalmente a la pendiente, litología, calidad del macizo rocoso, las observaciones de terreno y la existencia de fenómenos de remoción en masa existentes en las proximidades.
2. Se analizaron los alcances (*runout*) de los procesos de remoción en masa.
3. Se ponderaron los diversos factores condicionantes, para la construcción de un mapa de “Generación de Remociones en Masa”, categorizando con distintos grados de susceptibilidad relativa.
4. En función de los *runout* observados, se elaboraron mapas de “Alcance de Remoción en Masa”, que identifica los sectores que podrían ser afectados, categorizando con distintos grados de susceptibilidad relativa.
5. Los mapas de Generación y Alcance de Remoción en Masa son unidos para la elaboración de un único mapa de “Susceptibilidad de Remoción en Masa”.

FIGURA Nº 2-3 Procedimiento general para la realización de un estudio de amenaza por movimientos en masa



Fuente: Elaboración propia en base a PMA-GCA (2007).

En el presente estudio no se contempla la investigación de subsuelo (Métodos directos y Geofísica), ni mediante instrumentación, ya que queda fuera del alcance de un estudio de estas características, por factor de escala, tiempo y presupuesto. Este tipo de estudios se realizan a una escala comprendida entre 1:100 a 1:500; se dedican a zonas muy concretas y llevan asociadas, por regla general, medidas de mitigación específicas.

Para el análisis de amenaza, se consideran antecedentes históricos y la información recopilada a partir del análisis de fotografías aéreas e imágenes satelitales de diferentes años (desde 1980 hasta 2013).

2.5.2 Metodologías consideradas para el análisis de la susceptibilidad y amenaza de inundaciones

Según Díez-Herrero, *et al.* (2008), el método de análisis de la amenaza o peligrosidad de inundaciones se debe realizar según los criterios que se muestran en la FIGURA N° 2-4, Para este informe, se utilizaron los siguientes métodos:

Los **métodos históricos** emplean marcas y placas sobre elementos artificiales (edificaciones, vías de comunicación, obras públicas, etc.), documentación histórica (manuscritos e impresos de archivos, bibliotecas y hemerotecas) y testimonios (orales o audiovisuales) para reconstruir la extensión cubierta o la cota alcanzada por las aguas durante una crecida desencadenada en el periodo histórico. Una aplicación simple de esta metodología consiste en suponer que si el agua alguna vez ha alcanzado ciertos niveles puede alcanzarlos también en un futuro no muy lejano, determinando esta zona como “de crecida histórica”.

Los **métodos geológicos-geomorfológicos** emplean la disposición y tipología de las formas del terreno y los depósitos generados durante o tras el evento de avenida. Con ello se pueden delimitar las áreas geomorfológicamente activas dentro del cauce fluvial y sus márgenes, y por tanto susceptibles de ser inundadas en el marco de la dinámica natural de la corriente fluvial, su frecuencia cualitativa de inundación, e incluso inferir órdenes de magnitud de parámetros como la profundidad, velocidad de la corriente o carga sólida transportada. Estas técnicas consideran fenómenos naturales que son difíciles de modelar con otras técnicas, como avulsiones, migraciones del canal o el transporte de sólidos, y tener en cuenta las tendencias evolutivas naturales del sistema fluvial. Estos métodos y sus aplicaciones son usados por muchos autores (por ejemplo Ayala, (1985), Baker, *et al.*, (1988), Díez & Pedraza (1996), Díez Herrero (2002a), Marquínez & Lastra (2006a), Marquínez & Lastra (2006b), Ortega & Garzón (2006), Lastra, *et al.* (2008)).

Los **métodos hidrológicos** persiguen, respectivamente, la estimación de los caudales generados en una cuenca o corriente y el cálculo de las velocidades y calados con los que circularán por un determinado tramo fluvial. Los métodos hidrológicos pueden partir de los datos de caudales, aplicando análisis estadísticos de los valores máximos; o de los datos de precipitación, mediante modelos hidrometeorológicos de transformación precipitación-escorrentía basados en fórmulas y métodos como el racional, hidrograma unitario, PMP-PMF, onda cinemática, etc.

2.6 Modelación hidráulica de las quebradas en estudio

La evaluación del comportamiento hidráulico de cada una de las subcuencas del estudio, considerando la crecida para 100 años de periodo de retorno, se realizó mediante el programa HEC-RAS3. La simulación del comportamiento hidráulico del río unidimensional se realizó bajo condiciones de régimen permanente.

Considerando que cada subcuenca aporta hacia el límite urbano de la comuna, la evaluación hidráulica se realizó considerando el tramo final del cauce de cada quebrada, con especial énfasis en aquellos tramos del cauce dentro del límite urbano. Específicamente, se realizó la simulación del tramo de cauce dentro del límite urbano y de 100 a 200 m aguas arriba del mismo. Los perfiles transversales para cada uno de los cauces a evaluar se obtuvieron mediante análisis de los modelos de elevación digital disponibles para el sector.

³Software desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos (Brunner, 2010)

Los coeficientes de rugosidad de Manning, tanto del lecho como las riberas de los cauces, se derivaron mediante el análisis de imágenes aéreas del área de estudio, junto con la evaluación visual que se realizó durante las visitas a terreno. Para ello se realizaron mapas de usos del suelo mediante un sistema de información geográfica (SIG) a los que se asociaron los coeficientes de rugosidad de Manning (Chow, et al., 1994) que se observan en el CUADRO N° 2-8.

CUADRO N° 2-8 Coeficiente de Manning asociado a cada tipo de suelo

TIPO DE SUELO	MANNING
Vegetación densa	0,1
Vegetación dispersa	0,05
Camino tierra	0,02
Carretera	0,01
Cauce natural c/veget	0,04
Cultivos	0,04
Residencial	0,01
Suelo desnudo	0,03
Pastizal corto	0,03

Fuente: Elaboración propia.

Tanto para el caso de las condiciones dispuestas en la estación ubicada más aguas abajo y aguas arriba en la quebrada, la condición de borde fue definida en base a la pendiente existente a lo largo de las superficies de agua a medida que escurre el caudal.

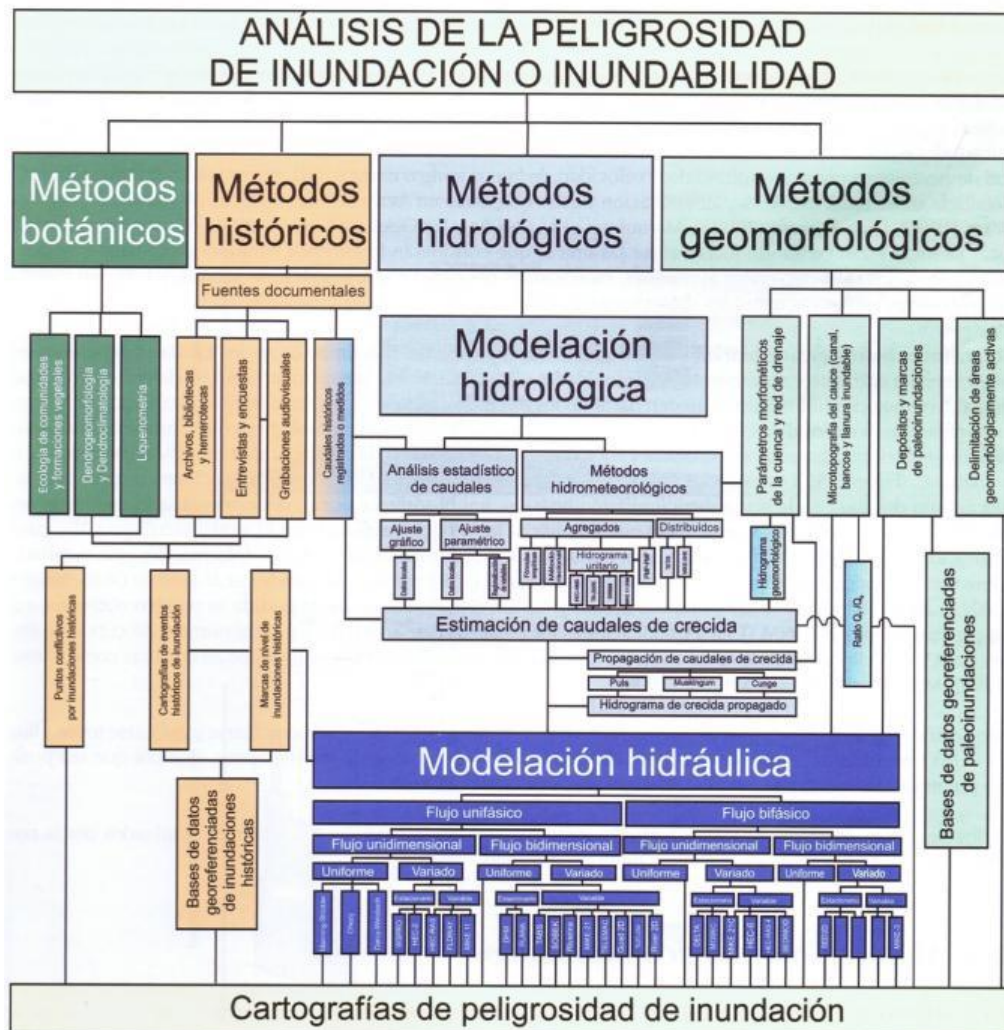
2.7 Elaboración de mapas de inundación

La elaboración de los mapas de inundación se realizó para un período de retorno de 100 años, escenario que considera un período suficientemente conservador, con una estadística confiable y coeficientes contrastados.

Para la elaboración de estos mapas, se utilizó el caudal obtenido mediante la aplicación del método racional, ya que fue el que entregó los resultados más conservadores.

La simulación obtenida mediante HEC-RAS se exportó a un sistema de información geográfica (SIG), en el que se desarrolló la cartografía respectiva.

FIGURA N° 2-4 Análisis de la peligrosidad de inundaciones o inundabilidad



Fuente: Díez-Herrero, et al., (2008).

2.8 Determinación de exposición frente a los riesgos definidos

A partir de los resultados del Estudio de Riesgos para las cuencas seleccionadas, se procedió a integrar las diferentes coberturas que muestran la susceptibilidad por cada uno de los peligros: (i) remoción en masa, compuesto a la vez de los peligros de caída de rocas, de deslizamiento y de flujos y detritos e (ii) inundación. Esta cobertura, integrada a su vez (i) a la base catastral, permite generar una imagen con una visión global sobre la afectación de los peligros estudiados sobre el suelo, como se muestra en el Plano N°7 Síntesis de Zonificación de Susceptibilidad y Elementos Expuestos, escala 1:7.000 (láminas 1 y lámina 2) y (ii) a la zonificación del PRC Lo Barnechea 2002, entrega una visión acerca de los sectores de la cuencas y de los suelos fuera de ellas y que se ven afectadas por los riesgos del Estudio. Ambos resultados para la generación de posteriores recomendaciones sobre planificación, en la aplicación del art. 2.1.17 de la OGUC.

CUADRO N° 2-9 Resumen Peligros Geológicos a ser estudiados y su escala de trabajo

PELIGRO	DESCRIPCIÓN	PELIGROS ASOCIADOS	ESCALA	ZONIFICACIÓN A PARTIR DE:
Volcánico	El peligro volcánico, se asocia a los procesos asociados a la erupción de un volcán. Aunque en general, los centros volcánicos se encuentran emplazados donde la densidad demográfica es baja, los productos asociados a una erupción volcánica pueden tener alcances de centenares de kilómetros.	Lluvia de tefra y proyectiles balísticos	>1:100.000	Antecedentes históricos, mapas de isópacas y comparación con otras zonas
		Flujos piroclásticos	1:50.000	Antecedentes históricos, mapas de acumulación, mapas geológicos
		Escurrimiento de Lavas	1:50.000	
		Remociones en masa y lahares	1:50.000	
		Sismicidad	>1:100.000	Antecedentes históricos
Remociones en Masa	Procesos en las que un volumen de roca o suelo es transportado por procesos gravitacionales. Se reconocen 2 tipos principales, los deslizamientos y las Caídas de Rocas. Su alcance es en general limitado, y es tratado como un peligro geológico local.	Deslizamientos	1:2.000	Interpretación de fotografías aéreas, mapas geológicos, mapas geomorfológicos, criterios geotécnicos y mapas temáticos.
		Desprendimiento o caída de rocas	1:2.000	
Flujos e Inundaciones	Análisis de los principales peligros asociados a eventos pluviométricos extremos, los flujos de detritos, referidos comúnmente como 'aluviones', e inundaciones. Aguas arriba se tratan a una escala 1:25.000 o mayor, dependiendo de los datos disponibles, y zonas urbanas se tratan a una escala 1:2.000	Flujos de detritos	1:2.000	Interpretación de fotografías aéreas, mapas geomorfológicos y mapas geológicos.
		Inundaciones por desborde	1:2.000	Antecedentes históricos, interpretación de fotografías aéreas, mapa geomorfológico y mapa geológico. Modelación Hidrológica
		Anegamiento	1:2.000	Antecedentes históricos, interpretación de fotografías aéreas, mapas geomorfológicos y mapa geológicos.
Sismicidad	Se analizaron los principales sismos y los peligros asociados a ellos.	Movimientos de terreno	>1:100.000	Antecedentes históricos y comparación con otras zonas

Fuente: Elaboración propia.

3. MARCO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO

3.1 *Marco Geodinámico*

Chile se ubica en un margen convergente de placas tipo océano-continente (FIGURA N° 3-1), donde la Placa Oceánica de Nazca subducta a la Placa Continental Sudamericana bajo su margen occidental. Esta subducción, cuya tasa actual de convergencia se estima en 8 cm/año (DeMets, et al., 1994), se reconoce activa desde, al menos, el Jurásico (Mpodozis & Ramos, 1989) y ha tenido variaciones en la tasa de convergencia durante el Eoceno – Mioceno que van desde 5 a 15 cm/año (Somoza, 1998).

El segmento ubicado entre los 33° y los 46° S corresponde, dentro del esquema de segmentación andina de Mpodozis y Ramos (1989), a una zona de subducción tipo chilena que se caracteriza por un ángulo de subducción entre la placa de Nazca y la placa Sudamericana de aproximadamente 30°. Este segmento se encuentra al Sur del segmento ubicado entre los 27° S y los 33°, que se caracteriza por una subducción plana (~10°) y se encuentra aparentemente controlado por la subducción de la dorsal asísmica de Juan Fernández. Si se comparan ambos segmentos, se destacan las siguientes características:

1. La costa Oeste de la placa Sudamericana tiene un rumbo aproximado Norte-Sur en el tramo de subducción plana, mientras que al Sur de los 33° la costa posee un rumbo aproximado N20°E.
1. En el tramo Norte, no se aprecia el desarrollo de una depresión central, en cambio se presentan valles transversales en el antearco. Por otro lado, en el segmento Sur, se desarrolla claramente la Depresión Central, con una Cordillera de la Costa y Cordillera Principal bien definidas.
2. En el sector de subducción plana no hay registro de volcanismo Holoceno en la Cordillera Principal, mientras que desde el área de estudio y hacia el sur, el arco volcánico Holoceno se encuentra plenamente desarrollado.

La acumulación y posterior relajación de los esfuerzos producto del régimen de subducción es la causa de que todo Chile hasta la península de Taitao, sea afectado frecuentemente por terremotos. La gran mayoría de estos sismos y los eventos de magnitud, se originan en la zona del contacto entre placas y corresponden a la liberación súbita de la mayor parte de la energía acumulada durante el proceso de subducción (Ej. Sismos del 6 de abril de 1943 que afectó a la IV Región, 3 de Marzo de 1985 de la V región, sismos de Mayo de 1960 en Valdivia). Los esfuerzos causados por la subducción también se propagan hacia el interior de la placa continental, y se liberan mediante sismos superficiales, normalmente de menor magnitud pero más destructivos localmente. (Ej. Sismo de Las Melosas de 1958, Sismo de Chuzmisa de 2001). Otros sismos son provocados por la relajación de esfuerzos en la placa de Nazca una vez subductada, estos sismos pueden ser muy destructivos a pesar de no tener las mayores magnitudes (Ej. Sismo de Chillán de 1939, sismo de Punitaqui de 1997 y sismo de Tarapacá 2005).

FIGURA N° 3-1 Vista en 3D donde se representa el marco geodinámico, se aprecia la Dorsal de Juan Fernández y el lugar donde es subductada frente a los 33° S.



FUENTE: Elaboración propia. La línea verde señala la fosa, lugar donde ocurre la subducción de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana, las flechas muestran las direcciones y velocidades de convergencia entre ambas placas.

3.2 Marco Geológico

La geología de la comuna de Lo Barnechea está constituida esencialmente por rocas volcánicas con algunas intercalaciones sedimentarias de edad Eoceno-Mioceno, las que presentan diversos grados de meteorización. Estas rocas se encuentran cubiertas por distintos tipos de depósitos no consolidados, los que son producto de procesos fluviales, aluviales y coluviales (FIGURA N° 3-6). Cada una de estas unidades geológicas se describe a continuación.

3.2.1 Depósitos no consolidados

3.2.1.1 Depósitos fluviales activos de ríos y esteros (Holoceno)

Sedimentos genéticamente relacionados con los cursos fluviales activos del río Mapocho, estero Arrayán y estero Las Hualtatas. Están constituidos por ripios, gravas, gravas arenosas clasto-soportadas, con clastos redondeados y en parte imbricados (FIGURA N° 3-2).

3.2.1.2 Depósitos fluvio-aluviales activos de quebradas (Holoceno)

Corresponden a un conjunto de bloques, gravas y arenas que se encuentran rellenoando el cauce de quebradas actuales y conformando abanicos aluviales a la salida de éstas. En las quebradas principales se observan bloques de tamaños métricos (FIGURA N° 3-3)

3.2.1.3 Depósitos lacustres activos y cuerpos de agua (Holoceno)

Corresponden a los cuerpos de agua (naturales y artificiales) y los sedimentos que se depositan en el fondo de éstos, compuestos por limos y arcillas.

FIGURA N° 3-2 Depósitos fluviales activos del estero Las Hualtatas en sector contiguo al Parque Las Pataguas.



Fuente: Archivo fotográfico de terreno

FIGURA N° 3-3 Depósitos aluviales activos en quebrada Huallalolén donde el cauce activo fue intervenido



Fuente: Archivo fotográfico de terreno

3.2.1.4 Depósitos fluvio-aluviales de quebradas

Sedimentos constituidos por bloques, gravas, arenas y limos que se encuentran en torno a los cauces activos de quebradas, en algunos casos formando niveles aterrazados alrededor de éstas (FIGURA N° 3-4). Estos depósitos se asocian a grandes flujos de barro y detritos que sobrepasaron el cauce activo de las quebradas.

FIGURA N° 3-4 Depósito fluvio-aluvial aterrazado compuesto por gravas inmersas en una matriz arenosa, ubicado en la intersección de la quebrada Las Varas con el camino a Farellones. A la izquierda vista general y a la derecha detalle del depósito.



Fuente: Archivo fotográfico de terreno

3.2.1.5 Depósitos fluviales aterrazados

Sedimentos compuestos por ripios, gravas, gravas arenosas, arenas y limos. Estos depósitos se encuentran conformando dos niveles aterrazados en torno a los principales cauces fluviales. El nivel aterrazado inferior presenta alturas entre 2 y 10 m sobre los cauces actuales, mientras que el nivel aterrazado superior alcanza alturas entre 10 y 30 m sobre los mismos.

3.2.1.6 Depósitos antiguos de remociones en masa (Pleistoceno-Holoceno) (Wall, et al., 1999)

Depósitos originados por flujos de detritos, flujos de barro, deslizamientos, desprendimiento de bloques, reptación y hundimiento. En el área de estudio se exponen en el sector del portezuelo Lo Curro, en el extremo suroccidental de la comuna. Estos sedimentos incorporan bloques de hasta 10 m de diámetro, los que probablemente representan depósitos de colapso gravitacional originados por deslizamiento de la ladera oriental del cerro Manquehue.

3.2.1.7 Depósitos aluviales (Pleistoceno Medio- Pleistoceno Superior) (Wall, et al., 1999)

Unidad que se encuentra conformando extensos abanicos aluviales coalescentes, con suave pendiente hacia el oeste, provenientes de las hoyas hidrográficas principales. Estos depósitos están formados por gravas y arenas, con sedimentos finos en menor proporción. Sobre esta unidad es donde

se concentra la mayor parte de los sectores habitados, debido a su gran extensión y sus suaves pendientes (menores a 10°).

3.2.2 Unidades de Roca

3.2.2.1 Rocas Intrusivas del Cerro Manquehue (Mioceno)

Corresponden a stocks andesíticos y dacíticos que intruyen a la Formación Abanico y que forman parte de un conjunto de intrusivos hipabisales que Wall et al. (1999) dataron en 20-19 Ma. Son rocas leucocráticas, porfídicas, con fenocristales de plagioclasa, hornblenda y en menor proporción piroxeno, parcial o totalmente transformado en anfíbola, los que se encuentran inmersos en una masa fundamental compuesta por plagioclasa, cuarzo y escasa magnetita. Los stocks del cerro Manquehue presentan enclaves máficos microgranulares de anfíbola y plagioclasa (Wall, et al., 1999).

3.2.2.2 Formación Abanico (Eoceno Superior?- Mioceno Inferior) (Aguirre, 1960)

Secuencia principalmente volcánica andesítica a basáltica, con intercalaciones piroclásticas y sedimentarias continentales, con espesor expuesto de ca. 2.000 m. Aflora en todos los sectores montañosos del área urbana de la comuna, incluyendo a los cerros islas, como por ejemplo el cerro del Medio. Su techo no está expuesto y está intruida por 'stocks' y diques datados entre 34 y 19 Ma. Dataciones radiométricas efectuadas en la región Metropolitana se ubican entre 28-20 Ma. Wall et al. (1999) reconocen dos niveles estratigráficos dentro de la Formación Abanico. En el nivel superior predominan rocas piroclásticas y volcanoclásticas, mientras que en el nivel inferior, que es el que aflora en el área urbana, predominan las rocas volcánicas de composición andesítica a basáltica, con algunas intercalaciones de rocas piroclásticas (tobas brechosas, tobas soldadas) y sedimentarias continentales (limolitas y areniscas tobáceas; conglomerados fluviales y tobas de deposición subacuática, portadoras de restos vegetales).

En el área urbana de la comuna de Lo Barnechea, las rocas de la Formación Abanico presentan abundantes diaclasas y en gran parte de los afloramientos se observa un alto grado de meteorización (IV a VI de acuerdo a la clasificación sugerida por la *International Society for Rock Mechanics* (ISRM, 1981)), lo que genera laderas inestables con una gran cantidad de suelo residual. Los sectores donde la roca se encuentra con un grado de meteorización superior a IV fueron diferenciados en el mapa geológico, siendo agrupados junto con los suelos residuales generados, dentro de la unidad "Rocas meteorizadas y suelos residuales" (ver FIGURA N° 3-6).

FIGURA N° 3-5 Afloramientos de la Formación Abanico en sector del camino a Farellones. A la izquierda: rocas con alto grado de meteorización en ladera sur del río Mapocho, a la derecha: rocas

con menor nivel de meteorización, pero con abundante fracturamiento (vista de la ladera norte del río Mapocho).



Fuente: Archivo fotográfico de terreno

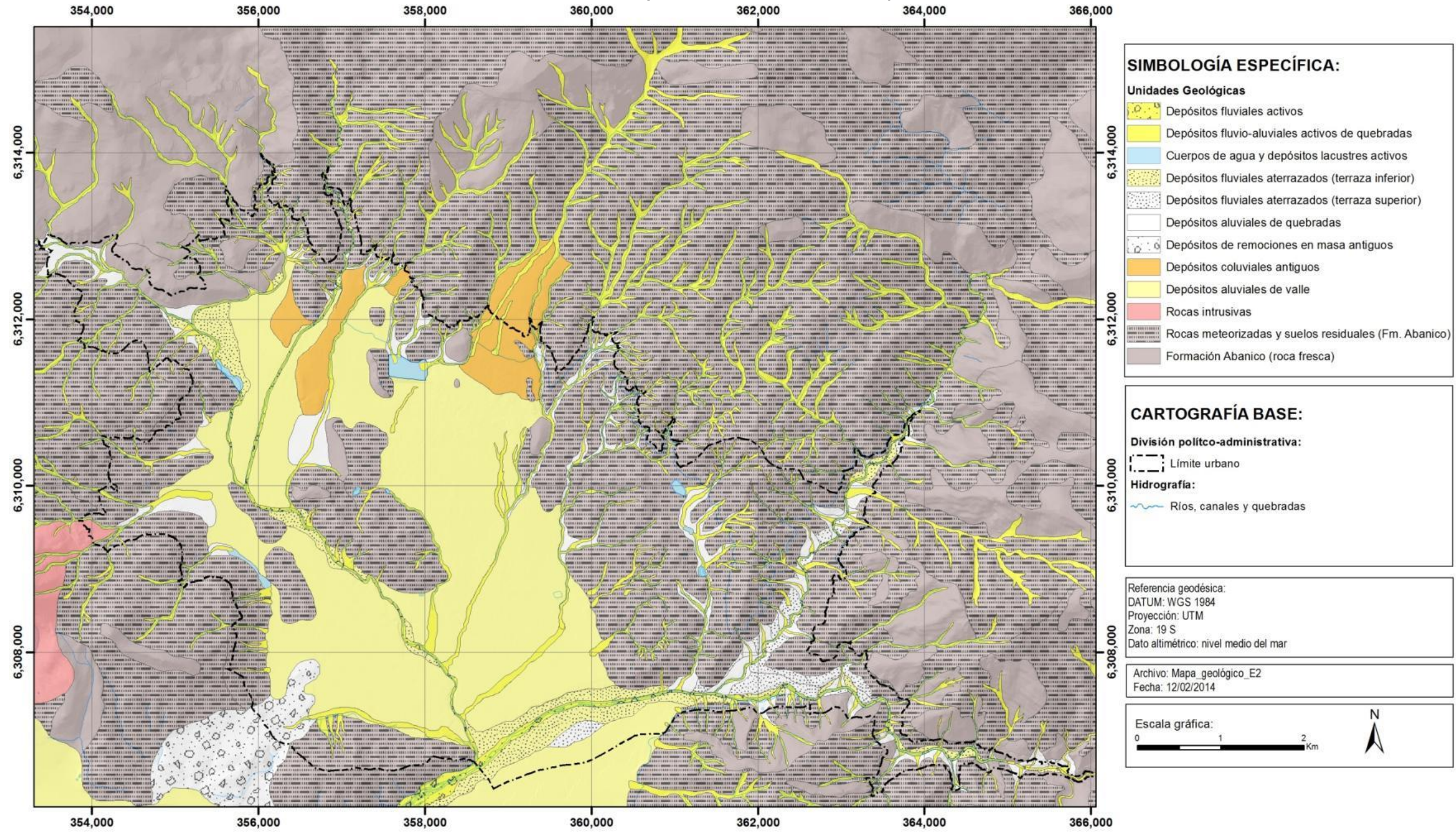
3.3 Marco Geomorfológico

El segmento andino chileno ubicado al sur de los 33° S, muestra 3 unidades morfoestructurales principales, dispuestas en franjas orientadas Norte – Sur. De Oeste a Este estas son: Cordillera de la Costa, Depresión Central y Cordillera Principal (que comparten Chile y Argentina). La Comuna de Lo Barnechea se ubica en la zona precordillerana de la Región Metropolitana, que corresponde a la transición entre la Depresión Central y la Cordillera Principal (FIGURA N° 3-7).

En el área de estudio, la Depresión Central se presenta como una franja alargada en dirección Norte-Sur, la cual corresponde a una extensa llanura levemente inclinada hacia el Oeste, la cual se ve ocasionalmente interrumpida por zonas donde se une la Cordillera de la Costa con la Cordillera Principal (angosturas) y por algunos cerros islas, cuyas alturas no superan los 250 m con respecto a la Depresión Central (como por ejemplo el Cerro del Medio).

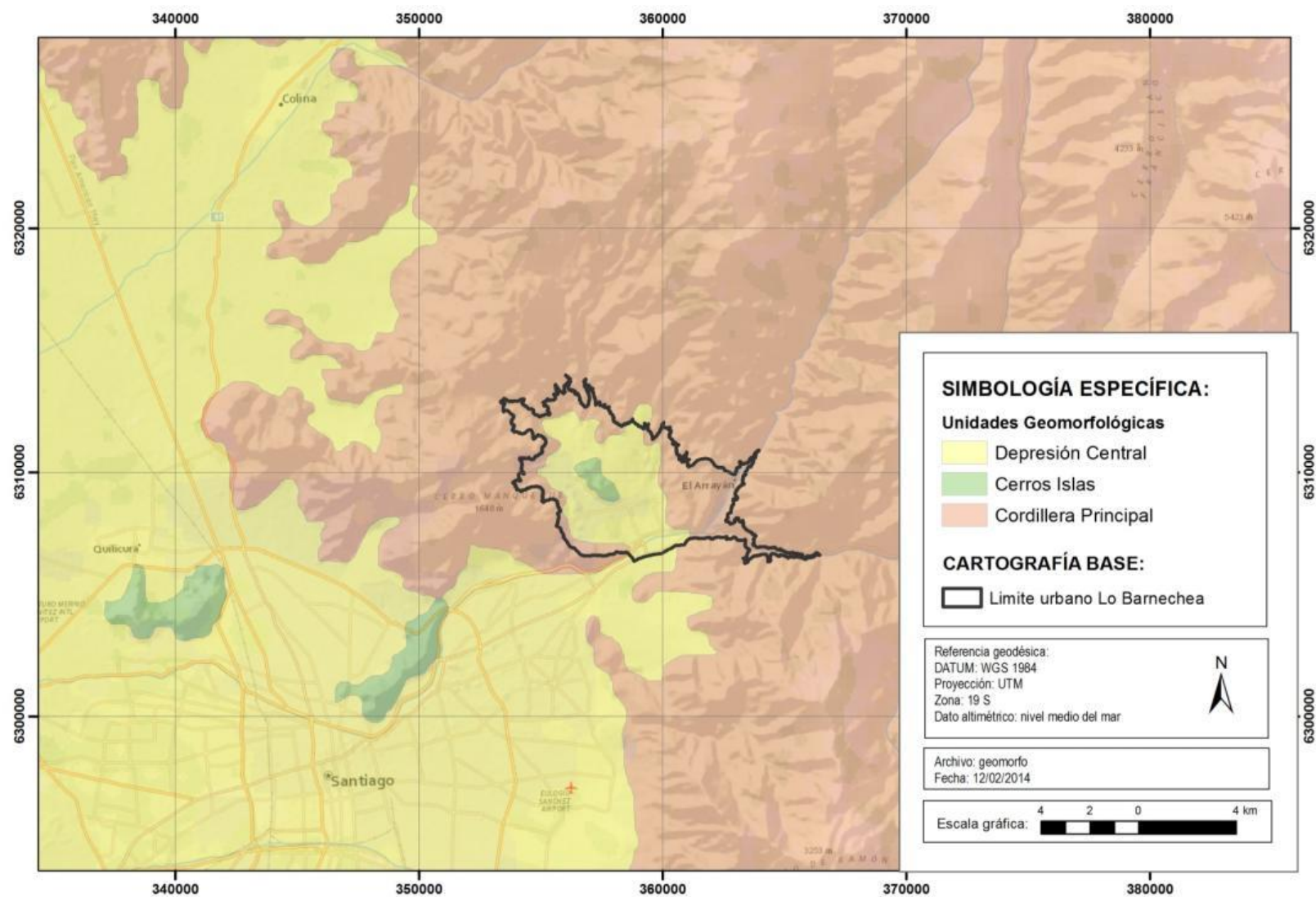
En el área urbana de la comuna las elevaciones varían entre los 750 y los 1250 m s.n.m. (FIGURA N° 3-8). Con respecto a las pendientes, aquellas sobre 15° se concentran en las laderas de los cerros conformados por rocas de la Formación Abanico, mientras que las zonas más planas coinciden con los sectores bajos donde predominan los depósitos aluviales antiguos, depósitos fluviales y los sectores distales de los depósitos fluvio-aluviales activos. Las pendientes máximas son del orden de los 70 a 75° (FIGURA N° 3-9).

FIGURA Nº 3-6 Mapa Geológico del área urbana de Lo Barnechea y sus alrededores

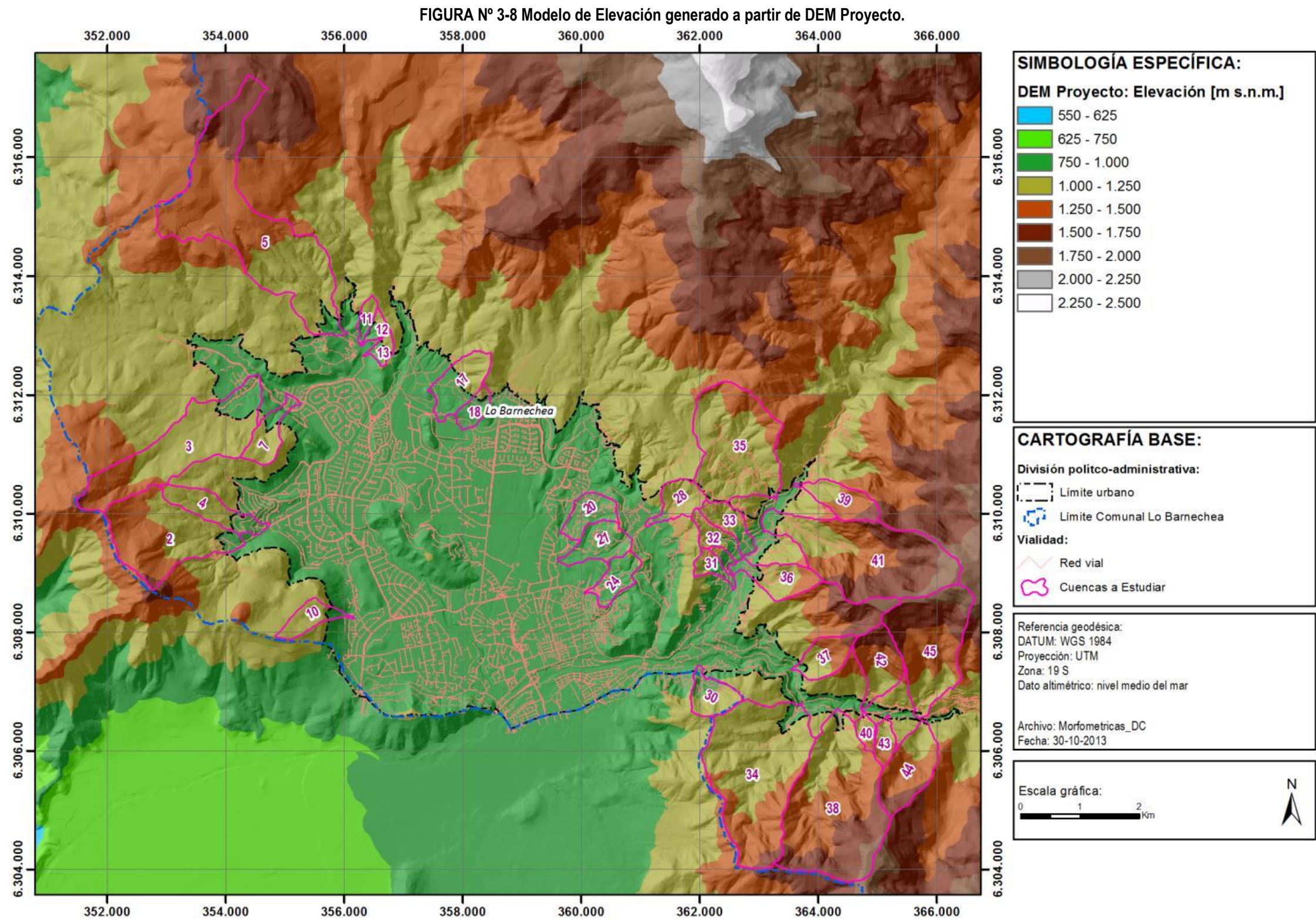


Fuente: Elaboración propia a partir de Wall et al. (1999)

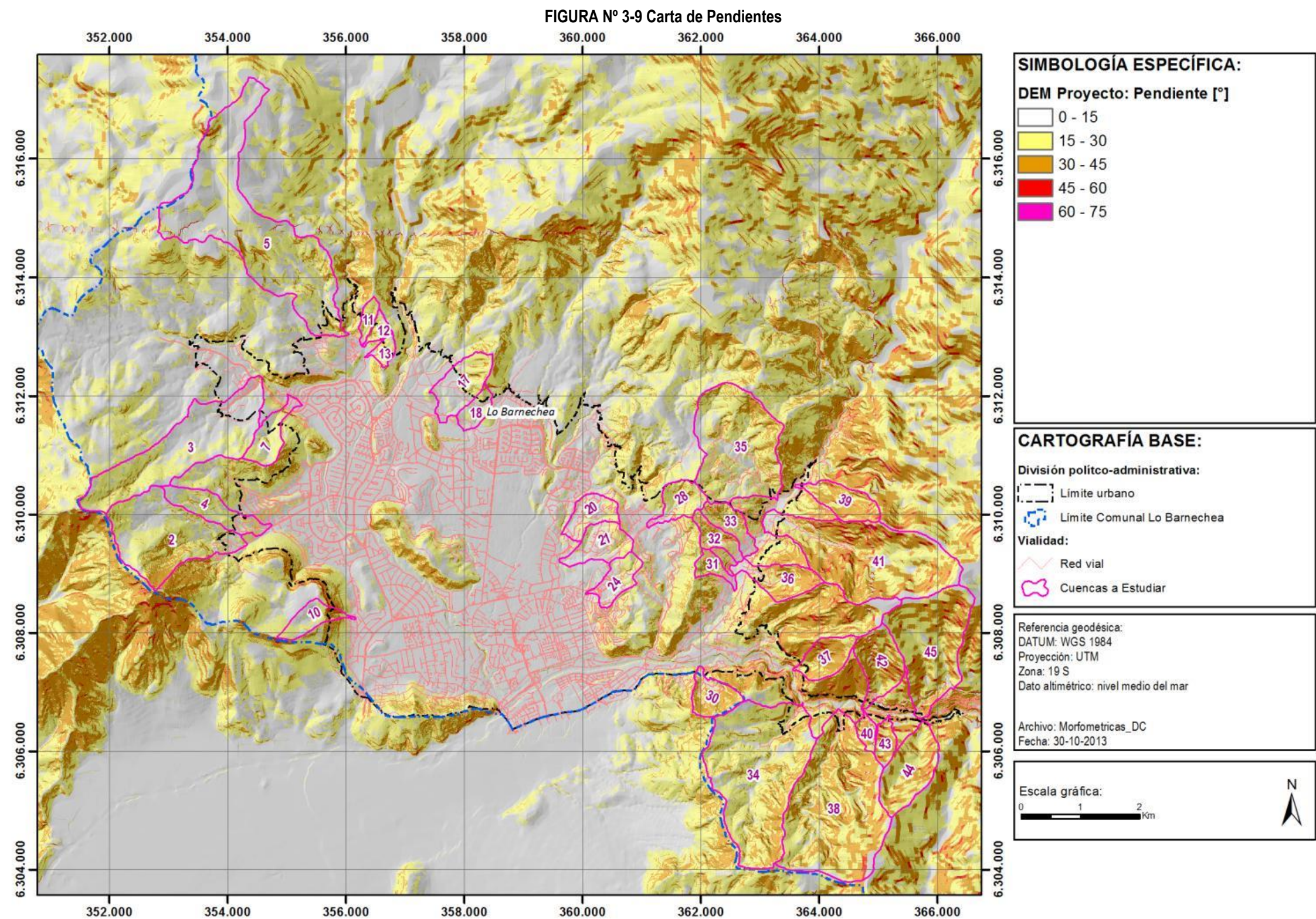
FIGURA Nº 3-7 Unidades geomorfológicas principales del área de estudio y sus alrededores



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración Propia. Para mayor información acerca de la metodología usada para la elaboración del DEM Proyecto ver Informe Etapa 1 Diagnóstico



Fuente: Elaboración Propia a partir de DEM Proyecto. Para mayor información acerca de la metodología usada para la elaboración del DEM Proyecto y la carta de pendientes ver Informe Etapa 1 Diagnóstico

4. CATASTRO DE PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros geológicos considerados en el catastro son los siguientes:

- Procesos de Remoción en Masa: Deslizamientos, flujos de barro y detritos (conocidos popularmente como aluviones), caída de bloques, desprendimientos. Se marcaron las cicatrices de donde se generaron los procesos de remoción en masa y los depósitos asociados a estos.
- Inundaciones: Por desborde de Cauce y Anegamientos. Para elaborar estos mapas se marcaron los principales puntos de anegamiento y zonas inundadas, además de las fechas en que se produjo la inundación.
- Sismicidad
- Volcanismo

El catastro se realizó a partir de la recopilación bibliográfica, y se complementó en conjunto con la interpretación de fotografías aéreas y visitas a terreno. A partir de lo anterior se elaboraron mapas de catastro de peligros geológicos, que consisten en ubicar espacialmente los peligros geológicos reconocidos y las zonas afectadas por estos procesos, así como identificar las situaciones que condicionan la ocurrencia de estos fenómenos.

A continuación se presenta el detalle del catastro

4.1 *Procesos Endógenos*

4.1.1 Catastro de sismos e intensidades reportadas para distintos terremotos históricos

4.1.1.1 Antecedentes Históricos

La costa oeste de Sudamérica está delineada por el borde oriental de la placa tectónica Sudamericana y se caracteriza por su sismicidad que es causada por la convergencia con la placa tectónica de Nazca. Este fenómeno produce un alto nivel de acoplamiento mecánico en la zona de contacto, lo que causa la acumulación de grandes cantidades de energía que, al liberarse, ocasionan grandes terremotos. Esto se presenta en forma de una banda sísmica activa muy angosta (100-150 kilómetros de ancho) y profundidad variable (entre 5 y 150 Km. de profundidad) entre el cordón montañoso de los Andes y la fosa Perú-Chile. En la zona de estudio, el contacto entre ambas placas se extiende hasta alrededor de los 40 - 53 km de profundidad (Tassara & Hackney, 2006). En consideración de estas condiciones geológicas, Chile históricamente ha sido afectado por grandes terremotos.

El área de estudio ha sido afectada por terremotos interplaca tipo thrust⁴, por ejemplo, los terremotos 1647, 1730, 1873, 1906 y 1985 (Lara & Rauld, 2003), cuyos largos de ruptura se presentan en la FIGURA N° 4-1 y en sus características principales en el CUADRO N° 4-1. Además se han registrado terremotos intraplaca de profundidad intermedia, tales como los de 1965 y 1971, y, sismos de magnitud cercana a 7, con características de terremoto han afectado a la zona, como por ejemplo el de 1822.

Los terremotos ocurridos en Chile previamente al año 1960 no han sido registrados mediante sismómetros modernos, razón por la cual no poseen información instrumental que permita determinar

⁴ Para ver las definiciones de los tipos de terremotos ver el ANEXO ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.
“¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.”.

sus características. Por lo tanto, las áreas de ruptura de los terremotos previos a dicha fecha han sido estimados en otros estudios utilizando los datos históricos de intensidad de daño mediante la metodología propuesta por Kausel & Ramírez (1992).

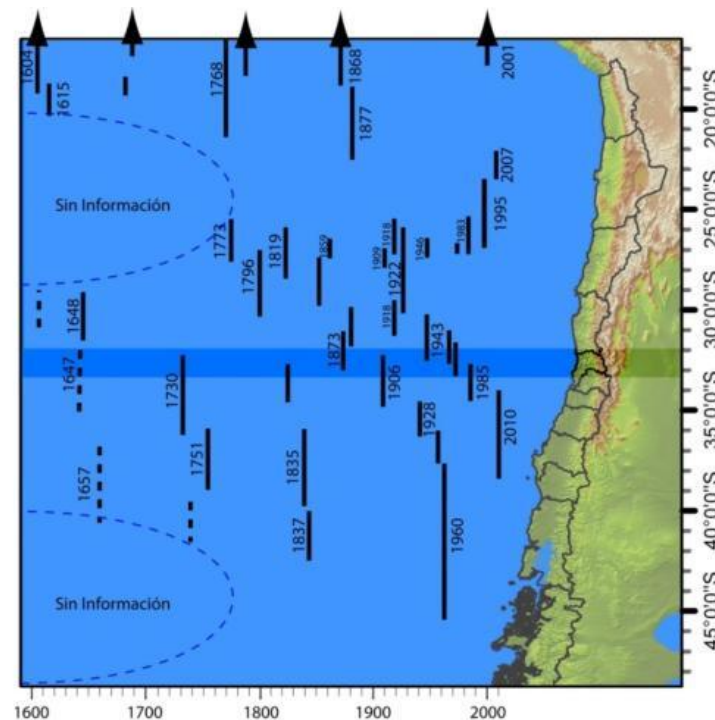
El registro histórico de sismos interplaca e intraplaca de profundidad intermedia se detallan en el ANEXO D "Principales Terremotos Registrados". La recopilación de estos datos se obtuvieron desde Urrutia & Lanza (1993) y Petit-Breuilh (2001).

CUADRO N° 4-1 Datos de terremotos históricos de subducción magnitud superior a 7.5 cuya zona de ruptura coincide con el área de estudio.

Latitud	Longitud	Profundidad	Magnitud Aprox.	Año	Mes	Día
-33.05	-71.63	-	8.9	1730	07	07
-33 ≈	-	25	8.2	1906	08	16
-32.01	-71.17	50 a 60 km	7.6	1965	03	28
-32.45	-71.57	60	7.7	1971	07	08
-33.24	-72.04	33	7.7	1985	03	03

Fuente: Elaboración propia en base a Kausel & Ramírez (1992).

FIGURA N° 4-1 Terremotos de subducción históricos con magnitud estimada y calculada mayor a 7.2, y sus áreas de ruptura.



Fuente: Elaboración propia. En línea continua las zonas de ruptura bien identificadas, en línea discontinua las zonas de ruptura inferidas.

4.1.1.2 Sismos registrados por la red sismológica mundial.

En la FIGURA N° 4-2 se presenta un mapa con la sismicidad registrada por la red sismológica internacional, y en la FIGURA N° 4-3 una serie de perfiles que muestran cómo se distribuye la sismicidad en profundidad. El catalogo utilizado considera los sismos, con magnitudes superiores a 3 entre los

años 1973 y 2010. De la distribución de los sismos es posible realizar una serie de observaciones respecto a la distribución espacial de la sismicidad entre los 29°S y los 34°S.

3. La mayor parte de la sismicidad se dispone en una línea paralela a la costa y en los primeros 30 km de profundidad. Esta sismicidad es la que se produce en la interfaz de subducción (sismos interplaca) y prácticamente no muestra variaciones latitudinales. Ejemplo de este tipo de sismos es el ocurrido en 1985 cuya profundidad y magnitud fueron de 33 km y $M_W = 7.7$ respectivamente.
4. Al sur de los 31°S hay una gran cantidad de sismos ubicados bajo los 60 km, estos son los sismos intraplaca de profundidad intermedia. En el área de estudio, se aprecia un aumento de esta actividad sísmica, por lo que se debe tener en cuenta que existe una probabilidad más alta de ocurrencia en esta zona de sismos de tales características, en comparación a las zonas que se ubican al norte de los 31°S. Ejemplos de estos sismos son los de 1965 y 1971, los cuales tuvieron profundidades entre los 50 y 60 km, y magnitudes $M_W = 7.6$ y $M_W = 7.7$ respectivamente y que afectaron fuertemente la zona en estudio.
5. Desde los 32° S hacia el sur en la figura se aprecia una gran cantidad de eventos sísmicos superficiales, de profundidad menor a 20 km, en la zona cordillerana que están asociados a los procesos de deformación actualmente activos.

Se observa que la región que enmarca la zona de estudio se encuentra regida por diferentes tipos de sismos, de intraplaca de profundidad intermedia, interplaca y superficiales, los cuales denotan la dinámica que se ejerce en la interacción de ambas placas, en la cual una subducta a la otra.

4.1.1.3 Principales fuentes sísmicas reconocidas en el área de estudio.

En el área de estudio se reconocen tres fuentes sismogénicas principales, que son: Interplaca, intraplaca de profundidad intermedia y eventos corticales superficiales (ver definiciones de los tipos de terremotos en el ANEXO B.1.1 "Sismicidad"). .

1. Sismos Interplaca tipo Thrust

Corresponden a aquellos eventos que se producen en el contacto entre las placas de Nazca y Sudamericana. Este tipo de eventos alcanzan grandes magnitudes. Ejemplos de estos sismos que han afectado fuertemente a la zona del presente estudio corresponden a los de 1906 y 1985. Cuyas magnitudes estimadas fueron de $M_W = 8.2$ y $M_W = 7.7$ respectivamente. Esta zona por lo tanto, se considera una fuente activa que puede generar terremotos destructivos en la zona.

2. Sismos Intraplaca de Profundidad Intermedia

Esta fuente está compuesta por sismos que ocurren dentro de la placa de Nazca. Las profundidades de estos sismos son mayores a 50 km y llegan hasta los 150-200 km. Recientemente, se ha puesto en evidencia que este tipo de eventos poseen notorias diferencias con los de contacto interplaca en las características de la fuente, reflejándose en mayores daños producidos en la zona epicentral y altas aceleraciones máxima reportadas. Los sismos que han causado mayor daño en la zona de estudio corresponden a sismos de estas características, como los sismos de 1965 y 1971. Además el aumento en la concentración de estos sismos registrados al sur de los 31° de latitud sur, abarcando la zona de estudio (cercana a los 33° sur) permite considerar que la zona tiene el potencial de generar grandes terremotos como los ya mencionados.

3. Sismos Corticales

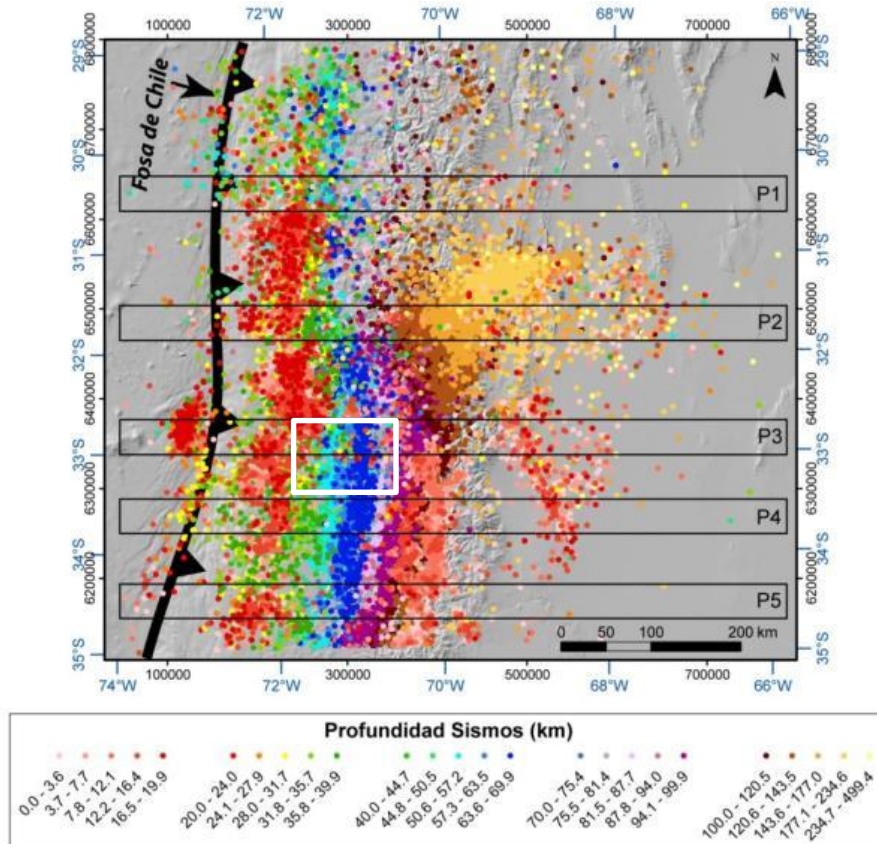
Corresponde a sismos producidos por fallas superficiales, cuyos focos se encuentran a una profundidad menor a 30 km, y están asociados a fallas geológicas activas en superficie. De acuerdo al mapa construido en base a SERNAGEOMIN (2003) y a PMA-GCA (2007) (FIGURA N° 4-4), que recopila antecedentes generales de fallas, no se observan fallas activas en la región que abarca el área de estudio. Esto se contrapone con los registros instrumentales de sismicidad que se observan en la FIGURA N° 4-2, los cuales dan cuenta que los sismos corticales aparecen en aumento desde los 32° de latitud hacia el sur. En particular el perfil que abarca la zona de estudio (FIGURA N° 4-3) muestra una importante sismicidad cortical que está representada en los sismos ocurridos en profundidades menores a 20 km. Estos sismos evidencian que los procesos de formación de Los Andes se encuentran aún activos y que liberan esfuerzos, en forma de sismos, en fallas corticales activas.

La Comuna de Lo Barnechea se ubica en el límite entre la Cordillera Principal y la Depresión Central, zona que se conoce como frente cordillerano occidental. El frente cordillerano oriental está caracterizado por la ocurrencia de fallas inversas que alzan la cordillera respecto a la depresión central, lo anterior está evidenciado por morfologías como escarpes de falla, terrazas fluviales deformadas, abanicos aluviales cortados por falla y estructuras como pliegues y fallas secundarias que afectan tanto a rocas como a depósitos no consolidados, lo que corresponde a evidencias geológicas de fallas activas (Rauld, 2002) (Armijo, et al., 2010) (Rauld, 2011).

En el frente cordillerano occidental la falla más estudiada corresponde a la Falla San Ramón, y su traza superficial está bien delimitada al oeste de Santiago entre los ríos Mapocho y Maipo (Rauld, 2002) (Armijo, et al., 2010) (Rauld, 2011). La Falla San Ramón corresponde a la falla inversa más occidental de la cordillera principal y que alza la cordillera sobre el valle central. Esta falla presenta evidencias de actividad durante el Cuaternario, incluyendo el Holoceno y ha estado activa, al menos, desde el Mioceno ya que deforma rocas de la Formación Abanico.

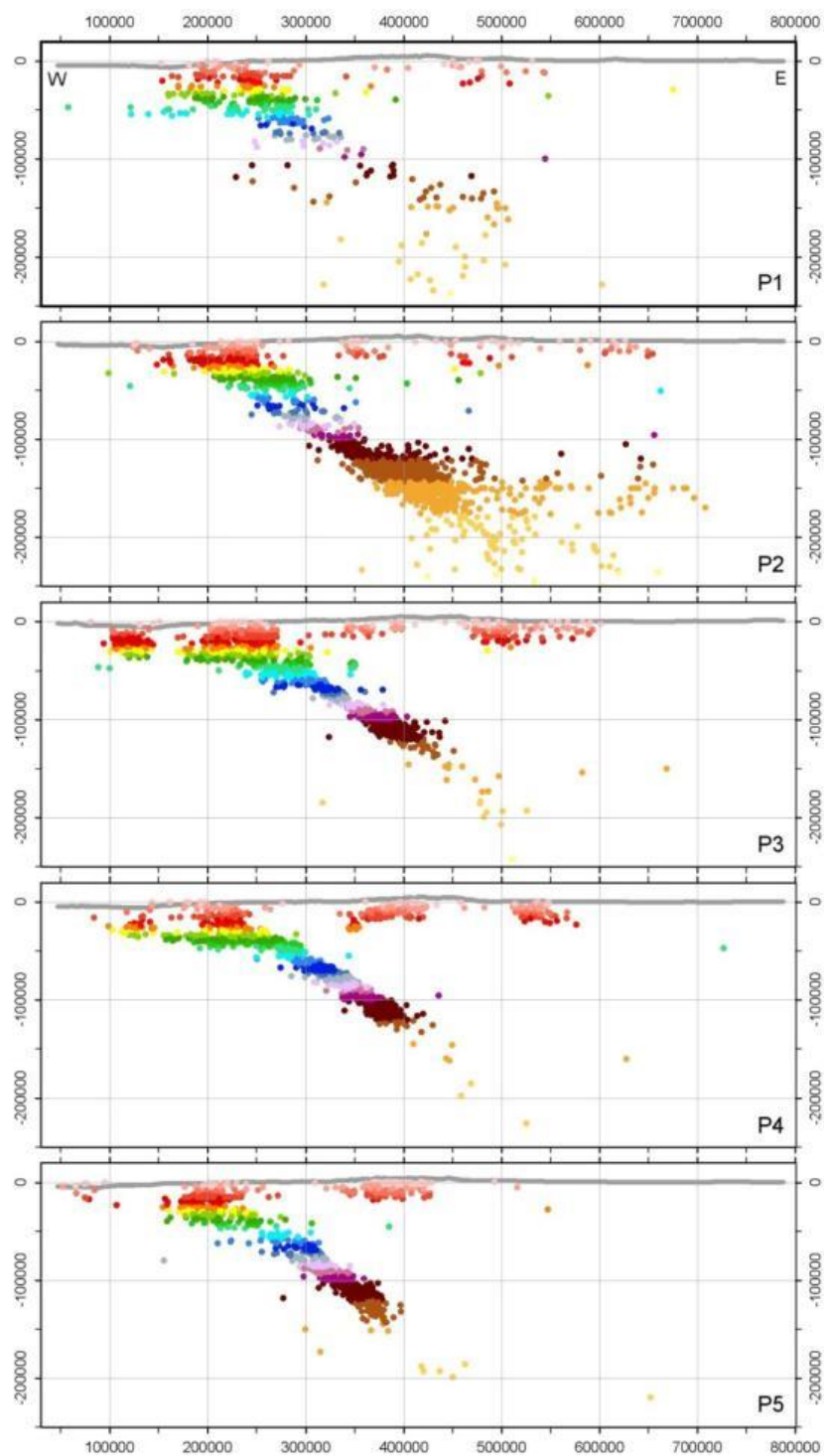
El trazado reconocido de la Falla San Ramón se sigue en el Valle de Santiago hasta el Cerro Alvarado por el norte (Rauld, 2002). En la comuna de Lo Barnechea no ha sido estudiado con detalle, pero se considera que el frente cordillerano occidental, corresponde al sector entre el cordón de las Pozas y el valle del estero El Arrayán en base a las estructuras y morfologías que se observan en dicho sector y su relación con la traza de la falla San Ramón ubicada más al sur.

FIGURA N° 4-2 Mapa regional con la sismicidad registrada entre 1973 y 2010 del Catálogo NEIC, junto a perfiles de la sismicidad.



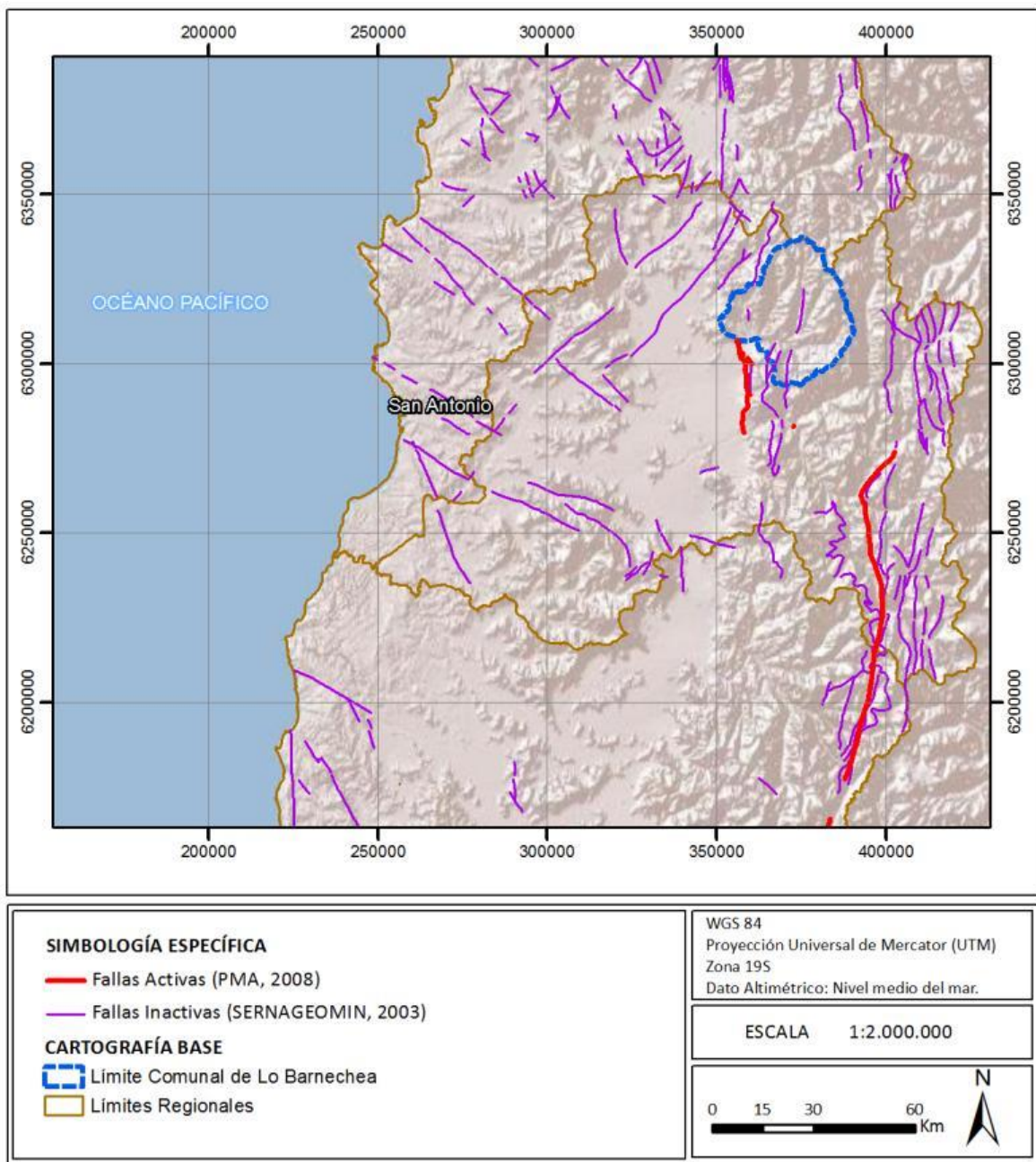
Fuente: Elaboración propia a partir del Catálogo NEIC. El área de estudio se ubica aproximadamente al centro de la figura.

FIGURA N° 4-3 Perfiles de sismicidad registrada entre 1973 y 2010 del Catálogo NEIC. Ubicación de Perfiles en FIGURA N° 4-2



Fuente: Elaboración propia a partir del Catálogo NEIC. El área de estudio se ubica entre los perfiles P3 y P4.

FIGURA N° 4-4 Fallas activas cercanas al área de este estudio.



Fuente: Elaboración propia a partir de SERNAGEOMIN (2003) y PMA-CGA (2007)

4.1.2 Catastro de centros volcánicos y evidencias de actividad volcánica

Al este del área de estudio se encuentra el volcán Tupungatito, a una distancia aproximada de 60 km del borde oriental del área urbana de lo Barnechea (FIGURA N° 4-5). Cabe destacar que el volcán Tupungatito se encuentra en la cabecera de la cuenca del río Colorado, mientras que la comuna de

Lo Barnechea se emplaza en la cuenca del río Mapocho⁵, por lo que se considera que no está directamente influenciada por este centro volcánico, pese a su cercanía.

Hacia el sureste de la comuna de Lo Barnechea se reconocen los centros volcánicos Marmolejo, San José y Maipo, todos influenciando a las partes altas de la cuenca del Maipo, pero sin conexión hidrográfica con el área de estudio (FIGURA N° 4-5).

Todos estos volcanes pertenecen al segmento denominado Zona Volcánica de los Andes del Sur, que se desarrolla entre los 33°20'S y 46°S, y de acuerdo a Moreno (1993) tiene uno de los índices más altos de actividad volcánica, con un promedio de una erupción cada 0,7 años entre 1800 y 1990.

Hacia el norte del área de estudio, entre los 33° 20' y los 27° S, se desarrolla el segmento de subducción subhorizontal, que se conoce como zona de subducción plana (*"flat slab"*), sector caracterizado la ausencia de actividad volcánica reciente.

CUADRO N° 4-2 Principales volcanes en sectores cercanos al área de estudio.

Grupo	Ubicación	Altitud m s.n.m.	Volumen Eruptado (en km ³)	Edad Volcán	Erupciones Históricas	Productos Erupción
Tupungatito	33° 24' S 69° 48' O	5.933	6	Histórico	18 (1829 – 1980)	Lavas, Cenizas
Marmolejo – San José	33° 46' S 69° 55' O	6.070	95	Plioceno	6 (1822 – 1941)	Lavas, Domos, Avalanchas
Maipo	34° 10' S 69° 52' O	5.290	25	Pleistoceno	4? (1822 – 1941)	Lavas, Domos

Fuente: Sruoga (2002).

Luego, los volcanes cercanos a la comuna de Lo Barnechea (Tupungatito, Marmolejo, San José y Maipo) corresponden a estratovolcanes simples y compuestos, con evidencias de actividad volcánica histórica (González-Ferrán, 1995), aunque sin influencia directa sobre el área de estudio. Constituyen centros en los cuales los registros de actividad explosiva se hallan subordinados, en la mayoría de los casos, a las emisiones lávicas, y donde la actividad fumarólica es frecuente. Sin considerar al Volcán Maipo, para el cual los datos son dudosos, el registro de erupciones históricas en sectores cercanos al área de estudio indica un total de 24 en los últimos 300 años (CUADRO N° 4-2).

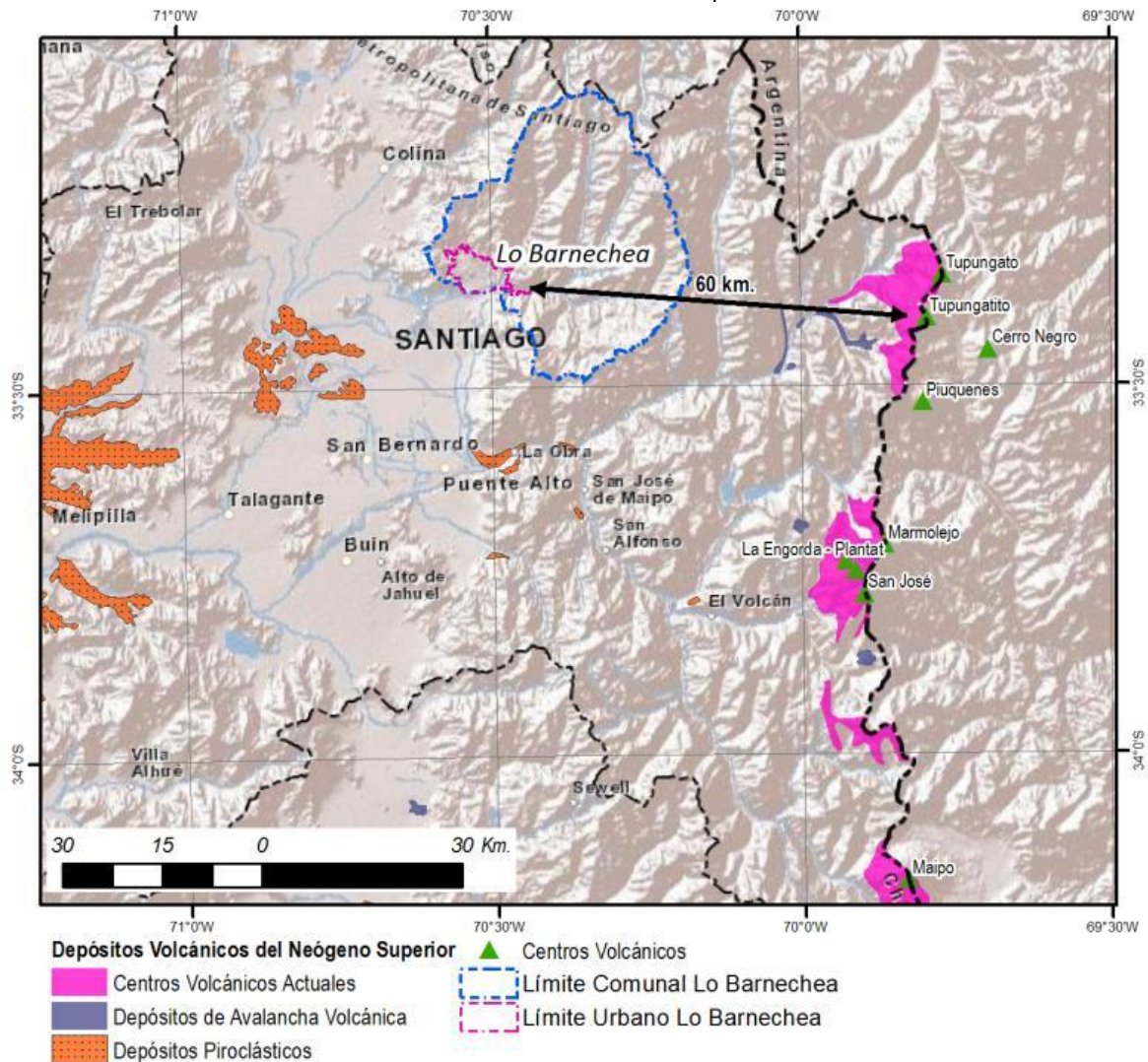
En la FIGURA N° 4-5 se observa que el área de estudio no ha sido afectada por coladas de lava. Por otra parte, en el registro geológico se reconoce la Ignimbrita Pudahuel (Stern, et al., 1994), la cual aflora en la parte oeste de la ciudad de Santiago, en las cercanías de Melipilla, y también al este del volcán Maipo, en Argentina. Stern, et al (1994) les asigna a estos depósitos una edad de 440 Ka⁶, y señala que habrían sido producidos por una gran explosión de la Caldera El Diamante, en donde posteriormente se emplazó el Volcán Maipo. Este tipo de erupciones explosivas generan flujos piroclásticos que poseen altas velocidades y alcanzan grandes distancias. Es por esto que el peligro

⁵ Aunque el río Mapocho y el río Colorado pertenecen a la cuenca del río Maipo, la cabecera de la cuenca del río Mapocho, donde se ubica el área de estudio, no posee conexión directa con la hoya del río Colorado y tanto el Cordón del Quempe como el valle del río Olivares actúan de barrera divisoria entre ambas subcuencas del Maipo.

⁶ Ka: Miles de años.

volcánico puede existir en una región, aunque los volcanes más cercanos estén a muchos kilómetros de distancia.

FIGURA N° 4-5 Ubicación de los centros volcánicos próximos al área de estudio



Fuente: Elaboración propia a partir de SERNAGEOMIN (2003)

4.2 Procesos Exógenos

4.2.1 Catastro histórico de remociones en masa

Las remociones en masa se identificaron a partir de la recopilación bibliográfica, el análisis de fotografías aéreas, imágenes satelitales y las observaciones en terreno, con el objetivo de generar un inventario espacial e histórico. Hauser (2000), plantea la existencia de una interrelación entre lluvias de gran intensidad y la generación de remociones en masa, en particular de flujos de barros o detritos, en los ambientes andinos de Chile Central. Las características de los eventos de remoción en masa

que han sido inventariados y han ocurrido cercanos a la zona de estudio, no varían de lo establecido por este autor.

Los fenómenos de remoción en masa reconocidos corresponden a deslizamientos, caídas de rocas y flujos de barro y detritos. Su ubicación espacial se presenta en la FIGURA N° 4-10 y el detalle y los daños asociados en el ANEXO B.2.2.

Dentro de los daños reportados por remociones en masa en el área cercana a la zona de estudio se incluyen pérdidas humanas, daños a rutas urbanas y cortes en el camino a Farellones. Algunos de los eventos registrados con mayor detalle se describen a continuación.

- Caídas de rocas del año 2010 en ladera oriental del Cerro Manquehue (Fernández, 2010)

En el año 2010 se produjeron caídas de rocas en la ladera oriental del cerro Manquehue, específicamente en el sector de Aguas Claras y en el camino Punta del Águila.

En el sector de Aguas Claras la caída de rocas fue gatillada por el terremoto del 27 de febrero de ese año. Ésta se produjo en una ladera compuesta por material coluvial y afloramientos aislados de rocas volcánicas de composición andesítica de la Formación Abanico (Wall, et al., 1999). Se estima un peso aproximado de 3 toneladas para el bloque caído, el cual generó daños en un muro de contención y sobre la calzada de la calle interior del loteo Manquehue Oriente (ver FIGURA N° 4-6). En la misma ladera, Fernández (2010) observó otros bloques de dimensiones cercanas a 1 m³, los que podrían generar procesos similares en el futuro.

FIGURA N° 4-6 Bloque caído en sector de Aguas Claras producto del terremoto del 27 de febrero de 2010



Fuente: Fernández (2010)

En el sector del camino Punta del Águila las caídas de rocas se produjo el día 19 de junio, luego de las intensas precipitaciones del día anterior (al menos 30 mm de agua acumulada), afectando a viviendas ubicadas en la ladera que no contaban con ningún tipo de protección. Los bloques cayeron desde el sector alto, rebotaron en la calle y golpearon la parte alta de la pared que separa las viviendas de la calle Camino Punta del Águila, cayendo al jardín de las mismas y a la piscina de una de ellas.

Fernández (2010) señala que debido a la altura y la ubicación geográfica, en esta zona durante la época invernal se alcanzan mínimas bajo los 0° C y máximas que pueden superar los 15° C. Estas oscilaciones térmicas generan el fenómeno de crioclastismo, que corresponde al fracturamiento de la roca debido al congelamiento y posterior derretimiento del agua que se infiltra a través de las fracturas de la roca, ocasionando desprendimientos y caídas de rocas.

- Flujos de detritos y caídas de rocas de enero del 2012 en el parque Cordillera Yerba Loca (Marín & Garrido, 2012)

El día 15 de enero de 2012 un frente de mal tiempo que afectó a la precordillera de la zona central de Chile, entre las 15.30 y las 17.00 horas, generó lluvias intensas, granizos y deshielos.

En el sector del parque Cordillera Yerba Loca el agua caída alcanzó los 7,4 mm/hora y se gatillaron flujos detríticos y caídas de rocas. En un tramo de 4 km se produjeron alrededor de 15 pequeñas remociones en masa en las cabeceras de quebradas afluentes al río Yerba Loca, las que afectaron al camino interior del parque, siendo los flujos detríticos los de mayor recurrencia y lo que generaron más daños. Los materiales removidos fueron principalmente lodo, rodados de tamaño intermedio, gravas finas y en algunos casos ramas y troncos. Estos fenómenos ocasionaron cortes de caminos y dejaron aislados a alrededor de 104 turistas que se encontraban en el parque (FIGURA N° 4-7).

FIGURA N° 4-7 Flujo de detritos que cortó el camino interior del parque Cordillera Yerba Loca



Fuente: Marín y Garrido (2012)

- Remociones en masa en rellenos artificiales no autorizados

Arenas (2007) y (2008) reportan la existencia de rellenos artificiales no autorizados en la comuna de Lo Barnechea, los cuales generan situaciones de inestabilidad y posibilidad de remociones en masa. Además, en los sectores donde se han dispuesto este tipo de rellenos, el mismo autor reportó también el bloqueo de quebradas y cauces intermitentes, lo que aumenta la susceptibilidad de generación de flujos de barro o detritos.

Este tipo de rellenos han sido identificados en dos sectores:

- Área del Club Ecuestre Internacional, donde Arenas (2007) observó material suelto disponible para la generación de remociones en masa, grietas, taludes con caída de rocas y un deslizamiento rotacional cubriendo parte de una quebrada.
- Vertiente suroeste del cerro del Medio, donde Arenas (2008) reportó la obstrucción de cauces intermitentes, la modificación de terrazas adyacentes al relleno, grietas superficiales y cárcavas.

- Deslizamientos del año 2013 en camino Punta de Águilas

Durante las visitas técnicas al área de estudio, se reportó un deslizamiento activo en el sector del Camino Punta de Águilas (coordenadas 354930 E; 6310511 S), el cual afectó a una casa perteneciente al condominio homónimo.

El movimiento activo del deslizamiento afectó las fundaciones de una vivienda, la cual debió ser demolida (ver FIGURA N° 4-8 y FIGURA N° 4-9). Durante la visita técnica realizada en noviembre de 2013 se observó que la ladera presenta un alto grado de inestabilidad y el deslizamiento presenta actividad constante, ya que se observaron evidencias de movimiento de la ladera posteriores a las obras de demolición y movimiento de tierra realizadas (ver FIGURA N° 4-9).

4.2.2 Catastro histórico de inundaciones

A partir de la recopilación de antecedentes históricos se identificaron una serie de eventos meteorológicos que han afectado a la comuna y que han generado inundaciones por desbordes de cauces, los que se describen en el en el ANEXO C “Catastro de Peligros asociados a Procesos Exógenos”.

Adicionalmente, a partir del análisis de fotografías aéreas se identificaron antiguas zonas de anegamiento que hoy en día se encuentran urbanizadas. La ubicación espacial de las zonas afectadas por los principales eventos de inundación se presenta en la FIGURA N° 4-10.

A partir del cuadro presentado en el ANEXO C “Catastro de Peligros asociados a Procesos Exógenos” es posible observar que la mayor parte de las inundaciones y flujos registrados, producidos por eventos de precipitaciones extremas, coinciden con los años en que se registró el Fenómeno de El Niño (año ENSO).

FIGURA N° 4-8 Imagen satelital que muestra sector afectado por deslizamiento del año 2013 en Camino Punta de Águilas. La flecha amarilla indica ubicación de la vivienda afectada.



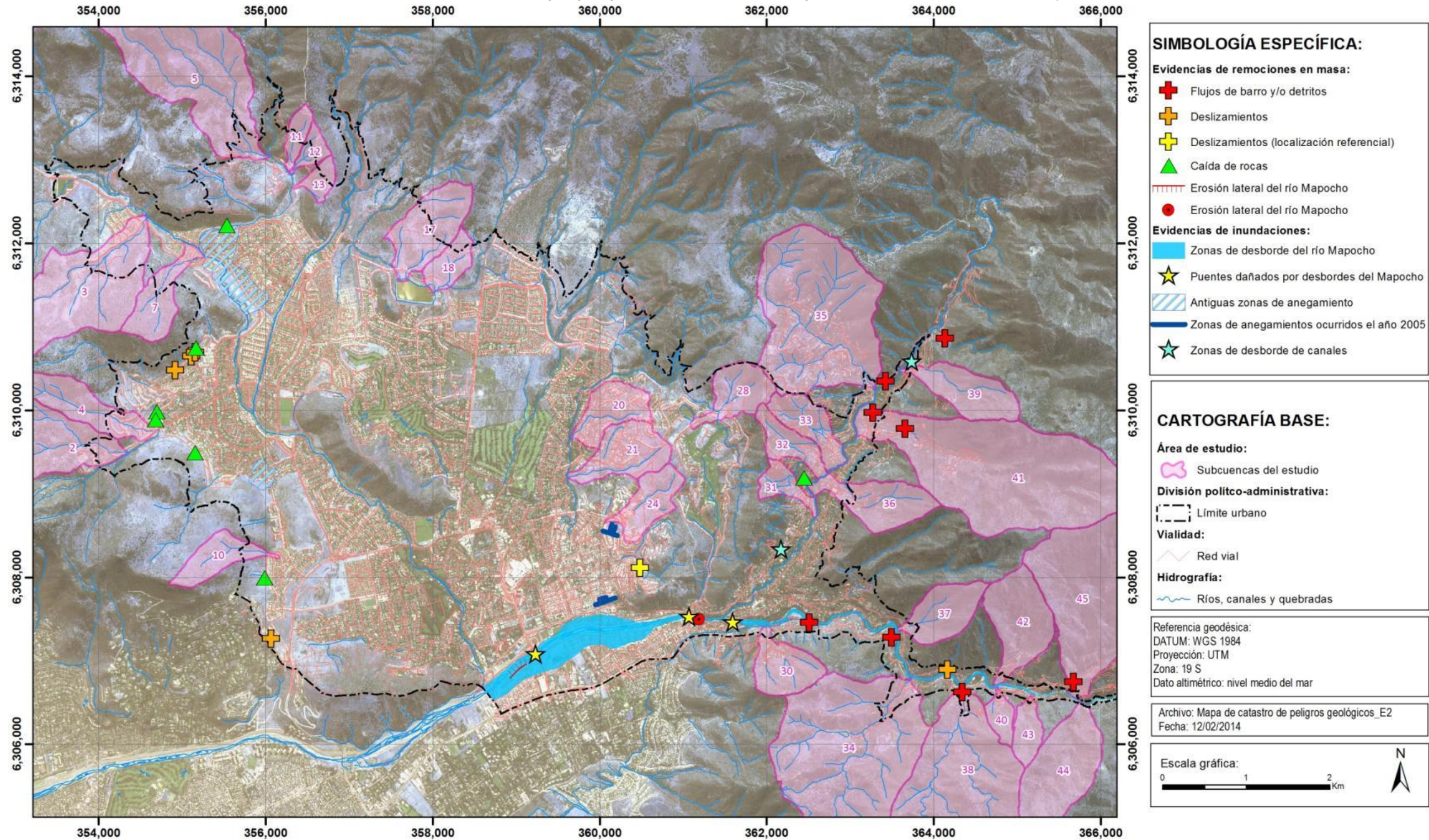
Fuente: Elaboración propia a partir de imagen GoogleEarth.

FIGURA N° 4-9 Vista del deslizamiento en Camino Punta de Águilas, donde se observan evidencias de movimientos posteriores a la demolición de la vivienda afectada.



Fuente: Archivo fotográfico de terreno (6 de noviembre 2013).

FIGURA N° 4-10 Mapa catastro de peligros geológicos asociados a Procesos Exógenos en el área urbana de Lo Barnechea y sus alrededores



Fuente: Elaboración propia. En magenta se presenta el trazado de las cuencas del estudio y su numeración (utilizando el ID de la Cuenca).

5. DIAGNÓSTICO Y ZONIFICACIÓN DE SUSCEPTIBILIDAD A LOS PELIGROS GEOLÓGICOS QUE PUEDEN AFECTAR EL ÁREA DE ESTUDIO

Los peligros reconocidos en la zona de estudio se pueden diferenciar en dos grupos:

Peligros No Zonificables: a escala urbana (escala de trabajo mayor a 1:50.000): casos en los que no se pueden zonificar a escala urbana o que requerirían estudios de mayor detalle para poder determinar una zonificación de la susceptibilidad.

Peligros Zonificables: a escala urbana (escala de trabajo menor a 1:25.000): casos en los que se puede categorizar la susceptibilidad y por lo tanto determinar una zonificación de la misma (Planos N°1 a N°4 fuera de texto).

5.1 *Peligros No Zonificables*

5.1.1 Peligro Sísmico

Considerando lo señalado en el capítulo 4.1.1 se puede concluir que el área de estudio ha sido afectada por sismos importantes, al igual que casi todo Chile. Dado que estos fenómenos son recurrentes y propios de la dinámica de subducción en que se encuentra Chile, no debe descartarse la ocurrencia de grandes sismos en la planificación a mediano y largo plazo. Particularmente para el área de estudio, el resultado del análisis anterior indica que el peligro sísmico del área se debe considerar uniforme, lo que no justifica una zonificación por generación de sismos.

Tanto para los sismos de profundidad intermedia como los sismos corticales, sus características y recurrencias son poco conocidas. Sin embargo, las evidencias recolectadas apuntan a que la zona puede ser afectada por sismos de ambos tipos. Los sismos de profundidad intermedia se registran en todo el país, la mayor parte corresponde a sismos de magnitud pequeña, para la zona los datos sísmicos señalan la ocurrencia de estos sismos, por lo que no se puede descartar un evento de magnitud importante en el futuro.

Por otro lado, investigaciones recientes realizadas al oriente de Santiago han determinado que la Falla San Ramón es una falla activa que potencialmente puede generar sismos superficiales de magnitud cercana a $M_W=7.2$ (Rauld, 2002) (Armijo, et al., 2010) (Rauld, 2011) (Pérez et al., 2013). Si bien siguen en curso una serie de investigaciones para determinar el grado de actividad de la falla, su comportamiento sísmico y la data de sus últimos movimientos con ruptura superficial. Con el grado de conocimiento actual es posible determinar para la falla un período de recurrencia del orden de 10.000 años para sus sismos mayores, pero dado que no se conoce con exactitud su comportamiento e historia sísmica, no es posible cuantificar el grado de acumulación de deformación actual en la falla.

Si bien, la traza de la Falla San Ramón no se reconoce directamente en el área de estudio, si existen estructuras de frente cordillerano que cumplen el mismo trabajo tectónico de la Falla San Ramón, y por tanto debiesen tener un comportamiento similar. De esa forma cualquier resultado de análisis que se hayan realizado sobre la falla San Ramón son aplicables a las estructuras de frente andino ubicadas en Lo Barnechea. En estudios se ha reconocido la existencia de sismicidad activa asociada al plano de falla en profundidad, lo que indica que la falla es sísmicamente activa (Pérez et al., 2013).

Los sismos superficiales son muy destructivos en las cercanías a la zona epicentral (distancia aproximadamente los 4 km), y se alcanzan aceleraciones que pueden superar 1g debido a las

interacciones de las ondas sísmicas en superficie (hasta distancias respecto a la falla de unos 2 km aproximadamente), pero su intensidad se atenúa rápidamente con la distancia. Por lo anterior se considera que una parte mayor de la comuna podría ser afectada en caso de un sismo producido en la falla San Ramón, o en alguna falla del sistema de frente cordillerano occidental.

5.1.2 Peligro Volcánico

El peligro volcánico no es una amenaza directa en la zona, dada la ausencia de centros volcánicos dentro de la cuenca del río Mapocho que es donde se ubica la comuna de Lo Barnechea. Por lo anterior, no se considera este peligro para la zonificación. Sin embargo, tal como fue señalado en el catastro de peligros volcánicos (ver capítulo 4.1.2), existen centros volcánicos activos al este del área de estudio en otras cuencas hidrográficas, por lo que el área podría ser afectada por caída de piroclastos o podría sufrir los efectos indirectos producidos por una erupción lejana, como contaminación de aguas y problemas de transporte o abastecimiento.

5.2 Peligros Zonificables

5.2.1 Peligro de Inundaciones

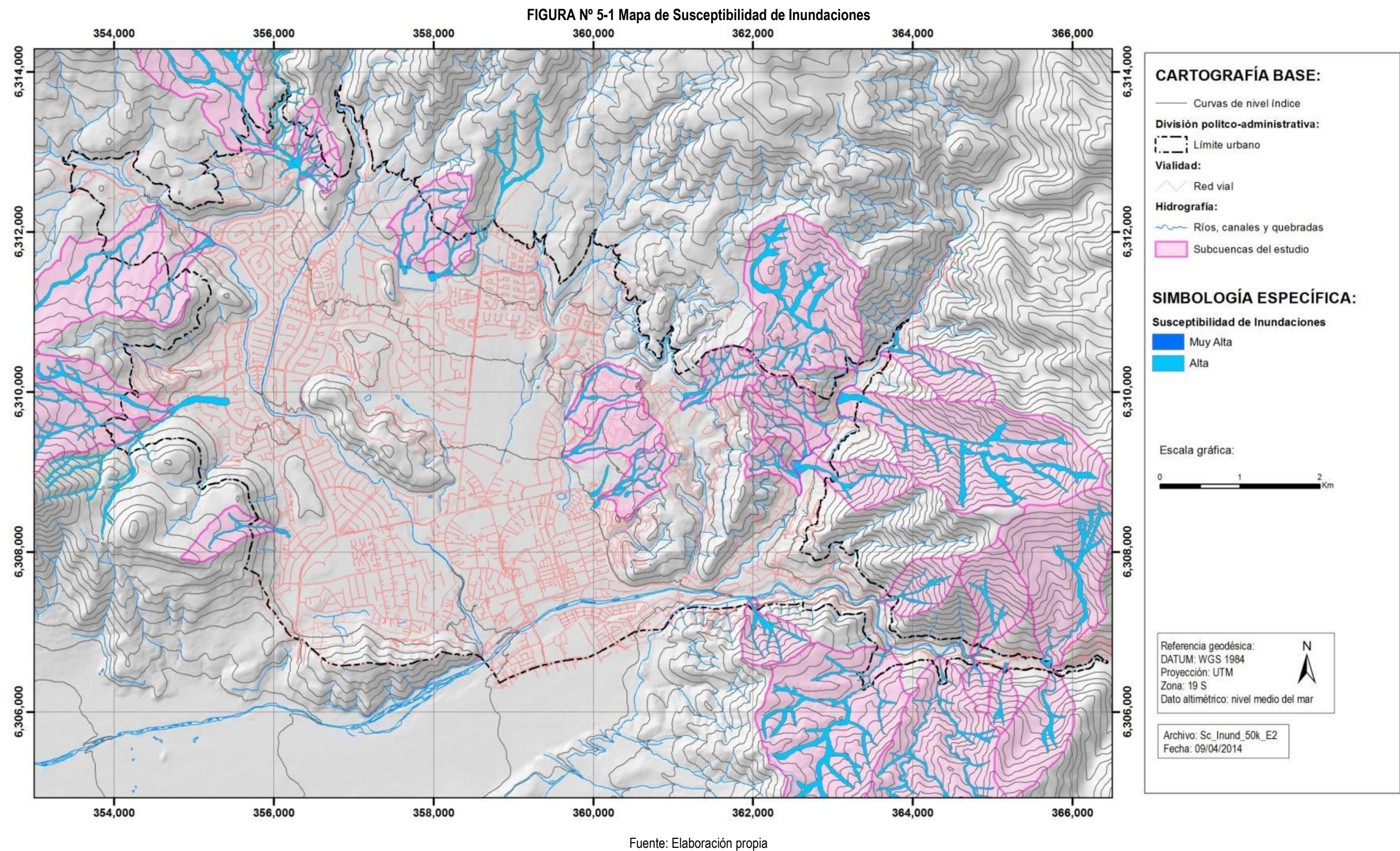
La zonificación de susceptibilidad de inundaciones fue realizada para las 31 cuencas en estudio, utilizando métodos históricos y métodos geológicos-geomorfológicos (para mayor detalle ver capítulo 2.5.2. “Metodologías consideradas para el análisis de la susceptibilidad y amenaza de inundaciones”). Estos métodos entregan una referencia de las áreas susceptibles sin considerar el período de retorno. Mediante métodos hidrológicos y modelación hidráulica, en el análisis de amenaza de inundaciones (capítulo 6.1 “Amenaza de Inundaciones”) se incorpora la variable temporal, con lo que fue posible obtener un período de retorno asociado a la zonificación.

La zonificación de susceptibilidad de inundación se realizó utilizando la siguiente metodología:

1. Se consideraron los depósitos geológicos reconocidos en el área de estudio reconocidos como depósitos de inundaciones.
2. Se utilizaron marcadores geomorfológicos como escarpes de terrazas, barras y depresiones para la identificación de las áreas susceptibles.

Tomando en cuenta los antecedentes históricos, la información bibliográfica recopilada, el análisis de fotografías aéreas e imágenes satelitales y los rasgos geológicos y geomorfológicos reconocidos en el área de estudio, se determinó la siguiente zonificación de susceptibilidad para inundaciones por desborde de cauces (ver FIGURA N° 5-1 y Plano N°1 fuera de texto):

- **Zonas de Muy Alta Susceptibilidad:** sectores de cauces fluviales naturales de ríos y esteros. Geológicamente corresponden a depósitos fluviales activos de ríos y esteros.
- **Zonas de Alta Susceptibilidad:** sectores de cauces fluviales naturales de quebradas y los abanicos aluviales asociados y sectores aterrizados bajos ubicados en riberas de cauces naturales. Geológicamente corresponden a depósitos fluvio-aluviales activos de quebradas y depósitos fluviales aterrizados (terrazza inferior).



5.2.2 Peligro de Remociones en Masa

Tal como fue descrito en el capítulo 2.5.1 “Metodologías consideradas para el análisis de la susceptibilidad y amenaza de remociones en masa.” para la zonificación se siguieron las recomendaciones de la *International Association of Engineering Geology* (IAEG) y la guía para zonificación de amenazas de remociones en masa propuesta por el PMA-GCA (2007).

Los resultados de la zonificación de susceptibilidad del peligro de remoción en masa se presentan en la FIGURA N° 5-3 a FIGURA N° 5-4 y en los Planos N°2 a N°4 fuera de texto., y consideran el análisis de los siguientes peligros:

- Peligro de caída de bloques: generación y alcance.
- Peligro de deslizamiento: generación.
- Peligro de Flujo de Barro y Detritos: alcance

A continuación se detalla la metodología específica utilizada para la zonificación de estos peligros.

5.2.2.1 Caída de Rocas

Para la zonificación del peligro de caída de rocas se realizó un análisis para identificar los sectores susceptibles de generar estos procesos y los sectores susceptibles de ser alcanzados por los bloques caídos.

5.2.2.1.1 Identificación de las zonas de generación

Para la identificación de las zonas de generación de caída de rocas se consideraron 2 factores principales: la litología (unidad geológica) y la morfología del terreno.

La morfología del terreno fue analizada utilizando la carta de pendientes (ver capítulo 3.3), a partir de la cual se definieron 4 unidades morfológicas principales (CUADRO N° 5-1), cuyos rangos de pendientes fueron definidos en base a trabajos publicados anteriormente (Loye, et al., 2009), (Michoud et al., 2012) , interpretación de fotografías aéreas y los antecedentes recopilados en las visitas a terreno.

CUADRO N° 5-1 Unidades Morfológicas principales en base a los ángulos de pendiente

Unidad Morfológica Principal	Loye, et al. (2009)	Michoud, et al. (2012)	Este Trabajo
Planicies	0 – 5°	0 – 10°	0 – 10°
Pie de Talud	5 – 21°	10° – 23°	10 – 20°
Pendientes empinadas	21 – 54°	23 – 46°	20 – 35°
Acantilados	54 – 90°	46° – 90°	35 – 90°

Fuente: Elaboración Propia.

A partir de la caracterización de factores condicionantes, basada en el catastro de peligros geológicos (ver capítulo 4) y las observaciones de terreno, se identificaron las unidades geológicas y unidades morfológicas principales que favorecen la generación de caída de rocas. En el caso de las unidades geológicas, se consideraron como potenciales generadoras de estos fenómenos las unidades “Rocas

Intrusivas”, “Formación Abanico (roca fresca)” y “Rocas meteorizadas y suelos residuales”). Por otro lado, las unidades morfológicas principales consideradas corresponden a “Pie de Talud”, “Pendientes empinadas” y “Acantilados”. Luego, se generó una matriz para asignar el grado de susceptibilidad de generación de caída de rocas, considerando la unidad geológica y la unidad morfológica principal, la que se presenta en el CUADRO N° 5-2. La zonificación de susceptibilidad obtenida se presenta en la FIGURA N° 5-3 y en el Plano N°2 fuera de texto.

CUADRO N° 5-2 Matriz de susceptibilidad de generación de caída de bloques

Unidad Morfológica Principal	Rocas Intrusivas	Formación Abanico (roca fresca)	Rocas meteorizadas y suelos residuales
Planicies (0 – 10°)	No Susceptible	No Susceptible	No Susceptible
Pie de Talud (10 – 20°)	No Susceptible	No Susceptible	Moderada
Pendientes empinadas (20° – 35°)	Alta	Alta	Muy Alta
Acantilados (>35°)	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta

Fuente: Elaboración Propia.

5.2.2.1.2 Identificación de las zonas de alcance.

De acuerdo a las características de las caídas de rocas observadas en terreno y la información recopilada en el Catastro de Peligros Geológicos (ver capítulo 4), para la zonificación de alcance de caída de rocas se consideraron los sectores con pendientes mayores a 10°, ubicados pendiente abajo de las zonas de muy alta y alta susceptibilidad de generación de caída de rocas. A todas estas áreas se les asignó la categoría de “Alta Susceptibilidad de Alcance de Caída de Rocas”. La zonificación resultante se presenta en la FIGURA N° 5-3 y en el Plano N°2 fuera de texto.

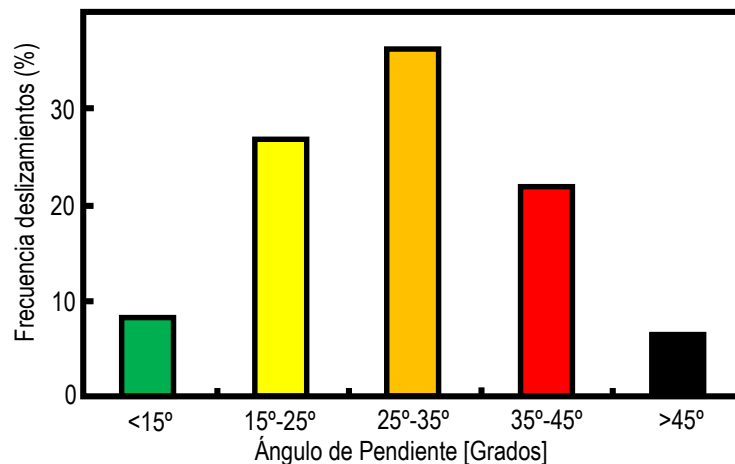
5.2.2.2 Deslizamientos

A partir de la información recopilada sobre deslizamientos ocurridos en el área de estudio y observaciones de terreno, se consideraron como los principales factores condicionantes de estos fenómenos la pendiente y la geología (litología y calidad del macizo rocoso o suelo).

Sólo se analizó la susceptibilidad de generación de deslizamientos. Los alcances no fueron analizados, debido a que en el área de estudio sólo se observaron deslizamientos con alcances restringidos, menores a 10 m.

Debido a que no se cuenta con un registro muy numeroso de deslizamientos, no es posible analizar de manera estadística la influencia de los factores condicionantes, por lo que, para complementar la información recopilada, se utilizaron catálogos de deslizamientos realizados en distintos lugares del mundo. Esaki et al. (2005) y Giraud & Shaw (2007), así como varios catálogos de deslizamientos, indican que la mayor frecuencia de deslizamientos se observa sobre pendientes de 25° a 35° de inclinación, relacionado principalmente al ángulo de fricción interno del material (FIGURA N° 5-2).

FIGURA N° 5-2 Frecuencia de deslizamientos en función de la pendiente del terreno



Fuente: Esaki et al. (2005)

Además, las diferentes unidades geológicas fueron clasificadas en los siguientes tipos de materiales: sustrato estable, depósitos superficiales no susceptibles, sustrato susceptible y depósitos superficiales susceptibles (ver CUADRO N° 5-3), de acuerdo a la clasificación propuesta por Gonzalez de Vallejo et al. (2002).

Luego, considerando el tipo de material, la presencia o ausencia de movimientos activos y la pendiente del terreno, se creó una matriz para asignar las diferentes categorías de susceptibilidad según estos criterios, la que se presenta en el CUADRO N° 5-4. Los resultados obtenidos se muestran en la FIGURA N° 5-4 y en el Plano N°3 fuera de texto.

CUADRO N° 5-3 Clasificación de las unidades geológicas en tipos de materiales

Tipo de material	Unidad Geológica
Sustrato estable	Rocas Intrusivas
	Formación Abanico (roca fresca)
Depósitos superficiales no susceptibles	Depósitos aluviales de valle
	Depósitos lacustres activos
	Depósitos de remociones en masa antiguos
	Depósitos fluviales activos
	Depósitos coluviales antiguos
Sustrato susceptible	Rocas meteorizadas y suelos residuales (Formación Abanico)
Depósitos superficiales susceptibles	Depósitos fluvio-aluviales activos de quebradas
	Depósitos aluviales de quebradas
	Depósitos fluviales aterrazados

Fuente: Elaboración propia en base a Gonzalez de Vallejo, et al., (2002).

CUADRO N° 5-4 Matriz de susceptibilidad de generación de deslizamientos

Presencia de movimientos y tipos de materiales		Pendiente			
		< 15°	15-25°	25-35°	>35°
Sin movimientos activos o antiguos	Sustrato estable	No susceptible	No susceptible	Alta	Alta
	Depósitos superficiales no susceptibles		Moderada		
Con movimientos antiguos	Sustrato estable	No susceptible	Moderada	Alta	Muy Alta
	Sustrato susceptible o Depósitos superficiales susceptibles	No susceptible	Alta	Muy Alta	Muy Alta
Con movimientos actuales activos		Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta

Fuente: Elaboración propia en base a Gonzalez de Vallejo, et al., (2002).

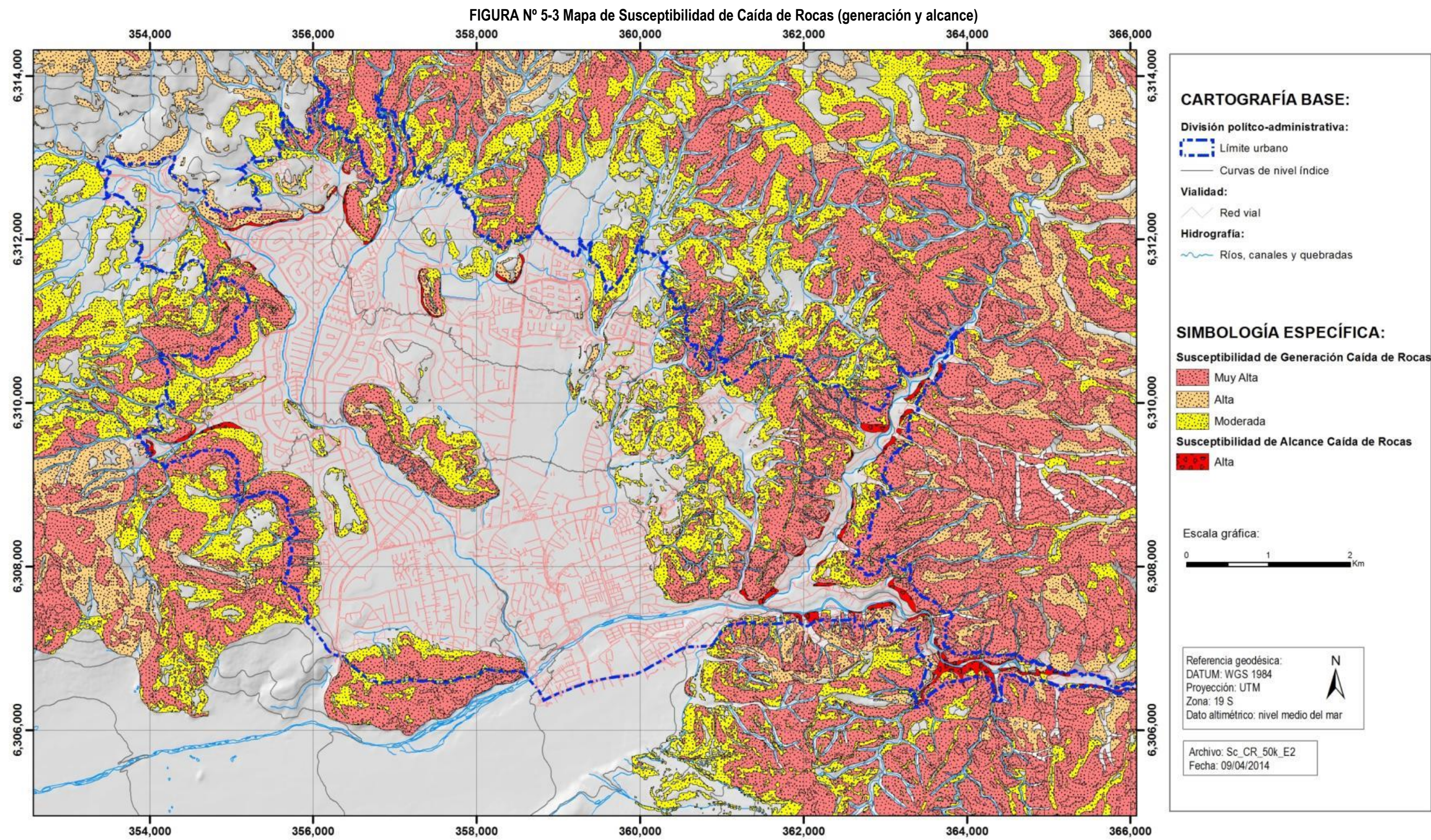
5.2.2.3 Flujos de Barro y/o Detritos

La zonificación de susceptibilidad de flujos de barro y/o detritos se realizó tomando en cuenta los antecedentes históricos, la información bibliográfica recopilada, el análisis de fotografías aéreas e imágenes satelitales y los rasgos geológicos y geomorfológicos reconocidos en el área de estudio. En base a esta información se definió la siguiente clasificación:

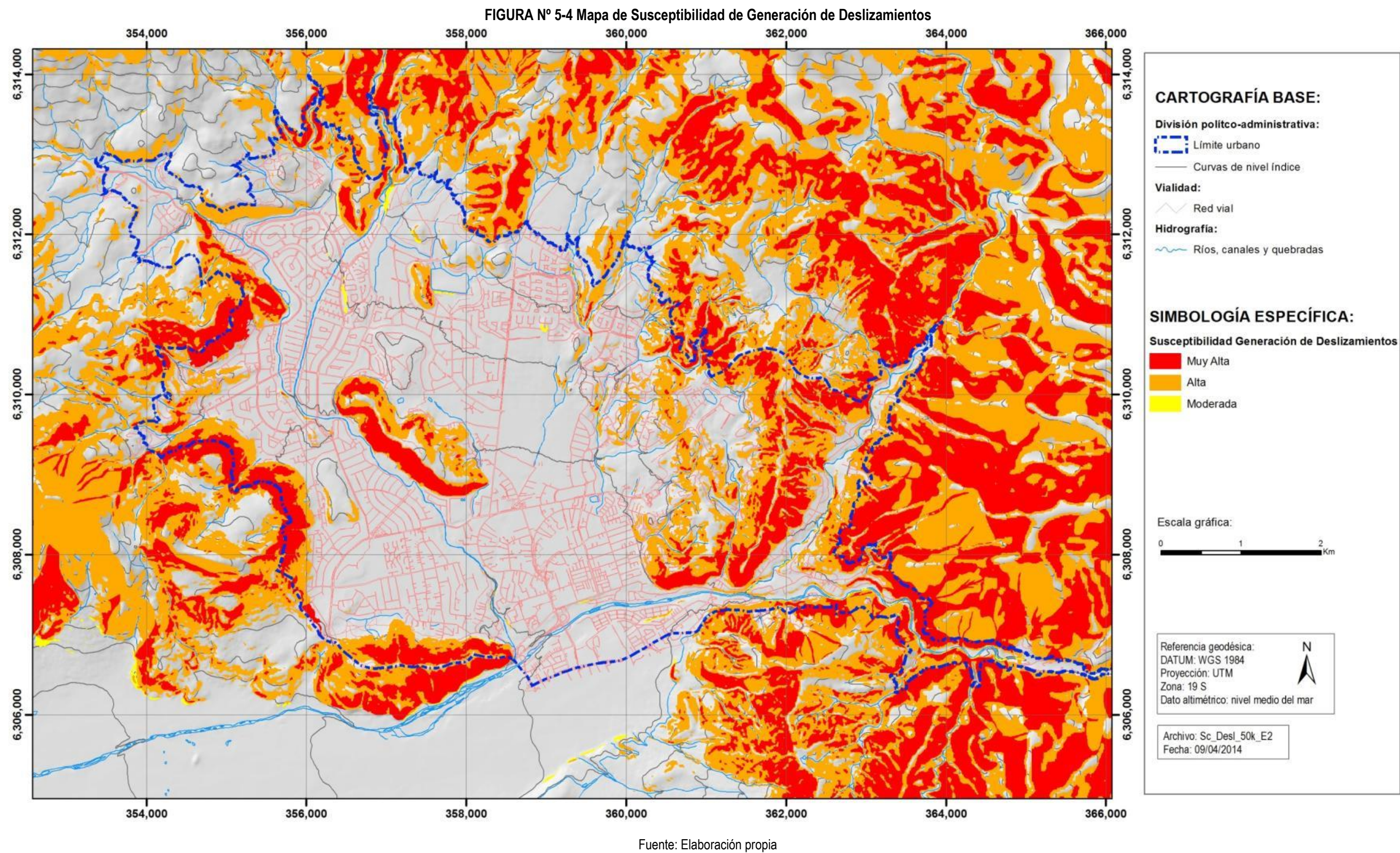
La definición de las áreas susceptibles a la ocurrencia de flujos de barro y detritos fue definida en base a criterios geológicos y geomorfológicos, considerando como zonas susceptibles las siguientes unidades:

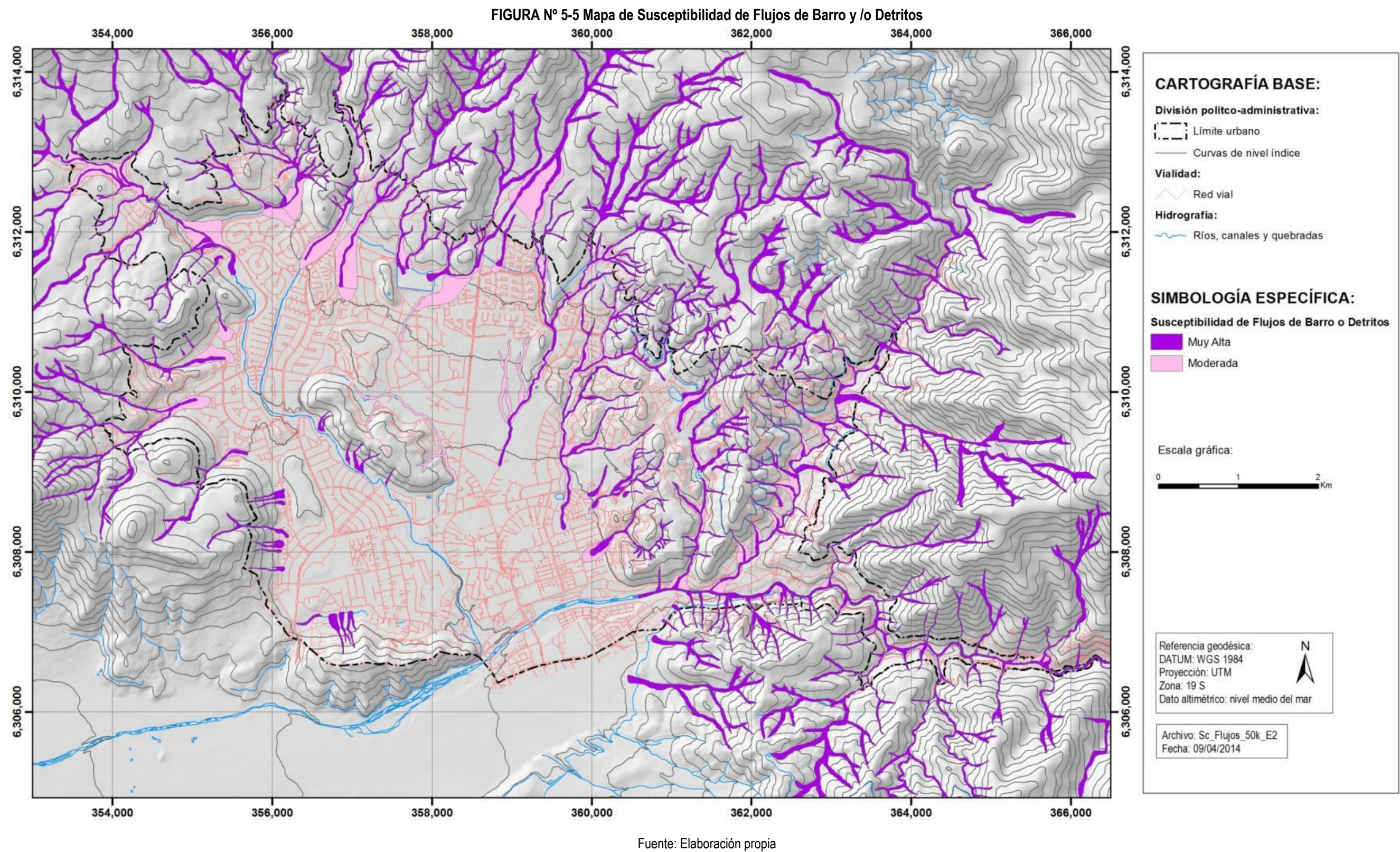
- **Muy Alta Susceptibilidad:** Sectores de quebradas y abanicos aluviales activos, donde se encuentran depósitos asociados al escurrimiento habitual o intermitente de agua, o que han sido generados por flujos de barro y detritos recientes. Geológicamente corresponden a los "Depósitos fluvio-aluviales activos de quebradas".
- **Moderada Susceptibilidad:** Sectores de abanicos aluviales sub-actuales (no existen escurrimientos activos sobre ellos), aledaños a las quebradas actuales y que pueden ser reactivados en caso de eventos hidro-meteorológicos extremos. Geológicamente corresponden a los "Depósitos aluviales de quebradas".

El mapa de susceptibilidad de flujos de barro y/o detritos se presenta en la FIGURA N° 5-5 y en el Plano N°4 fuera de texto.



Fuente: Elaboración propia





6. ZONIFICACIÓN DE AMENAZA

6.1 *Amenaza de Inundaciones*

La zonificación de amenaza de inundaciones se realizó en base al análisis hidrológico realizado a las 31 cuencas no reguladas por el PRMS y que forman parte del estudio. A continuación se presentan los principales resultados de este estudio.

6.1.1 Estudio Hidrológico

Los parámetros morfométricos de las subcuencas aportantes obtenidos mediante el análisis del modelo de elevación digital para el área de estudio se presentan en el CUADRO N° 6-1.

Los caudales máximos instantáneos se calcularon utilizando el método racional, el método DGA-AC para crecidas pluviales y el método Verni-King modificado, considerando un período de retorno de 100 años y un tiempo de duración de lluvia de diseño de 1 hora. Los resultados se presentan en el CUADRO N° 6-2. Como se observa, los valores más conservadores obtenidos son los entregados por el método racional, y por tanto fueron escogidos para la simulación hidrológica.

CUADRO N° 6-1 Parámetros Morfométricos de las subcuencas aportantes

Quebrada	P24 [mm]	A [km²]	Lc [km]	Sm [%]	Hmin[m]	Hm [m]	Hmax[m]	tc [min]
Afluente Oscura I	72	0,104	0,421	38,76	902,2	988,3	1070,0	15,50
Afluente Oscura II	72	0,130	0,584	39,85	905,7	1006,1	1082,5	17,34
Afluente Oscura III	72	0,148	0,750	39,38	909,0	1015,3	1140,0	19,38
Chorro de la Vieja	72	0,379	1,172	33,90	826,0	1067,1	1240,0	20,39
Del Ñinhue	88	1,978	2,390	56,58	971,7	1494,8	1950,0	30,20
El Parrón	84	3,599	3,838	57,01	935,9	1411,1	1859,5	45,91
Huallalolén	87	2,980	3,611	65,11	951,9	1489,3	1950,0	39,87
La Carbonera I	72	2,095	3,093	38,18	935,6	1255,4	1630,0	43,74
La Laguna	77	0,425	1,375	22,68	859,7	922,2	1020,0	44,31
Las Lechuzas	72	2,539	3,987	26,67	926,0	1153,3	1550,0	61,47
Las Ñipas	77	0,546	1,414	23,98	844,6	929,3	1022,0	41,38
Las Varas	82	3,522	3,937	44,41	917,0	1206,9	1630,0	59,08
Los Clarines	72	0,606	1,986	29,02	887,1	1087,3	1290,0	32,30
Los Pitufos	77	0,389	1,221	22,74	853,4	925,0	1020,0	38,37
Los Quillayes	83	2,408	3,197	41,39	965,4	1172,9	1440,0	57,29
Oscura	72	4,377	6,061	28,05	915,9	1320,3	1700,0	65,12
Q2	74	0,458	1,636	26,89	925,7	1024,7	1190,0	38,89
Q3	74	0,188	0,883	29,24	924,0	987,7	1114,5	28,74
Q7	79	0,418	1,130	38,91	969,9	1093,2	1222,0	28,92
Q9	80	0,168	0,633	47,02	910,9	1022,9	1126,5	18,36
Q10	81	0,267	1,250	47,56	922,2	1055,1	1168,0	25,65
Q11	81	0,305	0,889	47,70	935,9	1085,1	1204,2	21,74
Q12	87	0,495	1,323	61,91	990,0	1343,8	1702,3	19,14
Q13	83	0,500	1,610	61,87	909,9	1184,0	1540,0	23,76
Q14	84	0,483	0,941	69,72	901,0	1259,3	1618,3	16,60
Q15	86	0,726	1,379	66,49	947,9	1364,6	1719,1	20,12
Q16	87	0,945	1,760	56,78	974,0	1364,8	1708,0	24,77
Q17	86	0,202	0,657	65,46	970,4	1246,1	1469,3	12,57
Q18	85	0,143	0,500	62,58	976,8	1160,7	1365,0	12,51
Q19	79	0,443	0,837	55,92	867,9	1061,8	1220,0	21,10
Q21	72	0,397	1,362	29,92	883,2	1047,0	1170,0	26,73

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO Nº 6-2 Caudales instantáneos máximos de las subcuencas aportantes para 100 años de período de retorno y duración de lluvia de diseño de 1 hora.

Quebrada	DGA-AC			VERNI-KING			RACIONAL			
	Q ₁₀ [m³/s]	Q ₁₀₀ [m³/s]	Q _{max} [m³/s]	Ce(100)	P ¹⁰⁰ [mm]	Q _{max} [m³/s]	P ₂₄ ¹⁰⁰ [mm]	i [mm/h]	C	Q _{max} [m³/s]
Afluente Oscura I	0,02	0,03	0,05	0,46	118,80	0,14	16,63	16,63	0,36	0,17
Afluente Oscura II	0,02	0,04	0,06	0,46	118,80	0,18	16,63	16,63	0,38	0,23
Afluente Oscura III	0,02	0,05	0,07	0,46	118,80	0,20	16,63	16,63	0,37	0,26
Chorro de la Vieja	0,05	0,11	0,16	0,46	118,80	0,45	16,63	16,63	0,35	0,62
Del Ñinhue	0,48	1,89	3,54	0,46	145,20	2,49	20,33	20,33	0,35	3,91
El Parrón	0,70	2,79	5,22	0,46	138,60	3,98	19,40	19,40	0,35	6,79
Huallalolén	0,67	2,65	4,95	0,46	143,55	3,52	20,10	20,10	0,35	5,84
La Carbonera I	0,25	0,53	0,76	0,46	118,80	2,04	16,63	16,63	0,35	3,42
La Laguna	0,07	0,15	0,22	0,46	127,05	0,54	17,79	17,79	0,55	1,15
Las Lechuzas	0,30	0,63	0,90	0,46	118,80	2,42	16,63	16,63	0,36	4,24
Las Ñipas	0,09	0,20	0,28	0,46	127,05	0,68	17,79	17,79	0,48	1,30
Las Varas	0,63	2,52	4,71	0,46	135,30	3,79	18,94	18,94	0,35	6,52
Los Clarines	0,08	0,17	0,24	0,46	118,80	0,69	16,63	16,63	0,39	1,10
Los Pitufos	0,07	0,14	0,20	0,46	127,05	0,50	17,79	17,79	0,41	0,79
Los Quillayes	0,47	1,86	3,47	0,46	136,95	2,75	19,17	19,17	0,38	4,90
Oscura	0,50	1,04	1,49	0,46	118,80	3,91	16,63	16,63	0,35	7,08
Q2	0,07	0,14	0,21	0,46	122,10	0,55	17,09	17,09	0,35	0,77
Q3	0,03	0,06	0,09	0,46	122,10	0,25	17,09	17,09	0,35	0,31
Q7	0,08	0,17	0,24	0,46	130,35	0,55	18,25	18,25	0,38	0,80
Q9	0,04	0,08	0,11	0,46	132,00	0,25	18,48	18,48	0,37	0,32
Q10	0,06	0,23	0,43	0,46	133,65	0,39	18,71	18,71	0,40	0,55
Q11	0,06	0,26	0,48	0,46	133,65	0,43	18,71	18,71	0,42	0,66
Q12	0,13	0,51	0,96	0,46	143,55	0,73	20,10	20,10	0,35	0,97
Q13	0,11	0,44	0,82	0,46	136,95	0,69	19,17	19,17	0,35	0,94
Q14	0,11	0,44	0,83	0,46	138,60	0,68	19,40	19,40	0,35	0,91
Q15	0,18	0,70	1,31	0,46	141,90	1,00	19,87	19,87	0,35	1,40
Q16	0,23	0,93	1,73	0,46	143,55	1,28	20,10	20,10	0,35	1,85
Q17	0,05	0,22	0,41	0,46	141,90	0,33	19,87	19,87	0,35	0,39
Q18	0,04	0,15	0,28	0,46	140,25	0,24	19,64	19,64	0,35	0,27
Q19	0,08	0,18	0,25	0,46	130,35	0,58	18,25	18,25	0,36	0,82
Q21	0,06	0,12	0,17	0,46	118,80	0,47	16,63	16,63	0,35	0,65

Fuente: Elaboración propia.

6.1.2 Zonificación de Amenaza de Inundaciones

La evaluación del comportamiento hidráulico de cada una de las subcuencas del estudio, considerando la crecida para 100 años de período de retorno se realizó mediante el programa HEC-RAS (unidimensional) y el método SIMWE (bidimensional). El CUADRO N° 6-3 resume los resultados obtenidos por estas simulaciones para cada una de las subcuencas aportantes.

Cabe notar que la pendiente media se ha incorporado de los datos morfométricos recopilados anteriormente.

Como se observa en el CUADRO N° 6-3, debido a las fuertes pendientes de las quebradas de estudio, se obtienen velocidades máximas muy altas, las que varían entre 2,71 m/s y 10,16 m/s. Dada esta situación, será necesario tener en cuenta esta condición para el estudio de socavación del cauce durante un aluvión, y para el arrastre de material sólido por parte de la crecida.

Por otro lado, se obtienen niveles de calado (altura de agua) máximo muy bajos, que varían entre 0,18 m y 1,09 m, esto es consecuencia de las velocidades altas y fuertes pendientes existentes en las subcuencas aportantes.

Finalmente, se observa un ancho de flujo máximo que varía entre 5,89 m y 28,85 m, sin embargo al exportar estos resultados a un sistema de información geográfica (SIG), los valores máximos de ancho de flujo no superan los 20 m. Esta situación se debe a que las secciones transversales son perpendiculares al flujo en el tramo del cauce, pero no así en el resto del trazado de la sección por motivos de compatibilidad con el software de modelación.

Mediante un sistema de información geográfica (SIG) se obtuvo la zonificación de amenaza de inundaciones para un período de retorno de 100 años, la que se muestra en la FIGURA N° 6-1 y en el Plano N°5 fuera de texto.

CUADRO N° 6-3 Resultados de la modelación hidrológica

Quebrada	S _m [%]	y _{max} [m]	v _{max} [m/s]	w _{max} [m]
Afluente Oscura I	38,76	0,18	4,16	8,86
Afluente Oscura II	39,85	0,21	2,97	5,89
Afluente Oscura III	39,38	0,33	3,26	6,16
Chorro de la Vieja	33,90	0,26	8,33	19,11
Del Ñinhue	56,58	0,51	7,74	14,19
El Parrón	57,01	0,75	7,48	19,79
Huallalolén	65,11	0,62	10,16	22,79
La Carbonera I	38,18	0,87	7,28	13,61
La Laguna	22,68	0,42	9,68	18,90
Las Lechuzas	26,67	0,67	8,07	24,38
Las Ñipas	23,98	0,66	7,08	18,25
Las Varas	44,41	0,69	6,78	28,85
Los Clarines	29,02	0,41	9,34	15,93
Los Pitufos	22,74	0,46	8,18	27,02

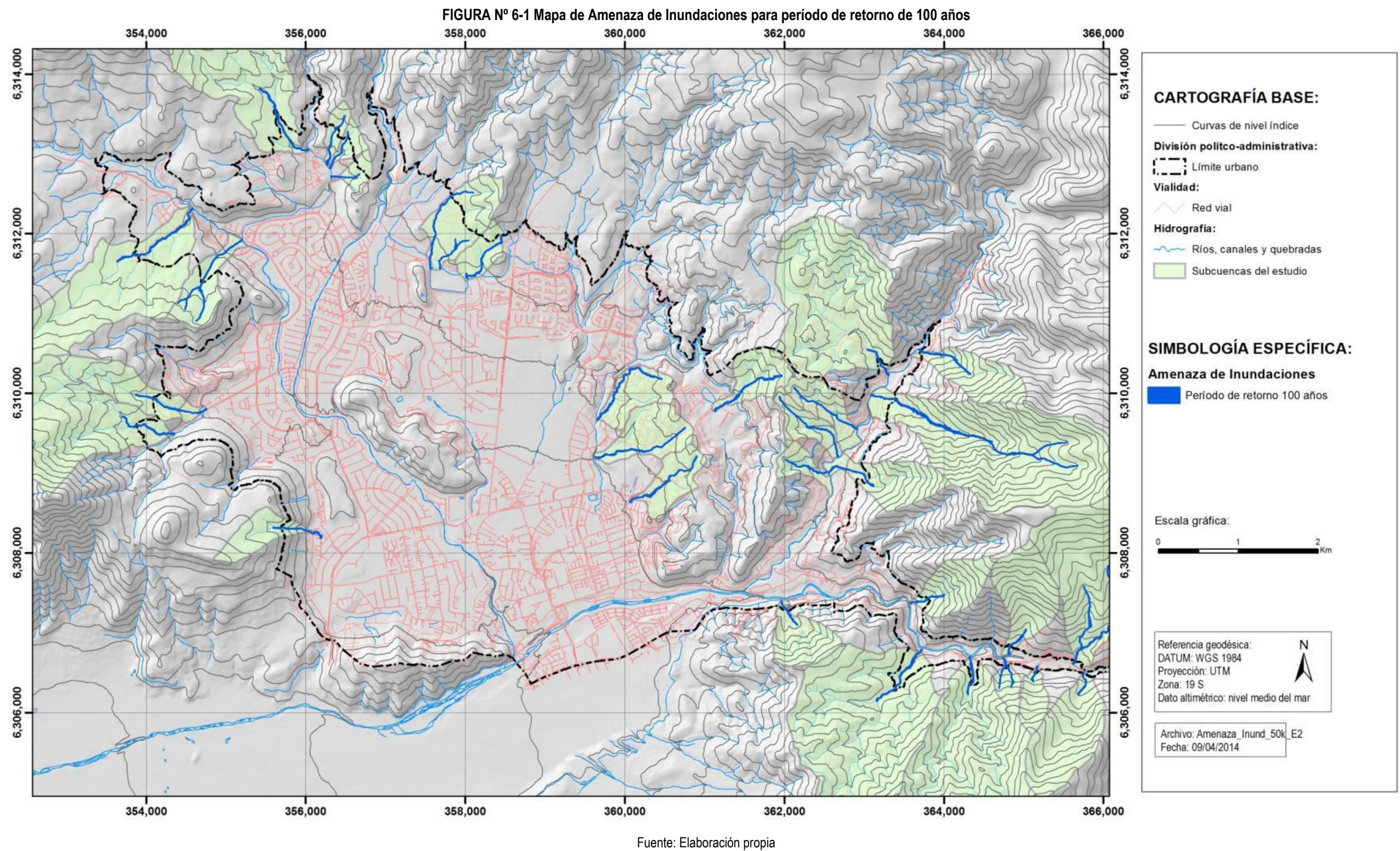
Quebrada	S_m [%]	y_{max} [m]	v_{max} [m/s]	w_{max} [m]
Los Quillayes	41,39	1,07	6,63	24,79
Oscura	28,05	1,09	6,12	18,76
Q2	26,89	0,47	2,71	18,88
Q3	29,24	0,36	4,62	11,17
Q7	38,91	0,37	4,25	21,71
Q9	47,02	0,33	5,68	9,98
Q10	47,56	0,40	9,60	8,72
Q11	47,70	0,39	8,78	7,73
Q12	61,91	0,29	3,61	12,07
Q13	61,87	0,28	8,09	16,92
Q14	69,72	0,28	5,16	16,31
Q15	66,49	0,69	3,07	24,79
Q16	56,78	0,30	6,55	9,55
Q17	65,46	0,28	2,72	11,59
Q18	62,58	0,28	4,94	9,06
Q19	55,92	0,33	8,84	11,35
Q21	29,92	0,34	5,60	10,64

Fuente: Elaboración propia.

6.2 Amenaza de Remociones en Masa

El registro de eventos de remociones en masa que han afectado a la comuna de Lo Barnechea sugiere que este tipo de fenómenos se relaciona principalmente con eventos hidro-meteorológicos extremos. Sin embargo, la calidad de la información disponible en el registro no permite determinar una recurrencia para las remociones en masa, especialmente si se tiene en cuenta que la cantidad y calidad de los datos disminuye notoriamente para los eventos ocurridos antes de la última década. Por otro lado, la calidad de los datos disponibles tampoco permite establecer una relación estadística entre intensidades de precipitación y la ocurrencia de este tipo de fenómenos.

Por lo anterior, no es posible obtener períodos de retorno para el análisis del peligro de remociones en masa, lo que no permite estimar la amenaza de remociones en masa de manera certera. Dada la falta de antecedentes, se considera más adecuado aplicar un criterio conservador, tomando como base para la planificación de territorio la zonificación de susceptibilidad de remociones en masa presentada en el capítulo 5.2.2 “Peligro de Remociones en Masa”.



PLANO N°1 Zonificación de susceptibilidad de inundaciones

PLANO N°2 Zonificación de susceptibilidad de caída de rocas

PLANO N°3 Zonificación de susceptibilidad de deslizamientos

PLANO N°4 Zonificación de susceptibilidad de flujo de barros y detritos

PLANO N°5 Zonificación de susceptibilidad de inundación (período de retorno de 100 años)

PLANO N°6 Síntesis de Zonificación de susceptibilidad

7. ELEMENTOS EXPUESTOS

Obtenidos los mapas de susceptibilidad en los cuales se determina el alcance territorial de cada uno de los peligros estudiados, se analiza a continuación cuales son los elementos expuestos a esos peligros.

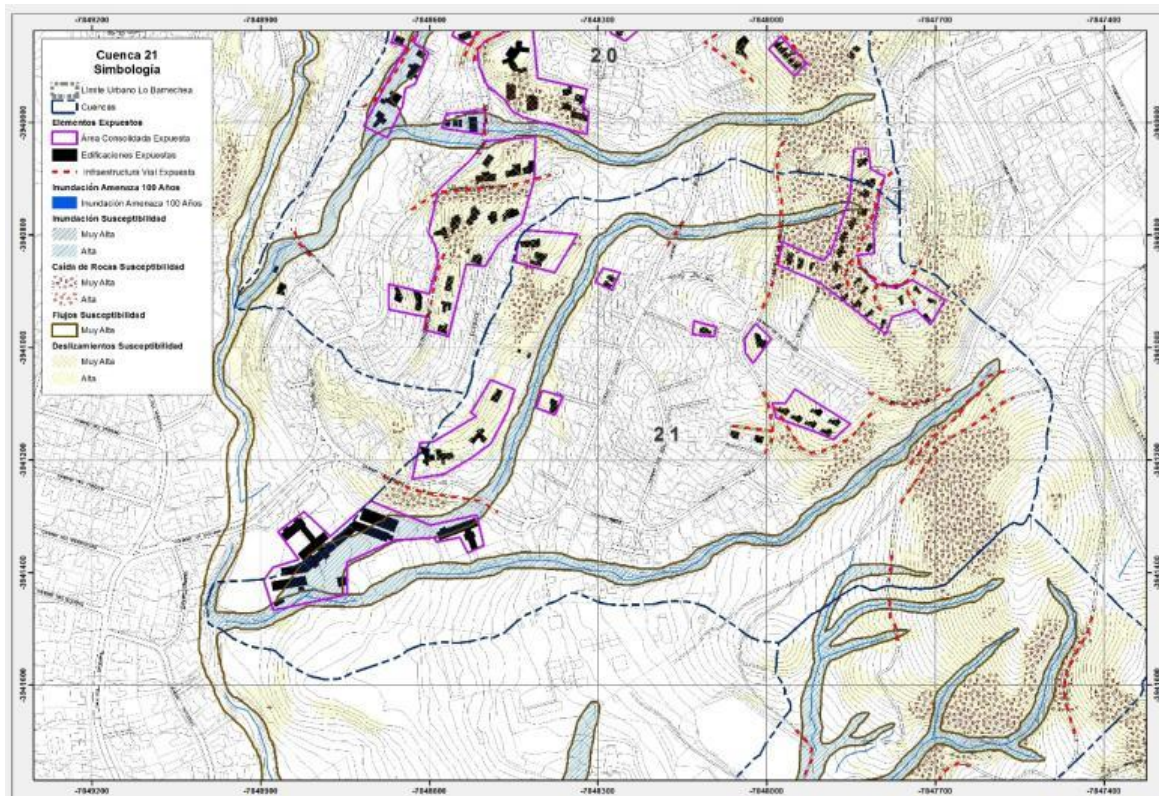
Para mejor entender el efecto que estos peligros podrían causar sobre un territorio normado en general, pero parcialmente normado en relación a sus áreas de riesgo, se ha identificado cuales serían las edificaciones, los predios y elementos de infraestructura vial que podrían ser dañados en caso de ocurrencia de alguno de estos peligros.

Este análisis se ha efectuado en base a la superposición cartográfica de las áreas que tienen algún grado de susceptibilidad de sufrir algún peligro con las edificaciones, los predios y la infraestructura vial, en la medida que ha sido posible identificarlos y hacer la lectura desde la cartografía existente.

Sobre la base de la FIGURA N° 7-1 se muestra un ejemplo del resultado de tal superposición para la cuenca N°21. En el ANEXO G se incluye el mapa de cada una de las cuencas analizadas, así como también los Cerros Isla.

Se agrega también el PLANO N°7 Síntesis de Zonificación de Susceptibilidad y Elementos Expuestos, se muestra esta información a nivel de toda el área urbana en escala 1:7.000 (láminas 1 y 2).

FIGURA N° 7-1 Ejemplo de resultado de superposición de peligros y elementos expuestos.



Fuente: Elaboración propia

**PLANO N°7 Síntesis de Zonificación de Susceptibilidad y Elementos Expuestos, escala 1:7.000 (dos
láminas)**

8. RECOMENDACIÓN DE CRITERIOS PARA LA ZONIFICACIÓN

Una vez identificados los peligros, definidos los grados de susceptibilidad y el alcance territorial de ellos, es indispensable definir los criterios o reglas con las cuales se definirán las normas de uso del suelo y otras normas urbanísticas en las áreas afectadas por estos peligros naturales.

La legislación vigente sólo entrega una herramienta implícita y otra explícita para el manejo de las áreas de riesgo. En efecto, el artículo 134 de la Ley General de Urbanismo y Construcciones señala dentro de las obligaciones del urbanizador la ejecución a su costa de “obras de defensa y de servicio del terreno”, sin especificar la naturaleza de tales obras. A continuación se cita textualmente el primer párrafo del artículo citado:

Artículo 134º.-Para urbanizar un terreno, el propietario del mismo deberá ejecutar, a su costa, el pavimento de las calles y pasajes, las plantaciones y obras de ornato, las instalaciones sanitarias y energéticas, con sus obras de alimentación y desagües de aguas servidas y de aguas lluvias, y las obras de defensa y de servicio de terreno.

Por otra parte, la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones en su artículo 2.1.17 es mucho más explícita por cuanto obliga a cada proyecto a definir las acciones u obras que un estudio fundado señale como necesarias realizar para localizar una edificación en un área donde existen riesgos.

Cabe notar que el artículo 134 de la LGUC opera por sí solo y es de carácter general, es decir no está ligado a un estudio fundado de riesgo, en cambio la aplicación del artículo 2.1.17 de la OGUC es materia de regulación por parte de un IPT y requiere de un estudio fundado de riesgo que defina el área en la cual se aplicará tal medida.

Bajo esa perspectiva, resulta de vital importancia definir primero bajo qué condiciones es dable aplicar el artículo 2.1.17 sobre la zonificación que actualmente tiene el PRC. La recomendación es aplicar esta restricción a todas aquellas áreas que tengan grado Alto y Muy Alto de susceptibilidad de verse afectados por algún peligro.

El planificador puede tomar además otras medidas de planificación relacionadas con el grado de susceptibilidad que afecta el suelo, medias que están también dentro de las atribuciones que otorga la LGUC y la OGUC al Plan Regulador Comunal, tales como:

- Diferenciar el uso del suelo permitiendo o prohibiendo cierto tipo de uso del suelo, clase o destino
- Regular la intensidad de la ocupación del suelo, por medio de los parámetros de superficie mínima de subdivisión predial y/o el coeficiente máximo de ocupación de suelo, magnitud de antejardines, y otras similares.
- Regular con otras normas urbanísticas que incidan en la forma e intensidad de ocupación del suelo (agrupamiento, alturas, densidad, entre otras

De todas las medidas posibles, la más relevante tiene que ver con la localización de los equipamientos esenciales - también llamados equipamiento crítico - definidos como todos aquellos que deben mantener su funcionalidad aún en caso de catástrofes y por tanto no deben localizarse en áreas de riesgo. En este caso, la recomendación es restringir la localización en áreas de riesgo al Tipo de Uso de suelo Equipamiento, de las clases Educación, Salud y Seguridad.

Se sugiere que la formulación de estos criterios (las reglas a seguir) se elaboren bajo la óptica del lugar, es decir tenga en cuenta las características propias de cada lugar, analizando los tipos de peligros presentes, su intensidad, si el área está ya ocupada o no está consolidada, y también consideraciones relacionadas con dinamismo de la actividad inmobiliaria, la cantidad de recursos que los proyectos estén dispuestos a gastar en eliminar o mitigar esos peligros, etc.

En este sentido la recomendación es diferenciar las medidas según si el área está ya ocupada o no lo está, asumiendo – bajo el principio precautorio y el sentido común – que es necesario restringir por completo el uso en aquellas áreas que no estén consolidadas y que presenten grados de Muy Alto y Alto de susceptibilidad de verse afectados por algún peligro, en cuyo caso, se recomienda – junto con la aplicación del artículo 2.1.17 - asignar solamente el Tipo de Uso Área Verde. En el caso de las áreas ya ocupadas – áreas consolidadas – la recomendación genérica es aplicar el artículo 2.1.17 junto con prohibir la localización de equipamiento esencial, además de aplicar normas urbanísticas diferenciadas acorde con el tipo y grado de susceptibilidad del peligro que afecta el área.

En el CUADRO N° 8-1 se entrega una recomendación de criterios para la zonificación en áreas de riesgo para la zona urbana de la comuna de Lo Barnechea.

CUADRO N° 8-1 Recomendación de criterios para la zonificación en áreas de riesgo

TIPO DE PELIGRO	GRADO DE SUSCEPTIBILIDAD	DESCRIPCIÓN	CRITERIO DE ZONIFICACIÓN URBANA O.G.U. y C.	
			ÁREA NO CONSOLIDADA	ÁREA CONSOLIDADA
INUNDACIÓN POR DESBORDE DE CAUCES	MUY ALTA	Sectores de cauces fluviales naturales de ríos y esteros. Geológicamente corresponde a depósitos fluviales activos de ríos y esteros presentes en la comuna.	Riesgo (2.1.17) Uso Área Verde	Riesgo (2.1.17) Uso Área Verde
	ALTA	Sectores de cauces fluviales naturales de quebradas y los abanicos aluviales asociados y sectores aterrazados bajos ubicados en riberas de cauces naturales. Geológicamente corresponden a depósitos fluvio-aluviales activos de quebradas y depósitos fluviales aterrazados (terrazza inferior).	Riesgo (2.1.17) Uso Área Verde	Riesgo (2.1.17) Mitigación con Normas Urbanísticas Excluir equipamiento esencial
CAÍDA DE ROCAS	MUY ALTA	Corresponde a sectores de acantilados (pendientes sobre 35°) o sectores de laderas de roca meteorizada o suelos residuales con pendientes empinadas (20°-35°).	Riesgo (2.1.17) Uso Área Verde	Riesgo (2.1.17) Uso Área Verde
	ALTA	Corresponde a sectores de pendientes empinadas (20°-35°) en laderas compuestas por roca (Formación Abanico roca fresca y Rocas Intrusivas) (zonas de generación) y sectores con pendientes mayores a 10°, ubicados pendiente abajo de las zonas de muy alta y alta susceptibilidad de generación de caída de rocas (zonas de alcance)	Riesgo (2.1.17) Uso Área Verde	Riesgo (2.1.17) Mitigación con Normas Urbanísticas Excluir equipamiento esencial
	MODERADA	Corresponde a zonas de pie de talud (pendientes de 10° a 20°) compuestas por roca meteorizada o suelos residuales.	Mitigación con Normas Urbanísticas Excluir equipamiento esencial	Mitigación con Normas Urbanísticas Todos los usos
DESLIZAMIENTOS	MUY ALTA	Sectores con movimientos activos, sectores con movimientos antiguos y pendientes >35° y sectores con movimientos antiguos y pendientes >25° cuando las laderas están compuestas por depósitos o sustrato susceptible	Riesgo (2.1.17) Uso Área Verde	Riesgo (2.1.17) Uso Área Verde
	ALTA	Sectores con movimientos antiguos y pendientes entre 25° y 35° compuestos por sustrato estable y sectores sin movimientos (activos o antiguos) con pendientes >25°.	Riesgo (2.1.17) Uso Área Verde	Riesgo (2.1.17) Mitigación con Normas Urbanísticas Excluir equipamiento esencial
	MODERADA	Sectores con pendientes entre 15° y 25° compuestos por sustrato estable con movimientos antiguos o depósitos superficiales no susceptibles.	Mitigación con Normas Urbanísticas Excluir equipamiento esencial	Mitigación con Normas Urbanísticas Todos los usos
FLUJOS DE BARRO O DETRITOS	MUY ALTA	Sectores de quebradas y abanicos aluviales activos (depósitos asociados al escurrimiento habitual o intermitente de agua, o que han sido generados por flujos de barro y detritos recientes). Geológicamente corresponden a los “Depósitos fluvio-aluviales activos de quebradas”.	Riesgo (2.1.17) Uso Área Verde	Riesgo (2.1.17) Mitigación con Normas Urbanísticas Excluir equipamiento esencial
	ALTA	No aplica	No aplica	No aplica
	MODERADA	Sectores de abanicos aluviales sub-actuales (no existen escurrimientos activos sobre ellos, pero pueden ser reactivados en caso de eventos extremos). Geológicamente corresponden a los “Depósitos aluviales de quebradas”.	Mitigación con Normas Urbanísticas Excluir equipamiento esencial	Mitigación con Normas Urbanísticas Todos los usos

Fuente: Elaboración propia.

Las recomendaciones para la definición de las áreas de riesgo según lo establecido en el artículo 2.1.17 de la OGUC obligan al planificador a utilizar el lenguaje propio de ese cuerpo legal y hacer la equivalencia desde los conceptos utilizados por las geociencias.

Así, para la aplicación de las disposiciones del artículo mencionado se recomienda utilizar los siguientes criterios para la asignación de zonas según tipo y grado de peligros (ver CUADRO N° 8-2):

CUADRO N° 8-2 Recomendación de Criterios de asignación Zonas de Riesgo según 2.1.17

TIPO DE PELIGRO	GRADO DE SUSCEPTIBILIDAD	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE ZONA
INUNDACIÓN POR DESBORDE DE CAUCES	MUY ALTA	AR1	Zona inundable o Potencialmente inundable
	ALTA		
CAÍDA DE ROCAS	MUY ALTA	AR2	Zona propensa a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas.
	ALTA		
	MODERADA	No se considera para la aplicación del artículo 2.1.17	
DESLIZAMIENTOS	MUY ALTA	AR2	Zona propensa a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas.
	ALTA		
	MODERADA	No se considera para la aplicación del artículo 2.1.17	
FLUJOS DE BARRO O DETRITOS	MUY ALTA	AR2	Zona propensa a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas.
	ALTA		
	MODERADA		

Fuente: Elaboración propia.

Cabe recordar que el artículo 2.1.17 de la OGUC define los siguientes tipos de área de riesgo (transcripción textual):

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.

Asimismo, es importante notar que la cartografía de susceptibilidad generada mediante la metodología descrita en el capítulo 5 corresponde al resultado de modelos numéricos y análisis mediante sistemas de información geográfica, los cuales pueden presentar inexactitudes o artificios producto de las limitaciones y resolución de las técnicas empleadas. Por lo anterior, esta cartografía fue revisada y adecuada mediante juicio experto, con el fin de sintetizar y uniformar las áreas de riesgo descritas en el artículo 2.1.17, y permitir su aplicabilidad.

9. REFERENCIAS CITADAS EN EL TEXTO

- Aguirre, L., 1960. *Geología de Los Andes de Chile Central*. Boletín, No. 9, 70 p., 1 mapa escala 1:100.000 ed. Santiago: Instituto de Investigaciones Geológicas.
- Antinao, J., Fernández, J., Naranjo, J. & Villarroel, P., 2002. *Peligro de Remociones en Masa e Inundaciones en la Cuenca de Santiago*, Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería. Carta Geológica de Chile. Serie Geología Ambiental, No. 2, 1 mapa escala 1:100.000.
- Arenas, M., 2007. *Peligro de remociones en masa asociado a un relleno no autorizado en un sector del Club Ecuestre Internacional comuna de Lo Barnechea, región metropolitana de Santiago*, Santiago: SERNAGEOMIN.
- Arenas, M., 2008. *Relleno artificial en sector Cerro del Medio, comuna de lo Barnechea: visita técnica*, Santiago: SERNAGEOMIN.
- Armijo, R. y otros, 2010. The West Andean Thrust, the San Ramón Fault, and the seismic hazard for Santiago, Chile. *Tectonics*, 29(2), pp. 1-34.
- Ayala, F., 1985. *Geología y prevención de daños por inundaciones.*, Madrid: Instituto Geológico y Minero de España.
- Baker, V., Kochel, R. & Patton, P., 1988. *Flood Geomorphology*. John Wiley and Sons, Chichester, UK, 503 pp., s.l.: s.n.
- Brunner, G., 2010. *HEC-RAS River Anaysis System User's Manual*, California: s.n.
- Centeno, J., Fraile, M., Otero, M. & Pividal, A., 1994. *Geomorfología Práctica. Ejercicios de fotointerpretación y planificación geoambiental.* Madrid: Ed. Rueda.
- Chow, V., Maidment, D. R. & Mays, L. W., 1994. *Hidrología Aplicada*. s.l.:s.n.
- Chow, V. T., 1994. *Hidráulica de Canales Abiertos*. Santafé de Bogotá, Colombia: McGraw-Hill.
- Costa, J., 1984. Physical geomorphology of debris flows. In Developments and Applications of Geomorphology. En: J. E. Costa & P. J. Fleisher, edits. *Developments and Applications of Geomorphology*. Berlin: Springer-Verlag, pp. 268-317.
- Cruden, D. & Varnes, D., 1996. *Landslide types and processes*, Washington D.C.: Special Report 247: Landslides: Investigation and Mitigation, Transportation Research Board.
- DeMets, C., Gordon, R., Argus, D. & Stein, S., 1994. Effect of recent revisions to the geomagnetic reversal time scale on estimates of current plate motions. *Geophysical Research Letters*, 21(20), pp. 2191-2194.
- DGA, 1994. *Precipitaciones Máximas de 1,2 y 3 Días*, Santiago: Dirección General de Aguas - Ministerio de Obras Públicas.
- DGA, 1998. *Manual de Cálculo de Crecidas y Caudales Mínimos en Cuencas sin Información Fluviométrica*, Santiago: Dirección General de Aguas - Ministerio de Obras Públicas.
- DGA-MOP, 1998. *Manual de Cálculo de Crecidas y Caudales Mínimos en Cuencas sin Información Fluviométrica*, Santiago: s.n.

- Díez Herrero, A., 2002a. *Condicionantes geomorfológicos de las avenidas y cálculos de caudales y calados*. Barcelona: Ariel, Ariel Ciencia.
- Díez, A. & Pedraza, J., 1996. *Procesos fluviales*, Madrid: Ruda.
- Díez-Herrero, A., Laín-Huerta, L. & Llorente-Isidro, M., 2008. *Mapas de Peligrosidad por avenidas e inundaciones: Guía metodológica para su elaboración*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España. Serie Riesgos Geológicos/Geotecnia No. 1, 190 pág.
- Esaki, T., Thapa, P., Mitani, Y. & Ikemi, H., 2005. *Landslide and debris flow characteristics and hazard mapping in mountain hillslope terrain using GIS, Central Nepal*. En: Eberhardt, E., Hungr, O., Fell, R., Couture, E. (eds). Vancouver, Proceedings, International Conference on Landslide Risk Management, p. 657-669...
- Farr, T. G. y otros, 2007. The Shuttle Radar Topography Mission. *Reviews of Geophysics*, pp. 45(2): 1-33.
- Fernández, J., 2010. *Caida de rocas, comuna de Lo Barnechea, Región Metropolitana: Visita técnica*, Santiago: SERNAGEOMIN.
- Giraud, R. & Shaw, L., 2007. *Landslide Susceptibility Map of Utah*, s.l.: Utah Geological Survey, 16 p..
- Gonzalez de Vallejo, L., Ferre, M., Ortuño, L. & Oteo, C., 2002. *Ingeniería Geológica*. Segunda ed. Madrid: Pearson Educación.
- González-Ferrán, O., 1995. *Volcanes de Chile*. Santiago: Instituto Geográfico Militar, 410 pág.
- Hauser, A., 1985. Flujos aluvionales de 1870 y 1896 ocurridos en la ladera norte del volcán Yates, X Región: su implicancia en la evaluación de riesgos naturales. *Revista Geológica de Chile*, Volumen 25-26, pp. 125-133.
- Hauser, A., 1997. *Los aluviones del 18 de Junio de 1991 en Antofagasta: un análisis crítico, a 5 años del desastre*, Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería, Boletín N° 49, 47 pág.
- Hauser, A., 2000. *Remociones en masa en Chile*. 2da ed. Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería, Boletín N° 59, versión actualizada, 89 pág.
- Holmgren, P., 1994. Multiple flow direction algorithms for runoff modelling in grid based elevation models: An empirical evaluation. *Hydrological Processes*, 8(4), pp. 327-334.
- ISRM, 1981. *Suggested methods for rock characterization, testing and monitoring*. .. s.l.: ISRM Suggested Methods. Ed. E.T. Brown. Pergamon Press..
- JTC-1, 2008. Guidelines for Landslide Susceptibility, Hazard and Risk Zoning for land use planning. *Engineering Geology*, 102(3-4), pp. 85-98.
- Kausel, E. & Ramírez, D., 1992. Relaciones entre parámetros focales y macrosísmicos de grandes terremotos chilenos. *Revista Geofísica*, Issue 37, pp. 159-194.
- Keeper, D., 1984. Landslides caused by earthquakes. *Geological Society of América Bulletin*, 95(4), pp. 406-421.
- Keller, E. & Blodgett, R., 2004. *Riesgos Naturales*. Madrid: Pearson Education S.A., 448 pág.
- Lara, L. & Rauld, R., 2003. *Diagnóstico de la geología ambiental de las grandes ciudades de Chile.*, Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería, 182 pág.

- Lastra, J., Fernández, E., Díez-Herrero, A. & Marquínez, J., 2008. *Flood hazard delineation combining geomorphological methods: an example in the Northern Iberian Peninsula*. *Natural Hazards*, 45(2), 277-293., s.l.: s.n.
- Loye, A., Jaboyedoff, M. & Pedrazzini, A., 2009. Identification of potential rockfall source areas at a regional scale using a DEM-based geomorphometric analysis. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 9(5), pp. 1643-1653.
- Marín, M. & Garrido, N., 2012. *Remociones en masa ocurridas el 15 de Enero de 2012 en el camino interior del Parque Cordillera, Yerba Loca, comuna de Lo Barnechea, región metropolitana de Santiago*, Santiago: Informe Inédito Sernageomin.
- Marquínez, J. & Lastra, J. F. E., 2006a. *Metodología utilizada para cartografiar la peligrosidad de inundaciones en las cuencas del Norte*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, Serie Medio ambiente, Riesgos Geológicos n°7.
- Marquínez, J. & Lastra, J. F. E., 2006b. *Estudio de inundabilidad en la ciudad de Sarria (Lugo)*. *Tecnoambiente*, 160, 76-79., s.l.: s.n.
- Martin, G. & Lew, M., 1999. *Recommended Procedures for Implementation of DMG Special Publication 117: Guidelines for Analyzing and Mitigating Liquefaction Hazards in California*. Los Angeles: Southern California Earthquake Center, University of Southern California, 63 pág.
- Michoud et al., 2012. Rockfall hazard and risk assessments along roads at a regional scale: example in Swiss Alps. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 123(3), pp. 615-619..
- MINVU, 1996. Marco Geográfico. En: *Técnicas Alternativas para Soluciones de Aguas Lluvias en Sectores Urbanos. Guía de Diseño*. Santiago: Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
- MINVU, 2005. *Guía de Diseño y Especificaciones de Elementos Urbanos de Infraestructuras de Aguas Lluvias*. Santiago: Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
- MOP, 2012. Instrucciones y Criterios de Diseño. En: *Manual de Carreteras*. 2012 ed. Santiago: s.n., p. 1467.
- MOP, 2012. Instrucciones y Criterios de Diseño. En: *Manual de Carreteras*. Santiago: Ministerio de Obras Públicas.
- Moreno, H., 1993. *Erupciones volcánicas en Chile: procesos y riesgos asociados*. s.l., I Jornadas Nacionales de Vulcanología, Medio Ambiente y Defensa Civil. Pág. 161-170.
- Mpodozis, C. & Ramos, V. A., 1989. *The Andes of Chile and Argentina In: Ericksen, G. E.; Cañas, M. T.; Reinemund, J. A. (eds) Geology of the Andes and its Relation to Hydrocarbon and Energy Resources. Circum-Pacific Council for Energy and Hydrothermal Resources, American Association of Pet.* 11 ed. Houston, Texas: Earth Science Series.
- Mulvaney, T., 1850. On the use of self-registering rain and flood gauges in making observations on the relations of rainfall and flood discharges in a given catchment. *Transactions of Institution of Civil Engineers Ireland*, pp. 4:18-31.
- Myers, B. & Brantley, S., 1995. *Hazardous phenomena at volcanoes*, Vancouver, Washington.: USGS Open File Report, pág. 95-231.
- Naranjo, J. & Varela, J., 1996. *Debris and mud flows that affected the eastern area of Santiago on May 3, 1993*, Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería. Boletín No. 47, 42 pág.

- ONU/EIRD, 2004. *Vivir con el Riesgo, Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres, Versión en español 2004*, Nueva York: Organización de las Naciones Unidas.
- Ortega, J. & Garzón, G., 2006. *Interpretación de los depósitos de avenida como clave para establecer la dinámica de la llanura de inundación. Actas de la IX Reunión Nacioal de Geomorfología, Universidad de Santiado de Compostela*, s.l.: s.n.
- Parra, K. A. , 2009. *Análisis crítico de los modelos para estimar caudales en cuencas sin registro fluviométrico y propuestas de ajustes para su aplicación en cuencas del sur de Chile*. s.l.:s.n.
- Peña, H. & Vidal, F., 1993. *Estimación Estadística de la Línea de Nieves durante los Eventos de Prcipitación entre las Latitudes 28 y 38 Grados Sur*. Concepción, Chile, s.n.
- Pérez et al., 2013. Improving seismotectonics and seismic hazard assessment along the San Ramón Fault at the eastern border of Santiago city, Chile. *Natural Hazards*, pp. Available at: <http://link.springer.com/article/10.1007/s11069-013-0908-3/f>.
- Petit-Breuilh, M., 2001. *Desastres naturales y ocupación del territorio en hispanoamérica [Siglos XVI al XX]*, s.l.: Universidad de Huelva, Arias Montano (n.70): 341 p., il, Huelva. .
- Pierson, T. & Scott, K., 1985. Downstream dilution of Lahar: transition from debris flow to hyperconcentrated streamflow. *Water Research*, 21(10), pp. 1511-1524.
- PMA-GCA, 2007. *Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas*. Santiago: Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas, Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No. 4, 432 p..
- Rauld, R., 2002. *Análisis morfoestructural del frente cordillerano de Santiago oriente, entre el Río Mapocho y la Quebrada de Macul*, s.l.: Memoria de título de geólogo. Departamento de Geología. Universidad de Chile..
- Rauld, R., 2011. *Deformación cortical y peligro sísmico asociado a la falla San Ramón en el frente cordillerano de Santiago, Chile Central (33°S)* , s.l.: Tesis para Doctor en Ciencias mención Geología. Universidad de Chile..
- Rodriguez, E. y otros, 2005. *An Assessment of the SRTM Topographic Products*, Pasadena, California: Jet Propulsion Laboratory.
- RVC, 2013. *Informe de Diseño - Proyecto Embalse de Relaves N° 4 Minera Clarita*, Santiago: RVC Minería y Geotecnia S.p.A..
- Sancho, C., 1997. Los mapas de riesgos. En: J. Peña, ed. *Cartografía geomorfológica básica y aplicada*. Zaragoza: Geomorfa, pp. 181-200.
- Scholz, C., 1990. *The Mechanics of Earthquakes and Faulting*. Cambridge: Cambridge University Press, 439 pág.
- Sepúlveda, S., Murphy, W., Jibson, R. & Petley, D., 2005. Seismically-induced Rock Slope Failures Resulting from Topographic Amplification of Strong Ground Motions: The Case of Pacoima Canyon, California.. *Engineering Geology*, Volumen 80, pp. 336-348.
- Sepúlveda, S. y otros, 2010. Landslides induced by the April 2007 Aysén Fjord earthquake, Chilean Patagonia.. *Landslides*, pp. doi: 10.1007/s1034VI-010-0203-2.
- SERNAGEOMIN, 2003. *Mapa Geológico de Chile, Versión Digital*, Santiago: Publicación Geológica Digital, N°4. Santiago, Servicio Nacional de Geología y Minería..

Somoza, R., 1998. Updated Nazca (Farallon)- South America relative motions during the last 40 My: implication for mountain building in the central Andean region.. *Journal of South American Earth Sciences*, Issue 11, pp. 211-215.

Sruoga, P., 2002. *El volcanismo reciente y riesgo asociado en la Provincia de Mendoza*, Mendoza: IANIGLA, 30 Años de Investigación Básica y Aplicada en Ciencias Ambientales, pág. 255-259.

Stern, C. y otros, 1994. Petrochemistry and age of rhyolitic pyroclastic flows which occur along the drainage valleys of the río Maipo and río Cachapoal (Chile) and río Yaucha and río Papagayos (Argentina). *Revista Geológica de Chile*, Issue 23, pp. 39-52.

SUBDERE, 2011. *Guía Análisis de Riesgos Naturales para el Ordenamiento Territorial*, Santiago: Subsecretaría de Desarrollo Regional.

Tassara, A. G. H.-J. S. S. & Hackney, R., 2006. Three dimensional density model of the Nazca plate and the Andean continental margin.. *Journal of Geophysical Research*, 111(B9), p. B09404..

Urrutia, R. & Lanza, C., 1993. *Catástrofes en Chile 1541 - 1992*. Santiago: La Noria.

USGS, 2008. *The landslide handbook—A guide to understanding landslides*, Reston, Virginia: U.S. Geological Survey Circular 1325, 129 p..

Varas, E. & Sánchez, S., 1983. *Relaciones Intensidad-Duración-Frecuencia Generalizadas*. Santiago, Chile, s.n.

Varnes, D., 1978. *Slope movement types and processes*, Washington, D.C.: Special report 17VI: Landslides: Analysis and Control, Transportation Research Board.

Varnes, D., 1984. Hazard Zonation: A Review of Principle and Practice. Commission of Landslide of IAEG, UNESCO. *Natural Hazards*, Volumen 3, pp. 1-61.

Wall, R., Selles, D. & Gana, P., 1999. *Área Til Til – Santiago, Región Metropolitana. Mapa geológico N°11, mapa escala 1:100.000*, Santiago., s.l.: SERNAGEOMIN. .

Western Washington University, 2011. *RELIEF GLOBE SLIDES*. [En línea] Available at: <http://www.smate.wvu.edu/teched/geology/GeoHaz/global/globe-17.jpg> [Último acceso: 28 11 2011].



ESTUDIO DE RIESGO Y PROTECCIÓN AMBIENTAL PLAN REGULADOR COMUNAL DE LO BARNECHEA

ETAPA 3: PROPUESTA ESTUDIO DE RIESGOS ANEXOS

REVISIÓN 1
JULIO 2014

Consultor:  **INFRACON**
CONSULTORES

ESTUDIO DE RIESGO Y PROTECCIÓN AMBIENTAL PLAN REGULADOR COMUNAL DE LO BARNECHEA

El presente documento corresponde a los ANEXOS de la MEMORIA del ESTUDIO DE RIESGOS de la ETAPA 3: PROPUESTA, de la “Estudio de Riesgo y Protección Ambiental Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea”, Revisión 1, encargado por la Ilustre Municipalidad de Lo Barnechea a INFRACON S.A.

EQUIPO CONSULTOR:

Pablo Badilla O., Arquitecto Planificador
Libertad Burgos L., Arquitecto Planificador
Jaime Gallardo V., Geógrafo
Rodrigo Rauld Plott, Geólogo, Doctor en Ciencias
Andrés Fock Kunstmann, Geólogo, MSc en Ciencias, Mención Geología
Constanza Urresty Vargas, Geólogo
Alberto Cisternas R., Ingeniero Civil
Marco Alsina C. Ingeniero Civil, Doctor en Ciencias
Catherine Barra C., Cartógrafo

CONTRAPARTE TÉCNICA:

Ilustre Municipalidad de Lo Barnechea

Rodrigo Rauld Plott, Geólogo, Doctor en Ciencias
Profesional responsable Estudio de Riesgos

Consultor:



ANEXOS

ANEXO A	DEFINICIONES DE PELIGRO Y RIESGO USADAS	A-1
A.1	Referencias.....	A-3
ANEXO B	DESCRIPCIÓN PELIGROS GEOLÓGICOS ANALIZADOS	B-1
B.1	Procesos Internos o Endógenos de la Tierra	B-1
B.1.1	Sismicidad.....	B-1
B.1.2	Volcanismo	B-7
B.2	Procesos Exógenos o Externos de la Tierra	B-10
B.2.1	Inundaciones Terrestres y Litorales	B-10
B.2.2	Procesos de Remoción en Masa	B-12
B.3	Referencias.....	B-18
ANEXO C	CATASTRO DE PELIGROS ASOCIADOS A PROCESOS EXÓGENOS	C-1
C.1	Referencias.....	C-7
ANEXO D	PRINCIPALES TERREMOTOS REGISTRADOS.....	D-1
D.1	Referencias.....	D-2
ANEXO E	ESTUDIO HIDROLÓGICO.....	E-1
E.1	Introducción	E-5
E.1.1	Antecedentes generales	E-5
E.2	Estudio de crecidas.....	E-8
E.2.1	Período de retorno	E-8
E.2.2	Parámetros morfométricos de las cuencas aportantes	E-8
E.2.3	Caudal máximo puntual	E-9
E.2.4	Modelación hidráulica	E-44
E.3	Conclusiones	E-220
E.4	Referencias.....	E-223
ANEXO F	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE VISITAS A TERRENO	F-1
ANEXO G	MAPAS DETALLADOS DE ELEMENTOS EXPUESTOS.....	G-1

ANEXO A DEFINICIONES DE PELIGRO Y RIESGO USADAS

Los procesos geodinámicos producen modificaciones de diversas magnitudes en la superficie terrestre que constituyen peligros geológicos que afectan de forma directa o indirecta las actividades humanas. Se entiende como **Peligro Natural** a cualquier fenómeno de origen natural que puede tener efectos negativos en el territorio (personas, infraestructura, medio ambiente, etc.). Los peligros naturales pueden subdividirse en distintas categorías: geológicos, hidrológicos, climáticos, incendios, etc.

Asociados a los peligros naturales se reconocen cuatro conceptos principales: **susceptibilidad**, **vulnerabilidad**, **amenaza** o **peligrosidad** (hazard) y **riesgo** (risk).

La **susceptibilidad** corresponde a una estimación cualitativa o cuantitativa de la distribución espacial de un fenómeno dado que existe o que potencialmente podría ocurrir en un área. Aunque se espera que un cierto fenómeno peligroso ocurra con mayor frecuencia en las áreas de mayor susceptibilidad, debe tenerse en cuenta que el análisis de susceptibilidad no considera el período de retorno de los eventos, es decir, el factor tiempo (JTC-1, 2008). La susceptibilidad depende directamente de los factores que controlan o condicionan la ocurrencia de los procesos, como la geomorfología o factores intrínsecos de los materiales geológicos, y de factores externos que pueden actuar como desencadenantes (por ejemplo precipitaciones intensas, sismos, etc.). Para la construcción de mapas de susceptibilidad se utilizan los mapas de inventario, en los que se identifican las áreas que han sido afectadas por determinados procesos, y mapas de factores condicionantes que favorecen o entorpecen el desarrollo de estos procesos. Además, los mapas de susceptibilidad apuntan a cubrir el peor escenario posible en el área de estudio.

El concepto de **amenaza** o **peligrosidad** (hazard*) corresponde a la probabilidad de ocurrencia de un proceso, con una magnitud determinada dentro de cierto período de tiempo y en un área específica (Varnes, 1984). La estimación de la amenaza o peligrosidad implica necesariamente una consideración de la variable temporal, es decir, el período de recurrencia de un evento (período de retorno). Por otro lado, la amenaza para períodos de retorno infinitos tiende a ser similar que la susceptibilidad. Por lo anterior, cuando no se cuenta con datos suficientes para estimar períodos de retorno, resultan útiles los mapas de susceptibilidad, que consideran solo las variables intrínsecas del material para la zonificación de peligros geológicos.

Los **elementos expuestos** pueden ser personas, bienes, propiedades, infraestructuras, servicios, actividades económicas, etc., que pueden sufrir las consecuencias directas o indirectas de un proceso geológico en una determinada zona (Gonzalez de Vallejo, et al., 2002).

La **vulnerabilidad** corresponde al grado de pérdidas o daños potenciales de un elemento o conjunto de elementos dados, como consecuencia de la ocurrencia de un fenómeno de magnitud determinada. Se expresa en una escala de 0 (sin daños) a 1 (pérdida o destrucción total del elemento) o entre 0% y 100% de daños (Varnes, (1984); González de Vallejo et al., (2002); JTC1, (2008)).

Por otro lado, el concepto de **riesgo** (risk) incorpora consideraciones socio-económicas, y se define como las potenciales pérdidas debidas a un fenómeno natural determinado, por ejemplo vidas

* La traducción literal corresponde a peligro, pero de acuerdo a la ONEMI y al proyecto Multinacional de Geociencias Andino (MAP-GAC) para evitar confusiones se utiliza Amenaza o Peligrosidad

humanas, pérdidas económicas directas o indirectas, daños en infraestructura, etc. (Gonzalez de Vallejo, et al., 2002).

Según Varnes (1984), se denomina riesgo específico al grado de pérdidas esperado durante un período de tiempo dado, como consecuencia de la ocurrencia de un determinado proceso, expresado en términos de probabilidad. Puede ser expresado como el producto $A \times V$, donde A corresponde a la amenaza y V a la vulnerabilidad. En este caso no es posible obtener una evaluación cuantitativa de las pérdidas (Gonzalez de Vallejo, et al., 2002).

De acuerdo a las definiciones de la UNESCO (Varnes, 1984) el riesgo total corresponde al número esperado de vidas, personas heridas, daños a la propiedad, o a las actividades económicas debido a un fenómeno natural específico y se expresa como el producto del riesgo específico y los elementos expuestos, esto es:

$$R_t = R_e \times E = A \times V \times E$$

Donde R_t corresponde al riesgo total, R_e al riesgo específico y E a los elementos expuestos considerados. La FIGURA A-1 muestra la relación entre el conocimiento y la estimación de la susceptibilidad, amenaza y riesgo.

La definición de riesgo, o áreas de riesgo, utilizadas internacionalmente difieren a la nomenclatura propuesta por la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción en su artículo 2.1.17. En la OGUC, el concepto utilizado de riesgo corresponde a la definición de “Peligro Natural” definida internacionalmente.

En resumen, los peligros geológicos pueden analizarse desde el punto de vista de las condiciones intrínsecas del material (estudios de susceptibilidad o determinísticos) y desde el punto de vista de los factores desencadenantes de un fenómeno (estudios de amenaza o probabilísticos). Considerando que para un estudio probabilístico es necesario contar con set de datos históricos de los procesos desencadenantes, los que normalmente no se encuentran registrados de manera adecuada, y que para períodos de retornos infinitos los mapas de amenaza tienden a ser similares a los mapas susceptibilidad, se considera que los mapas de susceptibilidad corresponden al escenario más conservador y adecuado para ser aplicado en la Planificación Territorial.

Finalmente, la reducción y mitigación de los riesgos vinculados a los diversos peligros geológicos presenta igual o mayor importancia que el manejo de las emergencias y la respuesta posterior al evento catastrófico. El desarrollo sustentable de la urbanización está directamente asociado a la reducción y mitigación de estos riesgos. La generación de conciencia a partir del conocimiento de los peligros y riesgos geológicos es fundamental para reducir y mitigar las consecuencias de estos eventos sobre la población (ONU/EIRD, 2004).

Es importante destacar que las definiciones previamente presentadas corresponden a una terminología aceptada y utilizada a nivel internacional, tanto en el ámbito científico (ver por ejemplo JTC-1, (2008)) como en instituciones públicas de diversos países. Estas definiciones son usadas por la Estrategia Internacional para la reducción de Desastres de la ONU (ONU/EIRD, 2004), por UNESCO (ver por ejemplo Varnes, (1984)) y por los servicios geológicos de diversos países (ver por ejemplo USGS, (2008) y PMA-GCA (2007)). A nivel nacional, estas definiciones han sido adoptadas por la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo en la “Guía Análisis de Riesgos Naturales para el Ordenamiento Territorial” (SUBDERE, 2011) y por el Servicio Nacional de Geología y Minería (ver por ejemplo PMA-GCA (2007)).

Se recomienda incorporar esta terminología en el ejercicio de los instrumentos de planificación territorial, lo que permitirá que exista concordancia en la terminología y las metodologías adoptadas, tanto a nivel nacional, entre los diferentes servicios públicos relacionados, como a nivel internacional.

FIGURA A-1 Etapas de la evaluación de un evento geológico peligroso



Fuente: Elaboración propia basado en Varnes (1984)

A.1 Referencias

González de Vallejo, L., Ferrer, M, Ortuño, L., Oteo, C. 2002. Ingeniería Geológica. Pearson Education, Madrid. 744 pp.

JTC-1, 2008. Joint Technical Committee on Landslides and Engineered Slopes, 2008. Guidelines for landslide susceptibility, hazard and risk zoning, for land use planning. Engineering Geology 103, 85–98.

Ogura, A., Soares Macedo, E., 2000. Procesos y Riesgos Geológicos. En: II Curso Internacional de Aspectos Geológicos de Protección Ambiental (UNESCO y UNICAMP). Campinas, Brasil, 345 p. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/001VI/001VI31/1VI3153s.pdf>

ONU/EIRD, 2004, Vivir con el Riesgo, Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres, Versión en español 2004 en CD.

Urrutia, R. y Lanza, C. 1993. Catástrofes en Chile 1541-1992. Editorial La Noria. 440p. Facultad de Ingeniería, Universidad de Chile. Santiago, Chile.

Varnes, D.J.,1984. Hazard Zonation: A Review of Principal and Practice. Commission of Landslide of IAEG, UNESCO, Natural Hazades, No.3,61 p

ANEXO B DESCRIPCIÓN PELIGROS GEOLÓGICOS ANALIZADOS

En este capítulo se detallan los peligros geológicos que potencialmente podrían afectar o han afectado al área de estudio, constituyendo un riesgo de catástrofe permanente o potencial, amenazando el emplazamiento de población.

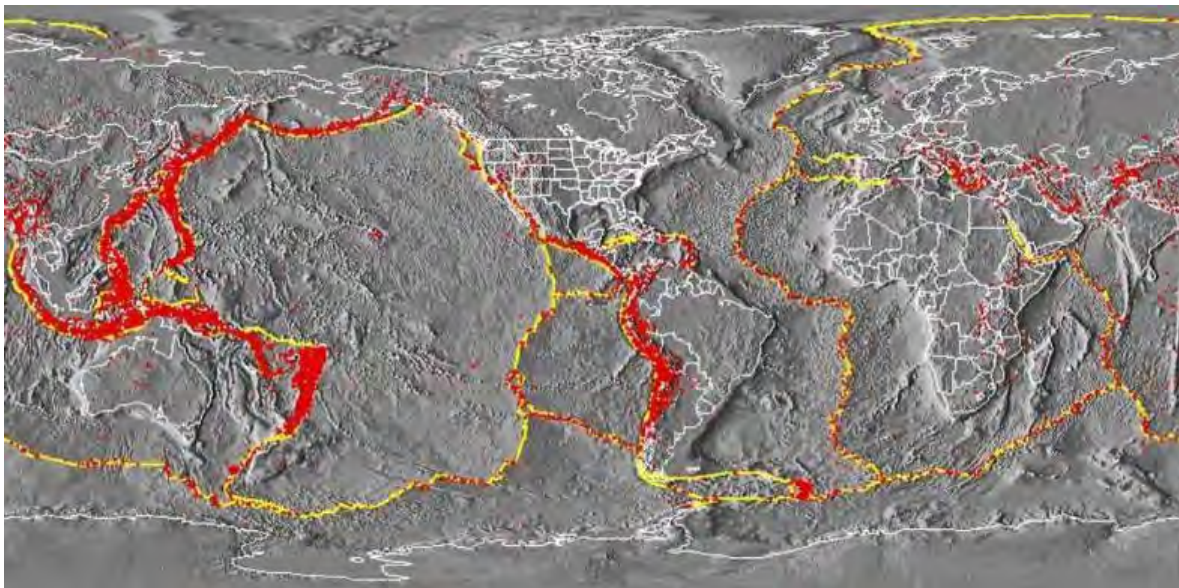
Para cada peligro, se describe en qué consiste, cuáles son sus factores condicionantes, y los principales efectos para la población y sus actividades. El análisis se realiza dividiendo los peligros geológicos en dos grupos, procesos internos o endógenos de la tierra (peligro sísmico y volcánico), y los procesos externos o exógenos (remociones en masa, inundaciones).

B.1 Procesos Internos o Endógenos de la Tierra

B.1.1 Sismicidad

La costa Oeste de Sudamérica está delineada por el borde occidental de la placa Sudamericana y se caracteriza por una intensa sismicidad debido a su convergencia con la placa de Nazca. En planta se aprecia una banda sísmica activa muy angosta (100-150 km) y de profundidad variable (~5-200 km) entre el cordón montañoso de los Andes y la fosa Perú-Chile. La FIGURA B-1 ilustra la sismicidad mundial que resalta los márgenes de las placas tectónicas y muestra además, cómo Chile se encuentra en un ambiente de gran producción sísmica.

FIGURA B-1 Sismicidad mundial entre los años 1980 y 1990, se representan en puntos rojos los epicentros con magnitud >5. Nótese como la sismicidad “ilumina” los límites de las placas tectónicas, dibujados en amarillo

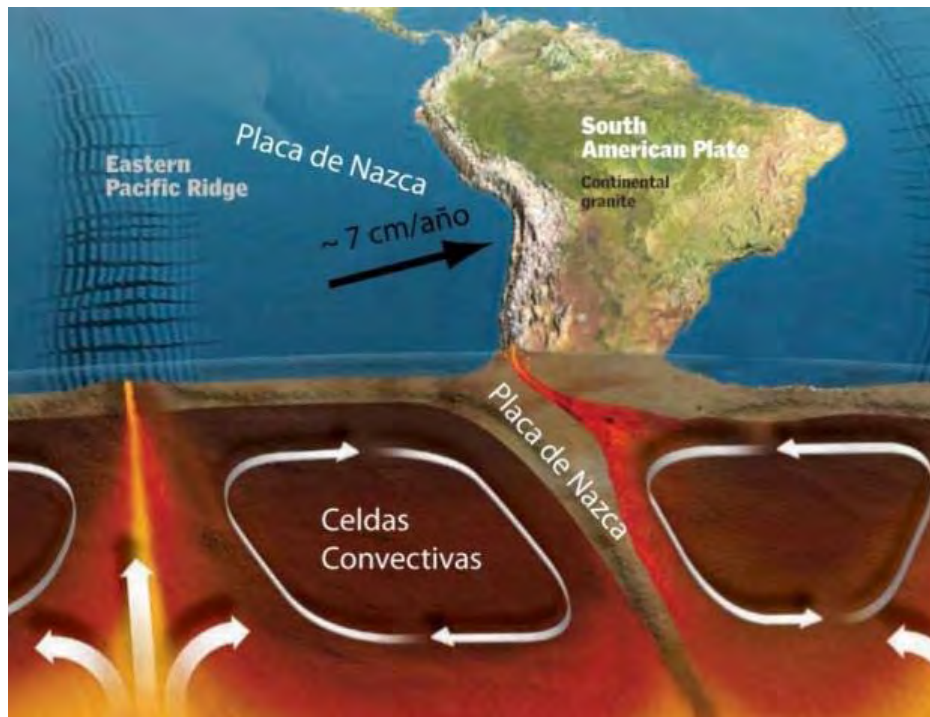


Fuente: Western Washington University (2011).

El margen de subducción donde se ubica Chile está caracterizado por una convergencia del orden de 8 cm/año (DeMets, et al., 1994). Una serie de fuerzas actúan sobre la Placa de Nazca, como por ejemplo el flujo convectivo de material del manto, que “mueve” a la placa en dirección al este generando la convergencia, o el mismo peso de la placa oceánica que “tira hacia abajo” esta placa, favoreciendo la subducción (FIGURA B-2). Debido a sus distintas composiciones, la placa oceánica

que es comparativamente más densa (de composición basáltica) tiende a introducirse bajo la corteza continental menos densa (de composición granítica). Las fuerzas que actúan sobre la interface entre ambas placas así como las de interacción entre las placas y el manto generan el llamado acoplamiento sísmico interplaca, el que puede entenderse como la resistencia al deslizamiento en la zona de contacto entre ambas. A mayor acoplamiento interplaca la capacidad de generar terremotos de gran magnitud aumenta (Scholz, 1990).

FIGURA B-2 Contexto geodinámico y margen de subducción de Chile



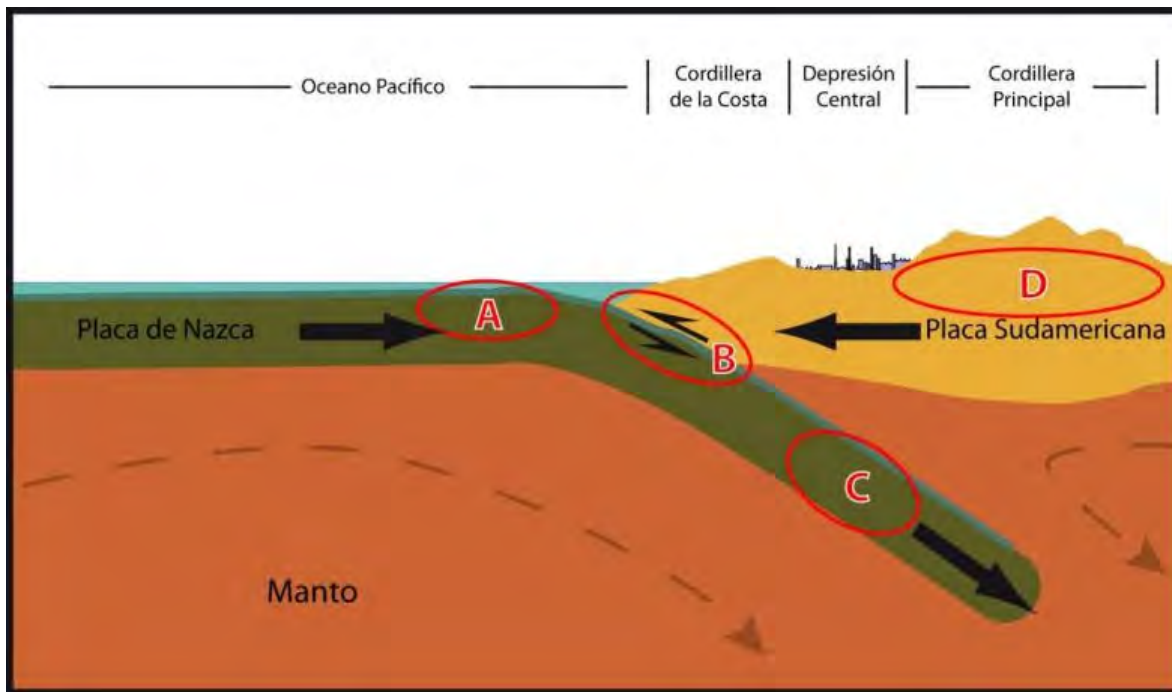
Fuente: Modificado de Enciclopedia Britannica (2008).

El sistema de subducción, además de acumular energía que se libera por sismos de interplaca, genera campos de esfuerzos en la placa continental, en la oceánica y en la zona de acople entre ambas. El método para descargar la energía acumulada es a través de diferentes tipos de sismos, ejemplificados en la FIGURA B-3, que corresponde a:

- Zona A: Sismos “Costa afuera”, que se producen por los esfuerzos extensivos por abombamiento en la placa subductante antes de la zona de contacto. A pesar de llegar a tener magnitudes cercanas a $M_w = 6$, prácticamente no causan efectos significativos en áreas pobladas debido a su ocurrencia en zonas mar adentro.
- Zona B: Sismos asociados al contacto interplaca, como los ocurridos en Antofagasta 1995, Chile Central 1985, Mejillones 2005 y Constitución-Concepción en el 2010. Estos son producto de la liberación de energía acumulada por la convergencia de placas.
- Zona C: Sismos intraplaca de profundidad intermedia, como los sismos de Punitaqui 1997, Copiapó 2002, Calama 1950, Tarapacá 2005 y Chillán 1939. Se producen por el fracturamiento tensional de la placa de Nazca (la placa se quiebra por su propio peso).
- Zona D: Sismos superficiales intraplaca, como los sismos de Las Melosas en 1958, Aroma en 2001, Curicó en 2004 y Aysén, 2007. Son producto del esfuerzo intraplaca inducido por la

subducción, que a la vez contribuye a la generación de relieve. En general, los sismos superficiales intraplaca se encuentran asociados a fallas superficiales que pueden tener movimientos normales, inversos y de rumbo, que responden a campos de esfuerzos compresivos o extensivos.

FIGURA B-3 Tipos de sismos que ocurren en un margen de subducción (explicación en el texto)

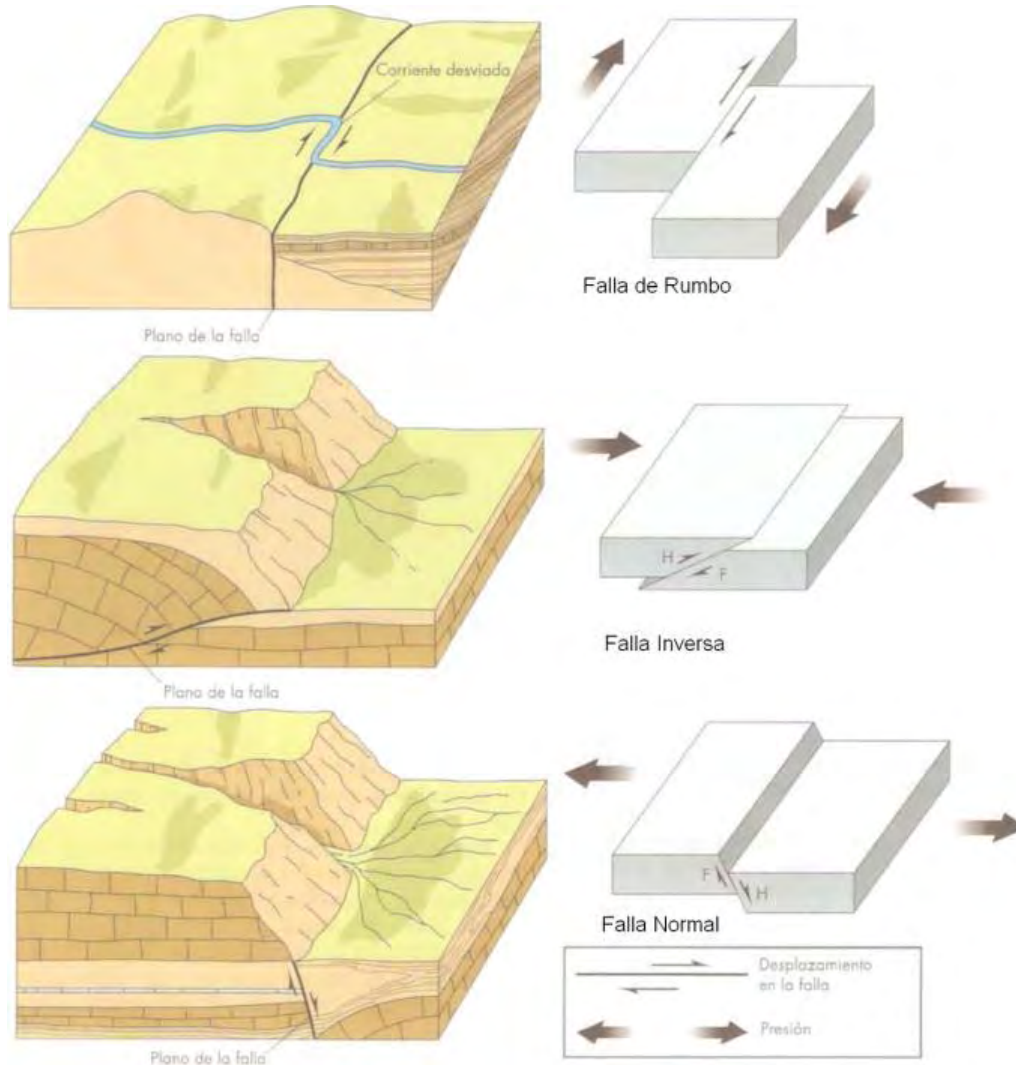


Fuente: Elaboración propia.

Independientemente de la ubicación particular de uno u otro sismo, todos ellos corresponden a un desplazamiento violento paralelo al plano de falla que libera la energía acumulada en la interfaz. La energía que se acumula producto de la convergencia de placas, tanto en el contacto interplaca como en la corteza, en algún momento supera la resistencia de las rocas. En dicho instante se produce una ruptura que se propaga a través de un plano de falla, el que, de acuerdo a su geometría, generará diferentes tipos de movimientos (FIGURA B-4). A su vez, esta ruptura conlleva una liberación de energía que se propaga por medio de ondas sísmicas.

Las ondas que transmiten la energía sísmica se agrupan en dos tipos principales: ondas de cuerpo y ondas de superficie. Las primeras se dividen en ondas P (compresivas) y ondas S (ondas de corte o de cizalle), mientras que las segundas se dividen en ondas Rayleigh y Love (FIGURA B-5). En las ondas P el movimiento de partículas se produce en forma paralela al de la propagación de la onda y en las ondas S es en dirección perpendicular a la dirección de propagación de la onda. Las ondas Rayleigh tienen un movimiento oscilatorio elíptico y las ondas Love tienen un movimiento oscilatorio horizontal. Con respecto a su impacto en superficie, debido a que las ondas S transportan la mayor cantidad de energía y a que las ondas superficiales tienden a tener movimientos de mayor frecuencia, ambos tipos corresponden a los de carácter más destructivo del movimiento sísmico. Aun así, a medida que las ondas se alejan de la fuente van perdiendo o disipando energía, siendo cada vez menos destructivas, fenómeno que se conoce como atenuación.

FIGURA B-4 Tipos de Falla y esfuerzos asociados

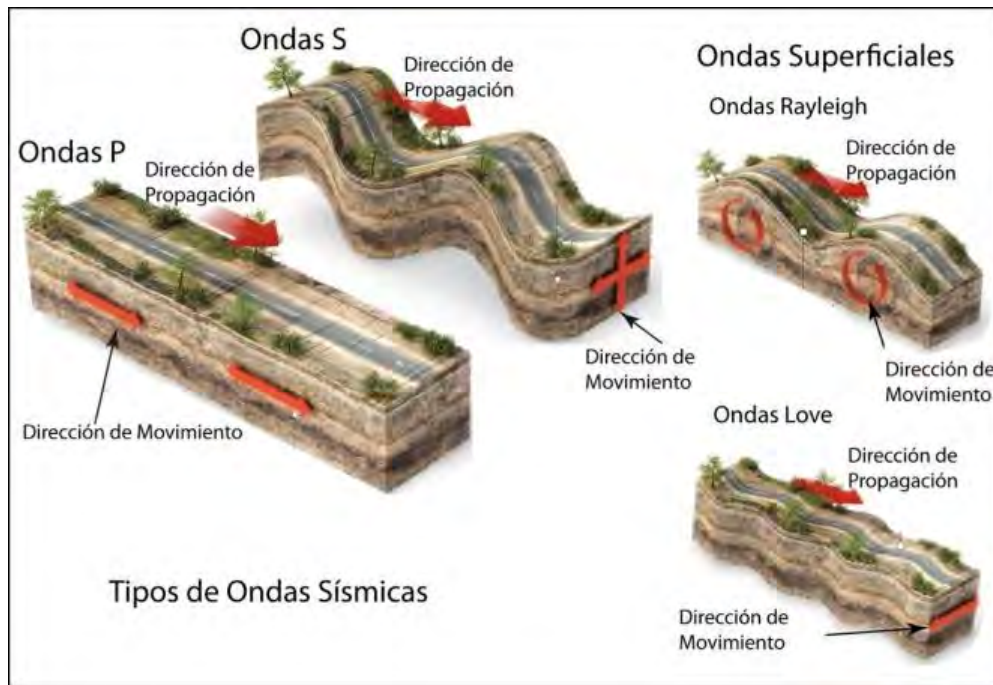


Fuente: Keller y Blodgett (2004).

Para medir los sismos se utilizan, principalmente, dos escalas: *magnitud* e *intensidad*. La *magnitud* es una medida única y objetiva, que normalmente se relaciona con la escala de RICHTER (M_s). Actualmente para grandes sismos se utiliza la escala de magnitud de momento (M_w) que se calcula a partir del tamaño de la zona de ruptura y el desplazamiento medido para un sismo ocurrido, y da cuenta de la energía total liberada por el evento. La *intensidad* es una medida subjetiva del impacto de un sismo sobre la población, en términos de percepción humana del evento y sus efectos en la infraestructura. Este parámetro se mide en la escala de MERCALLI-CANCANI, denominada también como Modificada de Mercalli (M.M.).

Finalmente, debe destacarse el llamado "efecto sitio", que indica un condicionamiento de carácter local bajo el cual para un mismo terremoto y dependiendo del tipo de terreno donde uno se encuentra ubicado, las ondas sísmicas pueden amplificarse durante el desarrollo del terremoto (FIGURA B-6).

FIGURA B-5 Tipos de ondas sísmicas



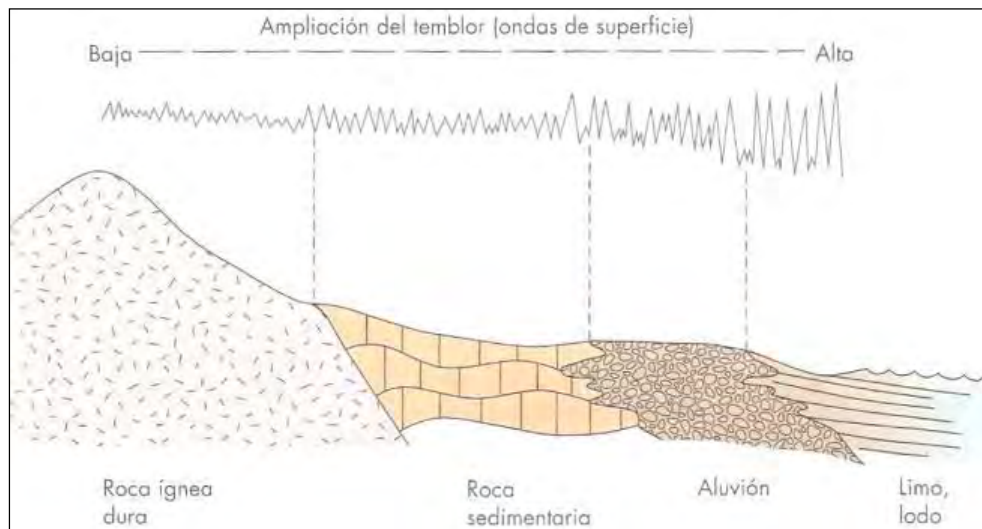
Fuente: Modificado de Enciclopedia Britannica (2008).

El principal efecto asociado a la ocurrencia de sismos son fuertes movimientos del terreno, que originan un peligro directo sobre las estructuras y sobre las personas, debido a las fuertes aceleraciones generadas por las ondas sísmicas. Sumado a lo anterior, la ocurrencia de estos fenómenos es generalmente sin previo aviso, por lo que la única manera de mitigar el riesgo es con campañas de educación y estrictas normas de construcción. Muchos de estos fenómenos son acompañados por asentamientos en las superficies, normalmente irregulares, dañando construcciones, infraestructura y cañerías. Esto implica en una alta vulnerabilidad estructural, económica y social. Particularmente con respecto a esta última se deben mencionar las potenciales pérdidas de vidas humanas y heridos por el derrumbe de estructuras, además de la vulnerabilidad a enfermedades gastrointestinales y epidemias por el colapso de los sistemas sanitarios y de conectividad, entre los innumerable efectos adversos para la sociedad que provocan este tipo de fenómenos.

Más allá de los efectos directos mencionados anteriormente, los sismos pueden también inducir la ocurrencia de otros fenómenos, como es el caso de procesos de remoción en masa (caídas de bloques y deslizamientos), maremotos y licuefacción.

Los deslizamientos y derrumbes se dan en diversos tipos de suelos y bajo variadas condiciones sismotectónicas, incluso se han detectado en sismos de grado $M_w = 4.0$. La cantidad y severidad de estos están en directa relación con la cercanía al epicentro y la magnitud del evento causante Keeper (1984); Sepúlveda, et al. (2005); (2010). Sea cual sea su origen, los deslizamientos y derrumbes están asociados principalmente a tres factores: las pendientes del terreno, la resistencia mecánica de los materiales involucrados y antecedentes de eventos anteriores (Centeno, et al. (1994); Sancho (1997)). Para más detalle acerca de estos procesos ver el Anexo B.2.2 "Procesos de Remoción en Masa".

FIGURA B-6 Amplificación de la vibración generada por un terremoto



Fuente: Keller y Blodgett (2004).

Los maremotos o tsunamis corresponden a una ola o un grupo de olas de gran energía y tamaño que se producen cuando algún fenómeno extraordinario desplaza verticalmente una gran masa de agua y en aproximadamente un 90% de los casos, estos fenómenos son provocados por terremotos. La energía de un maremoto depende de su altura (amplitud de la onda) y de su velocidad, y estará asociada a la magnitud del evento que lo generó.

Otro proceso que se asocia comúnmente a la actividad sísmica es la licuefacción del terreno, que corresponde al fenómeno donde un material sólido saturado en agua se comporta como líquido a causa de la intensa vibración. Las ondas sísmicas hacen aumentar la presión de agua presente en el sedimento, de forma que los granos de arena o limo pierden el contacto entre ellos causando una pérdida de resistencia del sólido y permitiendo que el depósito pueda fluir. Bajo estas condiciones, el suelo puede perder su capacidad de soporte de estructuras, producir deslizamientos (incluso en superficies con muy bajas pendientes) y formar volcanes de arena. Muchos de estos fenómenos son acompañados por asentamientos en las superficies, normalmente irregulares, dañando construcciones, infraestructura y cañerías.

Para la ocurrencia de licuefacción se requiere de tres factores (Martin & Lew, 1999):

Depósitos o suelos, granulares poco consolidados (suelos y no cementados) de tamaño fino a medio (limo a arena, aunque en algunos casos se ha presentado en arcillas y en gravas). Típicamente pueden ser rellenos artificiales, especialmente aquellos creados por relleno hidráulico (ej. puertos y tranques de relaves), depósitos eólicos (dunas), depósitos de playas o de cursos de agua lo suficientemente jóvenes para estar sueltos. Los suelos con partículas de diferentes tamaños son menos propensos a sufrir licuefacción, debido a que las partículas menores tienden a rellenar los espacios entre las mayores, reduciendo así la tendencia a densificación del suelo y evitando los efectos del aumento de presión de agua. También influye la forma de las partículas que conforman el suelo, siendo un depósito de partículas redondeadas más susceptible de sufrir licuefacción.

Saturación de los depósitos por aguas subterráneas, el agua debe rellenar los espacios entre los granos de limo o arena. Puede producirse en zonas donde el nivel de agua subterránea es somero como en desembocadura de cursos de agua, humedales, pantanos, vegas y zonas costeras.

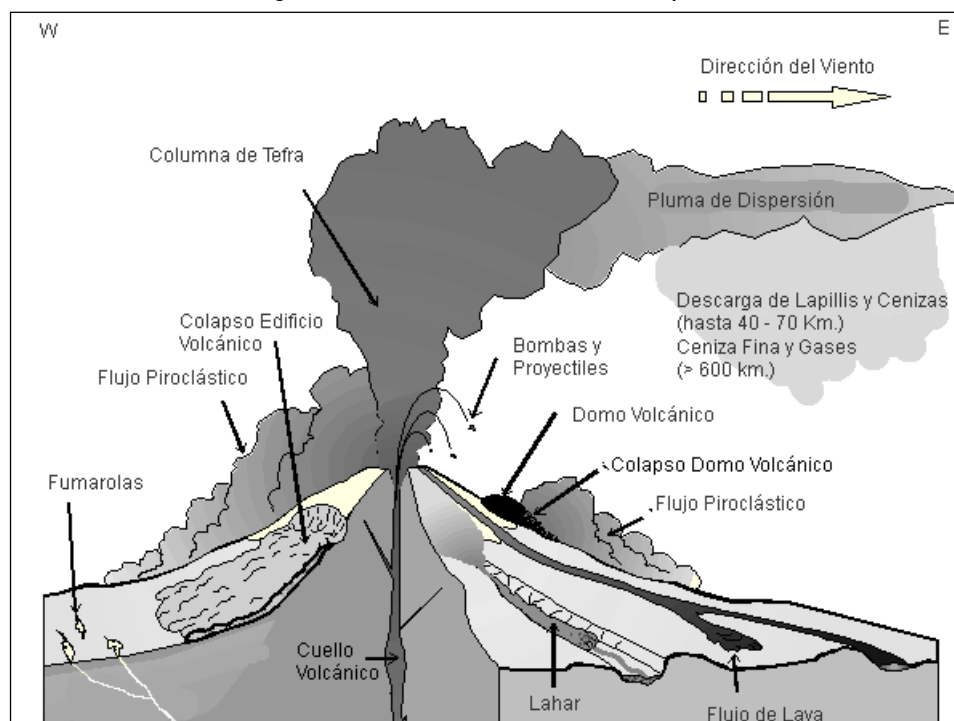
Fuertes movimientos sísmicos, durante los cuales las ondas sísmicas aumentan la presión del agua contenida en los depósitos. Cabe destacar, que todo Chile, en especial desde la península de Taitao al norte, tiene el potencial de ser afectado por grandes terremotos.

B.1.2 Volcanismo

El peligro volcánico deriva de los procesos asociados a la erupción de un volcán. En Chile el volcanismo activo se distribuye a lo largo de la Cordillera de los Andes, pero de forma discontinua. En la zona entre los 18° y 27°S y aquella al sur de los 33°S se ubica el volcanismo activo, mientras que entre los 27°-33°S está ausente. Los principales peligros asociados a una erupción volcánica se resumen en la FIGURA B-7 y en el CUADRO B-1.

La lluvia de ceniza y tefra se produce durante erupciones explosivas en las que una gran cantidad de material volcánico se inyecta en la atmósfera a gran altura, generando columnas de tefra, compuestas por piroclastos y gases. Estas columnas, ascienden velozmente alcanzando en pocos minutos alturas estratosféricas, siendo dispersadas por el viento y esparcidas las cenizas y piroclastos alrededor de una gran área. En caso de colapso de esta columna se producen flujos y oleadas piroclásticas que pueden alcanzar centenares de kilómetros, en función de la altura de la columna de tefra (energía potencial transformada en energía cinética) y la dirección del viento, generando grandes depósitos de ceniza y piroclastos incandescentes. Adicionalmente, es común que se produzca contaminación de aguas superficiales en todo el sector afectado por la caída de cenizas, así como también de los acuíferos en los alrededores del volcán por la inyección de aguas hidrotermales, además del envenenamiento por dispersión de gases tóxicos hacia la atmósfera.

FIGURA B-7 Peligros volcánicos asociados a la erupción de un volcán



Fuente: Myers y Brantley (1995).

Los flujos de lava se producen cuando material magmático se desplaza aguas abajo del centro de emisión. El alcance que tendrán estos flujos está determinado por la tasa de efusión (emisión del

centro volcánico), la pendiente del terreno sobre el cual la lava escurre y la viscosidad de la lava. Además, en las cercanías del centro de emisión se producen comúnmente temblores de magnitud inferior a 6 en la escala de Richter (M_w), pero a poca profundidad (entre 1 y 20 km), los que están asociados a intensidades mayores a VI en las cercanías del epicentro. Estos sismos provienen de diversos procesos, tales como ascenso del magma y fracturamiento de la corteza, explosiones volcánicas y esfuerzos tectónicos compresivos y expansivos asociados al ciclo eruptivo (González-Ferrán, 1995).

Los procesos de remoción en masa asociados a una erupción volcánica se pueden clasificar en tres grandes grupos: lahares, colapso parcial o total del edificio volcánico y deslizamientos de laderas. (González-Ferrán, 1995) Los lahares se producen por el brusco derretimiento de hielos y nieve durante una erupción volcánica. Corresponden a una mezcla de rocas fragmentadas preexistentes en las laderas de un volcán con materiales efusivos frescos y una gran cantidad de agua. Esta mezcla desciende aguas abajo a altas velocidades y de manera turbulenta, arrasando e incorporando a su flujo todo lo que encuentra en su trayecto (árboles, casas, etc.). Reportes históricos describen que las velocidades que alcanzan estos flujos van desde los 1,3 m/s hasta los 40 m/s, recorriendo decenas de kilómetros aguas abajo del valle, y en casos que la velocidad sea mayor a 150 Km/h pueden remontar barreras topográficas.

CUADRO B-1 Peligros asociados al volcanismo

Peligro	Factores de Peligro	Tipo de Daño	Alcance	Condicionantes
Lluvia de Tefra y Proyectiles Balísticos	Proyección de Bombas y Escorias Incandescentes	Daños por impacto, incendios.	Alrededores del volcán (<10 km)	Tamaño de proyectiles. Mayor tamaño, menor alcance; menor tamaño, mayor alcance
	Caída de Piroclastos y Dispersión de Cenizas	Recubrimiento de cenizas, colapso de estructuras, daños a la agricultura, daños a instalaciones industriales y viviendas, problemas de tráfico aéreo, falta de visibilidad, contaminación de aguas.	Centenares de kilómetros	Dirección del viento
	Flujos y Oleadas Piroclásticas	Daños a estructuras, incendios, recubrimiento por cenizas.	Decenas a centenares de kilómetros	Dirección del viento y hacia donde colapsa la columna de tefra
	Gases	Envenenamiento, contaminación aire y agua.	Decenas a centenares de kilómetros	Dirección del viento y hacia donde colapsa la columna de tefra
	Inyección de Aerosoles a la Estratósfera	Impacto en el clima, efecto a largo plazo y/o a distancia.		Dirección del viento
Lavas y Edificio Volcánico	Lavas y Domos	Daño a estructuras, incendios, recubrimiento por lavas.	Alrededores del volcán (<10 km)	
	Deformación del Terreno	Fallas, daños a estructuras.	Alrededores del volcán (<10 km), puede ser de cientos de kilómetros	
	Terremotos y Temblores Volcánicos	Colapso del edificio volcánico, remociones en masa, daños a estructuras.	Alrededores del volcán (<10 km), puede ser de cientos de kilómetros	Geomorfología
Remociones en masa	Lahares	Daños a estructuras, arrastres de materiales, recubrimiento por barros.	Decenas a centenares de kilómetros	Red de drenaje
	Colapso Parcial o Total del Edificio volcánico	Daños estructuras, recubrimiento por detritos, avalanchas, tsunami inducido.	Alrededores del volcán (<10 km), puede ser de cientos de kilómetros	Geomorfología y cuerpos de agua cercanos
	Deslizamiento de Laderas	Arrastre de materiales, recubrimiento por detritos, daños a estructuras.	Alrededores del volcán (<10 km), puede ser de cientos de kilómetros	Geomorfología y cuerpos de agua cercanos
Otros	Ondas de Choque	Rotura de cristales y paneles.	Decenas de kilómetros	Dirección del viento y geomorfología
	Variaciones en el Sistema Geotérmico de Acuíferos	Cambios de temperatura y calidad del agua.	Alrededores del volcán (<10 km), puede ser de cientos de kilómetros	Red de drenaje

Fuente: Elaboración propia a partir de González-Ferrán (1995), Myers y Brantley (1995) y Sruoga (2002).

El colapso, total o parcial, del edificio volcánico puede producirse como consecuencia de una gran cantidad de energía liberada durante la erupción. Este proceso puede provocar tsunamis si ocurre en la cercanía de lagos o embalses, ya que puede producir el desplazamiento de volúmenes importantes de agua en pocos minutos generando olas destructivas de gran energía. Finalmente, asociado a la sismicidad producida por la erupción, pueden generarse deslizamientos de terreno en la cercanía del centro eruptivo, lo que puede dar paso a flujos de barro y/o detritos aguas abajo.

El impacto en la población y sus actividades es muy alto en las cercanías de los centros volcánicos, ya que los procesos asociados a una erupción (caída de ceniza, flujos piroclásticos, contaminación de aguas superficiales), pueden generar grandes catástrofes en la vida diaria e infraestructura de las comunidades. Los efectos más directos para la población, aunque la erupción se encuentre a distancia, son:

1. Pérdida de tierras cultivables
2. Colapso de techos y obras civiles
3. Pérdidas de vidas humanas y forraje
4. Contaminación de aguas y problemas sanitarios derivados.

Se debe destacar que, la duración de una catástrofe por actividad volcánica puede ser considerable dado que un ciclo eruptivo puede extenderse por meses o años (por ejemplo, el ciclo eruptivo del volcán Chaitén), y pueden afectar grandes áreas de terreno, como por ejemplo la erupción del volcán Quizapú en el año 1932, cuya pluma de ceniza alcanzó la ciudad de Johannesburgo, Sudáfrica o la erupción del Complejo Volcánico Puyehue-Cordón Caulle en curso (noviembre 2011), cuya pluma de ceniza dio la vuelta al mundo.

B.2 Procesos Exógenos o Externos de la Tierra

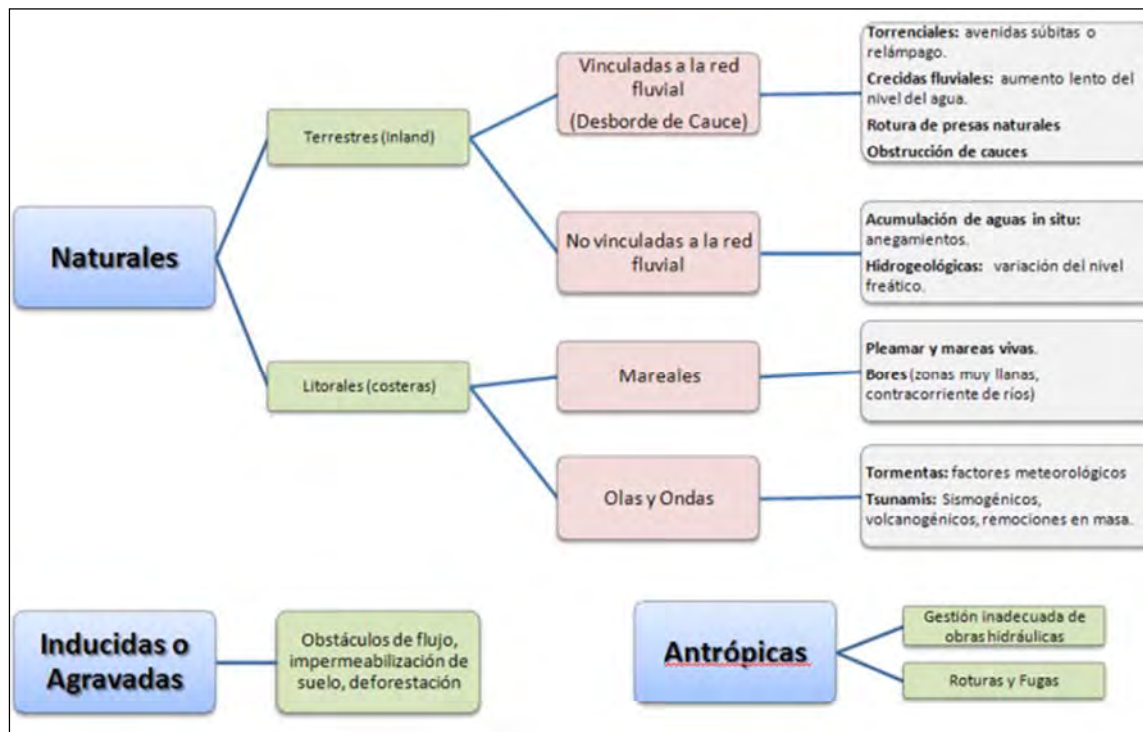
B.2.1 Inundaciones Terrestres y Litorales

Las inundaciones, sin considerar aquellas generadas por causas antrópicas, pueden ser de dos tipos (FIGURA B-8): (1) terrestres, en el sentido de “tierra adentro”, en las que aguas dulces anegan territorios al interior de los continentes, y (2) litorales o costeras, en las que aguas marinas o lacustres-palustres invaden los sectores limítrofes con el dominio terrestre. Los procesos de inundación pueden originarse por varios factores, tales como lluvias intensas durante temporales, pero también pueden originarse por colapso o desbordamiento de represas y canales, marejadas en zonas costeras, o como afloramiento de aguas subterráneas en zonas pantanosas.

Cabe notar que existe una estrecha relación entre los fenómenos pluviométricos estacionales y los fenómenos de avalanchas, rodados, aluviones o erosiones. Los últimos se ven acentuados por el aumento de la capacidad de arrastre de material, por inundación y por desborde de cauces, todos ellos asociados a la activación de quebradas por lluvias ocasionales y que ponen en riesgo a la población en los alrededores.

A continuación se presenta una breve descripción de los distintos tipos de inundaciones.

FIGURA B-8 Clasificación de los tipos de inundaciones



Fuente: Modificado de Díez-Herrero, et al. (2008).

B.2.1.1 Inundación por Desborde de Cauces

Como su nombre lo indica, estos tipos de fenómenos ocurren cuando ríos o esteros desbordan su cauce natural anegando las terrazas fluviales laterales o adyacentes, debido a la ocurrencia de caudales extremos. Estos fenómenos se producen generalmente debido a eventos de precipitaciones líquidas intensas y/o prolongadas en el tiempo. Los valores que pueden alcanzar los caudales, así como el tamaño del cauce, dependen también de otros factores como del área de la cuenca correspondiente, su forma, la diferencia de cota, la presencia de rocas o sedimentos permeables, etc.

Para este tipo de inundaciones, se pueden identificar dos tipos principales de cauces:

1. Perennes: ríos o esteros con cuencas que abarcan grandes áreas y que tienen sus cabeceras en zonas cordilleranas. Aunque no presenten necesariamente una escorrentía superficial continua, se consideran como perennes dado que la mayoría del flujo escurre en el acuífero ubicado bajo la superficie. Estos presentan cauces de gran extensión, bien definidos, con diferentes niveles de terrazas fluviales, y fácilmente identificables a partir del análisis estereoscópico de fotos aéreas. Las terrazas más altas generalmente están ocupadas por actividades agrícolas o asentamientos humanos.
2. Intermitentes: Esteros y quebradas de escurrimiento temporal como consecuencia directa de precipitaciones intensas. En general, algunas de estas quebradas pueden presentar amenaza por fenómenos de remociones en masa del tipo flujos de detritos, existiendo una estrecha relación entre estos fenómenos e inundaciones por escorrentía torrencial de gran velocidad. Como se explicará posteriormente, los flujos de detritos, al perder su carga sólida, van transformándose paulatinamente en inundaciones torrenciales. Normalmente no existen estaciones fluviométricas en estos cauces, por lo que la estimación de caudales máximos se

debe hacer con modelos matemáticos y estadísticas de precipitaciones máximas de gran intensidad.

Los efectos en la población y sus actividades estarán dados por:

1. Tiempo de aviso: En general, las inundaciones por desborde de cauce tienen un tiempo de aviso suficiente, ya que los procesos de inundación son paulatinos y permiten evacuar a la población.
2. La intensidad y velocidad con que ocurre el fenómeno
3. Densidad de población: En caso de que la población se encuentre directamente en la zona de inundación y no sea evacuada oportunamente, pueden ocurrir muertes, heridos, enfermedades, daños estructurales, etc. Si la inundación no afecta directamente a la población, puede producir cortes de camino, daños a la infraestructura sanitaria (por ejemplo, destruir captaciones de agua para el consumo humano) con un costo económico en reparaciones y medidas de mitigación.

B.2.1.2 Inundación por Acumulación de Aguas Lluvias en Zonas Llanas, o Anegamiento

Este tipo de inundaciones se producen en zonas deprimidas, de baja permeabilidad, con niveles freáticos someros y deficiente drenaje del terreno, frecuentemente inundadas debido a lluvias intensas y/o prolongadas. Este tipo de inundaciones se asocia a la zona de desembocadura de algunas quebradas, las que son “embalsadas” por caminos y obstrucciones antrópicas. Estas barreras no permiten que el río escurra fácilmente hacia el mar, sino solo de forma subterránea, provocando el ascenso de los niveles freáticos y la formación de zonas pantanosas y humedales. Sólo en eventos de pluviosidades extremas, el caudal transportado por las quebradas tiene la suficiente fuerza para romper esta barrera, atravesándola y provocando inundaciones por desborde de cauces.

En las zonas urbanas consolidadas, las acumulaciones de aguas lluvia ocurren especialmente en cruces viales, donde la evacuación de las aguas lluvias es insuficiente, ya sea por el colapso de los sistemas de colección, acumulación de basuras que obstruyen los desagües, la no existencia de redes de evacuación y vialidad pavimentada, por la diferencia de nivel de las carpetas de rodado en las intersecciones de las calles existentes, o por diseñar las obras de mitigación para un período de retorno no adecuado.

B.2.2 Procesos de Remoción en Masa

El término “remoción en masa” incluye una amplia variedad de procesos que generan el movimiento aguas abajo de los materiales que constituyen las laderas, incluyendo roca, suelo, relleno artificial o una combinación de las anteriores (FIGURA B-9). El movimiento de estos materiales puede ser por caída, volcamiento, deslizamiento, propagación lateral o flujo (PMA-GCA, 2007).

B.2.2.1 Desprendimientos o Caída de Rocas

Los desprendimientos o caída de rocas son remociones en masa en las cuales bloques de rocas o suelo se desprenden a partir de laderas de altas pendientes, como cornisas o acantilados rocosos, para luego desplazarse en caída libre, al menos en parte de su trayectoria (Hauser, 2000). Normalmente, las superficies de rotura corresponden a planos de estratificación, cuya inclinación es superior a su ángulo de fricción interna, con proyección libre a la cara del talud. Entre las zonas susceptibles a sufrir desprendimientos o caídas de rocas destacan los flancos de quebradas

profundas, labradas en secuencias estratificadas con niveles más duros hacia el techo, expuestas a erosión fluvial, o acantilados costeros expuestos a erosión marina.

La gravedad es el principal motor del peligro de caída de rocas. Como éste es un proceso gravitacional depende de leyes de fricción y es, por consiguiente, caótico. Dentro de los factores desencadenantes destacan los grandes sismos que pueden generar numerosos desprendimientos a partir de laderas con fuerte inclinación y con condiciones geológicas y estructurales favorables.

La caída de bloques o desprendimientos, puede producir una serie de efectos en personas, desde contusiones menores hasta la muerte, dependiendo del tamaño del bloque y la fuerza con que éste cae. En el caso de estructuras, por lo general los daños son casi nulos, pero puede producirse la rotura de vidrios o daños a muros en función del tamaño del bloque y la distancia recorrida por éste. Además, al caer un bloque en el camino puede producirse un accidente debido a maniobras de conducción para evitarlo.

En general, este peligro presenta una vulnerabilidad social, económica y estructural menor que otros peligros geológicos. Además, afecta a escala local, pero tiene una mayor incidencia debido a que su recurrencia es alta. En este peligro, el tiempo de aviso es mínimo, pero se puede mitigar indicando que la zona es susceptible a ser afectada por caída de bloques.

B.2.2.2 *Deslizamientos*

Los deslizamientos son remociones en masa en las cuales las masas de suelo o roca se deslizan principalmente a lo largo de superficies de ruptura, al superarse la resistencia al corte, generando el movimiento del material en su conjunto (Hauser, 2000). Los volúmenes incluidos en estas remociones varían desde algunas decenas hasta varios millones de metros cúbicos y pueden adquirir magnitud catastrófica.

Estos fenómenos pueden ocurrir de varias formas dependiendo de las propiedades del material y las características geológicas y geomorfológicas del entorno, siendo principalmente divididos en rotacionales y traslacionales (FIGURA B-10). Esto implica que las superficies de ruptura son ya sea curvas y cóncavas o a lo largo de un plano o superficie ondulada, respectivamente.

Estos fenómenos incluyen los deslizamientos que ocurren durante el retroceso de terrazas fluviales producto de la erosión fluvial o el retroceso de acantilados costeros por erosión marina basal, en especial al desarrollo de terrazas de abrasión. Este proceso es causado por la fuerza de las olas, las que cavan cavernas y desestabilizan el bloque superior, provocando que éste caiga por su propio peso (FIGURA B-11). Ello produce además que el acantilado costero se encuentre en constante retroceso, lo que permite definir como zona de alta susceptibilidad todas las áreas cercanas al acantilado costero. Los mismos procesos de erosión ocurren en valles con erosión fluvial activa.

Los factores condicionantes de un deslizamiento corresponden principalmente a: los factores intrínsecos del suelo y la roca, las características geológicas (litología, estructuras, grado de alteración y meteorización, etc.), los factores geomorfológicos (pendiente, aspecto, curvatura, elevación, entre otros), la cantidad y tipo de vegetación y el grado de humedad y posición del agua subterránea.

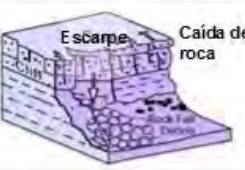
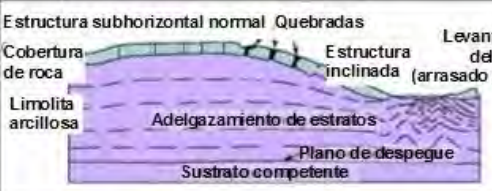
Por otro lado, estos fenómenos pueden ser generados por factores externos, denominados factores desencadenantes o gatillantes, tales como eventos hidrometeorológicos, sísmicos y actividad antrópica (excavaciones para caminos, canales, terraplenes, etc.).

Los daños en el medio antrópico producto de un deslizamiento que afecta a un área determinada, estarán dados por el volumen de material desplazado durante el proceso y la velocidad con la que se produce el deslizamiento.

El grado en que un deslizamiento afecta a la población depende de:

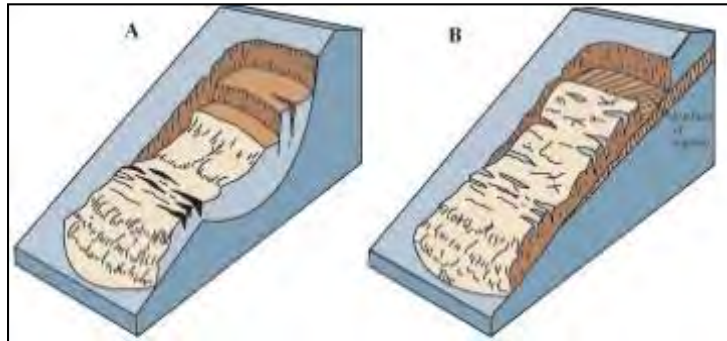
1. Distancia al origen del fenómeno: Por lo general, los deslizamientos son procesos que afectan un área limitada (radios menores a 1 km., incluso menores a 500 m). Hay que considerar que este punto depende directamente del tamaño de volumen desplazado.
2. La intensidad y velocidad con que ocurre el fenómeno: En general, dado que estos procesos son de alta velocidad los daños potenciales son altos.
3. Densidad de población: A mayor densidad de población y área expuesta susceptible de ser afectada, mayores serán los daños esperados. Si la población se encuentra directamente en el área de alcance de un deslizamiento, la vulnerabilidad, estructural y económica es muy alta ya que la pérdida de vidas, viviendas y productividad son efectos típicos de este peligro geológico. Por otro lado, si un deslizamiento afecta a caminos, acueductos o líneas eléctricas puede producir aislamiento, enfermedades gastrointestinales y pérdidas económicas en general para la población.
4. Tiempo de aviso: Sin estudios de detalle no hay forma de predecir este tipo de procesos. Si se realizan estudios específicos, es posible conocer el o los factores gatillantes de las remociones en masa en un área determinada. Si estos factores gatillantes pueden ser monitoreados, es posible generar sistemas de alerta. Por ejemplo, si el factor gatillante son las precipitaciones sobre un cierto nivel umbral de intensidad, es posible generar sistemas de alerta que se activen cuando se sobrepasa dicho umbral.

FIGURA B-9 Clasificación de tipos de remoción en masa en relación al movimiento que lo origina y el material constituyente de la ladera

Material		ROCA	DETRITO	SUELO
Tipo de movimiento				
CAIDA				
				
VOLCAMIENTO				
DESPLAZAMIENTO	Rotacional			
	Traslacional (planar)			
PROPAGACION				
FLUJO				
COMPLEJO				

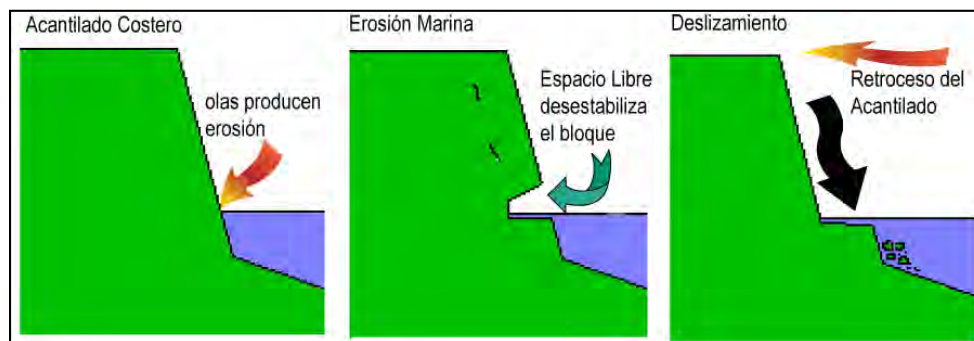
Fuente: Clasificación utilizada por el British Geological Service, modificada de (Varnes, 1978) y (Cruden & Varnes, 1996).
Disponible en: http://www.bgs.ac.uk/landslides/how_does_BGS_classify_landslides.html

FIGURA B-10 Ejemplos de deslizamientos. A. Deslizamiento Rotacional, B. Deslizamiento traslacional



Fuente: Modificado de Landslide Types and Process, USGS. Fact Sheet 2004-3072. Disponible en: <http://pubs.usgs.gov/fs/2004/3072/images/fig3grouping-2LG.jpg>

FIGURA B-11 Ejemplo de erosión por retroceso de terrazas, aplicado al desarrollo de planicies de abrasión



Fuente: Elaboración propia.

B.2.2.3 Flujos de Detritos y Barro

Los flujos de detritos, referidos comúnmente como 'aluviones', son remociones en masa que ocurren cuando una masa de sedimentos con mala clasificación, agitados y saturados con agua, se movilizan pendiente abajo como flujos viscosos de sedimentos concentrados (Antinao, et al., 2002). Los flujos de detritos usualmente son descritos como fluidos no-newtonianos o plásticos de Bingham, donde la fracción sólida varía generalmente entre 50 a 90% en volumen (Costa, 1984). En los casos en que la granulometría del material transportado sea predominantemente fina estos flujos se conocen como flujos de barro.

Las partículas sueltas que cubren pendientes desnudas y otros depósitos detríticos no consolidados, disponibles dentro de la cuenca de recepción, son transportadas hacia el cauce principal donde continúa su movimiento. Se remueven así depósitos de gravas y arenas sueltas del lecho, hasta alcanzar el área de depositación, que corresponde al sitio de salida de dichas quebradas a zonas más llanas donde se forman abanicos aluviales. Con la disminución de la pendiente, a medida que aumenta la distancia desde su fuente, los flujos van perdiendo su carga sólida de mayor granulometría, por lo que van pasando paulatinamente a flujos de barro y finalmente a inundaciones o flujos hiperconcentrados donde la fracción sólida varía generalmente entre 1 a 25% en volumen (Pierson & Scott, 1985).

Para la ocurrencia de flujos de detritos es necesario que exista una cuenca donde se colecten los aportes de lluvia y una zona de acumulación de material donde los detritos se acopien para ser posteriormente transportados en el caso de que se cumpla alguna condición desencadenante.

En Chile, el factor desencadenante más común de flujos de detritos son las lluvias esporádicas, de corta duración y de intensidad excepcional. Por otro lado, en nuestro país existen muy pocos estudios que relacionen las intensidades de precipitaciones y este tipo de fenómenos, debido, principalmente, a los escasos registros de intensidad de precipitaciones y de flujos de detritos históricos. Sólo durante las últimas décadas se han instalados pluviógrafos que miden la intensidad instantánea u horaria de precipitaciones (mm por hora). Sólo se disponen de registros más sostenidos en el tiempo de precipitaciones diarias (mm en 24 horas). Esto dificulta los análisis de relación a estas variables ya que a veces basta una lluvia “corta” pero extremadamente intensa para generar un flujo de detritos.

Los flujos o “aluviones” del 18 de Junio de 1991 en Antofagasta y del 3 de Mayo de 1993 en la Quebrada de Macul en Santiago Oriente son ejemplos de eventos que han suscitado el interés nacional tanto por el alto grado de daños materiales como el costo de vidas humanas. Estos eventos han sido, por otra parte, un aporte para el conocimiento de los umbrales de intensidad de precipitaciones mínimas para la generación de flujos de detritos en Chile. En el caso de Antofagasta, en una de las zonas más secas del país, se estimaron precipitaciones mínimas de 30 mm en 24 horas para la generación de flujos de detritos (Hauser, 1997). En el caso de Santiago Oriente, se contó con datos pluviográficos más precisos, donde se registraron casi 10 mm en una sola hora (Naranjo & Varela, 1996). Anteriormente, para la Región Metropolitana se estimó un mínimo de 60 mm en 24 horas para la generación de flujos de detritos (Hauser, 1985).

Si bien los casos anteriores se encuentran fuera del área de estudio, cabe destacar que corresponden a los pocos eventos donde se ha relacionado cuantitativamente la ocurrencia de estos fenómenos y la intensidad de precipitaciones. Sin embargo, estos constituyen datos valiosos en cuanto a los umbrales de intensidad de precipitaciones en las que se podrían generar flujos de características catastróficas.

El grado de daño producido por un flujo dependerá de varios factores:

1. Tiempo de aviso: Los sistemas de emergencia y alerta a la población disminuyen considerablemente la vulnerabilidad social. Si se tienen mediciones continuas de la intensidad de precipitación, será posible alertar a la población de que existe la posibilidad de que se genere un flujo, entregando quizás minutos valiosos que podrían salvar vidas.
2. Distancia al origen del fenómeno: Mientras más alejado sea el origen, y si se cuenta con sistemas de emergencia y alerta a la población, se puede disminuir la vulnerabilidad social.
3. La intensidad y velocidad con que ocurre el fenómeno (tamaño del flujo): Un flujo de mayor tamaño y rápido tiene mayor capacidad de afectar a una población que uno más pequeño y lento.
4. Densidad de población en la zona susceptible a ser afectada: En caso de que la población se encuentre directamente en el cauce del flujo, los daños pueden ser catastróficos, ya que pueden producirse muertes, heridos, enfermedades, daños estructurales mayores, etc., tal como ocurrió en los casos de Antofagasta (1991) y Quebrada de Macul (1993). Si el cauce no afecta directamente a la población, pueden producirse cortes de caminos y daños a la infraestructura sanitaria (por ejemplo, destrucción de captaciones de agua para el consumo humano), lo que se traduce en un costo económico en reparaciones y medidas de mitigación.

Este peligro geológico será tratado en conjunto con el peligro de inundación por desborde de cauce, ya que estos dos fenómenos comparten una serie de características comunes que permiten estudiarlos como un mismo proceso.

B.3 Referencias

- Antinao, J., Fernández, J., Naranjo, J. & Villarroel, P., 2002. Peligro de Remociones en Masa e Inundaciones en la Cuenca de Santiago, Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería. Carta Geológica de Chile. Serie Geología Ambiental, No. 2, 1 mapa escala 1:100.000.
- Centeno, J., Fraile, M., Otero, M. & Pividal, A., 1994. Geomorfología Práctica. Ejercicios de fotointerpretación y planificación geoambiental.. Madrid: Ed. Rueda.
- Costa, J., 1984. Physical geomorphology of debris flows. In Developments and Applications of Geomorphology. En: J. E. Costa & P. J. Fleisher, edits. Developments and Applications of Geomorphology. Berlin: Springer-Verlag, pp. 268-317.
- Cruden, D. & Varnes, D., 1996. Landslide types and processes, Washington D.C.: Special Report 247: Landslides: Investigation and Mitigation, Transportation Research Board.
- DeMets, C., Gordon, R., Argus, D. & Stein, S., 1994. Effect of recent revisions to the geomagnetic reversal time scale on estimates of current plate motions. Geophysical Research Letters, 21(20), pp. 2191-2194.
- Díez-Herrero, A., Laín-Huerta, L. & Llorente-Isidro, M., 2008. Mapas de Peligrosidad por avenidas e inundaciones: Guía metodológica para su elaboración. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España. Serie Riesgos Geológicos/Geotecnia No. 1, 190 pág.
- González-Ferrán, O., 1995. Volcanes de Chile. Santiago: Instituto Geográfico Militar, 410 pág.
- Hauser, A., 1985. Flujos aluvionales de 1870 y 1896 ocurridos en la ladera norte del volcán Yates, X Región: su implicancia en la evaluación de riesgos naturales. Revista Geológica de Chile, Volumen 25-26, pp. 125-133.
- Hauser, A., 1997. Los aluviones del 18 de Junio de 1991 en Antofagasta: un análisis crítico, a 5 años del desastre, Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería, Boletín N° 49, 47 pág.
- Hauser, A., 2000. Remociones en masa en Chile. 2da ed. Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería, Boletín N° 59, versión actualizada, 89 pág.
- Iida, K., 1963. A relation of earthquake energy to tsunami energy and the estimation of the vertical displacement in a tsunami source. Journal of Earth Science, 2(1), pp. 49-67.
- Inamura, A., 1942. History of Japanese Tsunamis. Kayo-No-Kagaku, Volumen 2, pp. 74-80.
- Inamura, A., 1949. List of Tsunamis in Japan. Journal of Seismological Society of Japan, Volumen 2, pp. 23-28.
- Keeper, D., 1984. Landslides caused by earthquakes. Geological Society of América Bulletin, 95(4), pp. 406-421.
- Keller, E. & Blodgett, R., 2004. Riesgos Naturales. Madrid: Pearson Education S.A., 448 pág.

- Martin, G. & Lew, M., 1999. Recommended Procedures for Implementation of DMG Special Publication 117: Guidelines for Analyzing and Mitigating Liquefaction Hazards in California. Los Angeles: Southern California Earthquake Center, University of Southern California, 63 pág.
- Myers, B. & Brantley, S., 1995. Hazardous phenomena at volcanoes, Vancouver, Washington.: USGS Open File Report, pág. 95-231.
- Naranjo, J. A., 1987. Interpretación de la actividad cenozoica superior a lo largo de la Zona de Falla de Atacama, norte de Chile. *Revista Geológica de Chile*, Issue 31, pp. 43-55.
- Naranjo, J. & Varela, J., 1996. Debris and mud flows that affected the eastern area of Santiago on May 3, 1993, Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería. Boletín No. 47, 42 pág.
- Natural Resources Canada, 2011. Natural Resources Canada. [En línea]
Available at: <http://atlas.nrcan.gc.ca/auth/english/maps/environment/naturalhazards/tsunami/1>
[Último acceso: 25 11 2011].
- Pierson, T. & Scott, K., 1985. Downstream dilution of Lahar: transition from debris flow to hyperconcentrated streamflow. *Water Research*, 21(10), pp. 1511-1524.
- PMA-GCA, 2007. Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Santiago: Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas, Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No. 4, 432 p..
- Sancho, C., 1997. Los mapas de riesgos. En: J. Peña, ed. *Cartografía geomorfológica básica y aplicada*. Zaragoza: Geomorfa, pp. 181-200.
- Scholz, C., 1990. *The Mechanics of Earthquakes and Faulting*. Cambridge: Cambridge University Press, 439 pág.
- Sepúlveda, S., Murphy, W., Jibson, R. & Petley, D., 2005. Seismically-induced Rock Slope Failures Resulting from Topographic Amplification of Strong Ground Motions: The Case of Pacoima Canyon, California.. *Engineering Geology*, Volumen 80, pp. 336-348.
- Sepúlveda, S. & Serey, A., 2009. Tsunamigenic, earthquake-triggered rock slope failures during the April 21, 2007 Aisén earthquake, southern Chile (45.5°S). *Andean Geology*, 26(1), pp. 131-136.
- Sepúlveda, S. y otros, 2010. Landslides induced by the April 2007 Aysén Fjord earthquake, Chilean Patagonia.. *Landslides*, pp. doi: 10.1007/s1034VI-010-0203-2.
- Sruoga, P., 2002. El volcanismo reciente y riesgo asociado en la Provincia de Mendoza, Mendoza: IANIGLA, 30 Años de Investigación Básica y Aplicada en Ciencias Ambientales, pág. 255-259.
- Varnes, D., 1978. Slope movement types and processes, Washington, D.C.: Special report 17VI: Landslides: Analysis and Control, Transportation Research Board.
- Watt, S., Pyle, D., Naranjo, J. & Mather, T., 2009. Landslide and tsunami hazard at Yate volcano, Chile as an example of edifice destruction on strike-slip fault zones. *Bulletin of Volcanology*, 71(5), pp. 559-574.
- Western Washington University, 2011. RELIEF GLOBE SLIDES. [En línea]. Available at: <http://www.smate.wvu.edu/teched/geology/GeoHaz/global/globe-17.jpg>. [Último acceso: 28 11 2011].
- Wiegel, R., 1970. Tsunamis. En: Wiegel et al., ed. *Earthquake Engineering*. Engelwood Cliffs: Prentice Hall, pp. 253-306.

ANEXO C CATASTRO DE PELIGROS ASOCIADOS A PROCESOS EXÓGENOS

CUADRO C-1 Catastro de Peligros asociados a procesos exógenos. Se indica si el evento corresponde a inundaciones (I) y/o a remociones en masa (RM)

Año	Fecha	I	R.M	Sector	AÑO ENSO	Daños	Referencia revisada
2013	Mayo		X	Calle punta de Águila, a la altura del colegio Everest.	—	Se observaron deslizamientos de hasta 4 metros de la calzada de camino Punta de Águila, a aprox. 200 m de los afloramientos de agua ocurridos en los años 2004 y 2005.	Entrevista Sr. Gerardo Silva, Departamento de emergencias, municipalidad de Lo Barnechea
2012	14 de Abr.	X		Camino El cajón nº 20.200, Quebrada El arrayán.		Una emergencia se produjo en la noche del viernes en una zona montañosa de Lo Barnechea alto, a causa del desborde de un río que dejó un total de 6 personas atrapadas. No se registraron daños a la propiedad ni heridos.	3w.BioBiochile.cl (consulta: 1/08/2013)
2012	17 de Jun.		X	Kilómetro 4,5 de la ruta G-21, camino a Farellones.		Cinco viviendas dañadas y 27 personas aisladas. Un camión quedó atrapado en la ruta. ONEMI decretó alerta amarilla para las comunas de Lo Barnechea y San José de Maipo por inestabilidad potencial en laderas de cerros y quebradas.	3w.EMOL.cl (consulta: 2/08/2013)
2012	15 de Ene.		X	Santuario Yerba Loca, curva 15 camino a Farellones		Flujos detríticos y caídas de rocas Según el director metropolitano de la Onemi, Miguel Muñoz, "a las 16.00 horas comenzó a precipitar fuertemente en el sector. Al interior del santuario de Yerba Loca se producen tres deslizamientos, uno de ellos deja atrapados a 2 vehículos, sin daños para las personas. Al otro lado quedan aislados 30 vehículos, aproximadamente 70 personas entre adultos y niños".	3w.la tercera.com (consulta: 28/08/2013) y Marín y Garrido (2012)
2010	19 de Jun		X	Camino Punta de Águilas, ladera oriental cerro Manquehue		Se produjo caída de rocas luego de las intensas precipitaciones del día anterior (al menos 30 mm de agua acumulada), afectando a viviendas ubicadas en la ladera que no contaban con ningún tipo de protección. Los bloques cayeron desde el sector alto, rebotaron en la calle y golpearon la parte alta de la pared que separa las viviendas de la calle Camino Punta del Águila, cayendo al jardín de las mismas y a la piscina de una de ellas.	Fernández (2010)
2010	6 de Jun.	X	X	Camino El refugio del Arrayán, sector canal La poza.		Se registraron doce casas anegadas, severos daños estructurales en el colegio Anglo American International School. Un	3w.La tercera.cl (consulta: 1/08/2013)

ETAPA 3: PROPUESTA - ESTUDIO DE RIESGO Y PROTECCIÓN AMBIENTAL PLAN REGULADOR COMUNAL DE LO BARNECHEA

Año	Fecha	I	R.M	Sector	AÑO ENSO	Daños	Referencia revisada
						muro de sustento del canal, que cruza de oriente a poniente el cerro La Poza, cedió con la presión del agua, arrastrando gran cantidad de lodo y piedras.	
2010	27 de Feb		X	Calle Aguas Claras, ladera oriental cerro Manquehue		Caída de rocas gatillada por el terremoto que afectó a la zona centro sur del país. Se estima un peso aproximado de 3 toneladas para el bloque caído, el cual generó daños en un muro de contención y sobre la calzada de la calle interior del loteo Manquehue Oriente	Fernández (2010)
2010	1 de Feb.			Quebrada El Ñihue y Huallalolén.		En la quebrada El Ñihue se detectaron 4 casas a menos de 15 metros del cauce, por lo que el 17 de diciembre el municipio decretó la inhabilidad. El informe concluye que "en 16 de las 23 propiedades inspeccionadas se constataron intervenciones al cauce de la quebrada", ya sea rellenos, pasos vehiculares y peatonales sin permiso del MOP. En la quebrada de Huallalolén, en el sector de El Arrayán, se fiscalizó a las parcelas 41 y 42, donde hoy existen cerca de 30 casas y varias de ellas enfrentan una demanda del Consejo de Defensa del Estado (CDE) por haber sido construidas sobre la cota mil metros sobre el nivel del mar.	3w.EMOL.cl (consulta: 2/08/2013)
2009	12 de Oct.			Quebrada Las Zorras		Siete quebradas frente a la precordillera de Santiago fueron identificadas por el Ministerio de Obras Públicas (MOP) para ser intervenidas en forma "prioritaria" en el corto y mediano plazo para evitar eventos naturales tales como desbordes, inundaciones y aluviones, propios de las temporadas de invierno de cada año. Ellas son las quebradas de Peñalolén, Nido de Águilas, Antupirén, Lo Hermida, La Gringa, Lo Cañas -pertenecientes a las comunas de Peñalolén y La Florida-, así como Las Zorras, de Lo Barnechea.	3w.EMOL.cl (consulta: 2/08/2013)
2009	08-sep		X	Curva 1, camino G-21, en Instalaciones de la división "Los bronce" de Angloamerican.	X	Un segundo desprendimiento de tierra y barro se produjo a las 02.30 horas de hoy, dejando una persona muerta y al menos ocho heridos. Con lo anterior, aumenta a tres la cantidad de fallecidos en menos de 24 horas a raíz de los desprendimientos de tierra en Farellones, luego de que ayer María Fernanda Corvalán y su hija de un	3w.EMOL.cl (consulta: 1/08/2013)

ETAPA 3: PROPUESTA - ESTUDIO DE RIESGO Y PROTECCIÓN AMBIENTAL PLAN REGULADOR COMUNAL DE LO BARNECHEA

Año	Fecha	I	R.M	Sector	AÑO ENSO	Daños	Referencia revisada
						año fueran arrastradas por las aguas del río Mapocho.	
2009	6 de Sept. (Síntesis del evento)	X		Quebrada Del Ñihue, Quebrada Huallalolén, Quebrada Novillo Muerto, Quebrada seca, Quebrada Nido de Águilas.	—	Desborde de las cuencas asociadas al cerro Pochoco. Desborde de la Quebrada Del Ñihue, con resultado de 2 viviendas destruidas y 2 personas fallecidas; Desborde de la quebrada Huallalolén, con resultado de 4 viviendas destruidas; Desborde de la quebrada Novillo Muerto, con resultado de 5 viviendas destruidas.	Entrevista Sr. Gerardo Silva, Departamento de emergencias, municipalidad de Lo Barnechea
2009	6 de Sept.		X	Quebrada Novillo muerto, Quebrada Huallalolén.	X	En la quebrada Novillo Muerto, el alud arrasó cuatro viviendas de cuidadores de parcela, donde hubo pérdida material y drama humanitario.	Blogspot junta de vecinos del Arrayán. (consulta: 1/08/2013)
2009	6 de Sept.		X	Quebrada seca, altura del kilómetro 7	X	Un alud produjo el colapso de obras de arte.	Entrevista Sr. Gerardo Silva, Departamento de emergencias, municipalidad de Lo Barnechea
2009	6 de Sept.	X		Quebrada Nido de Águilas, pasajes El tiuque, El chuncho y calle Los zorzales	X	Inundación en los pasajes El tiuque, El Chuncho y calle Los zorzales, producto del afloramiento de aguas pertenecientes a las napas de la quebrada Nido de Águilas.	Entrevista Sr. Gerardo Silva, Departamento de emergencias, municipalidad de Lo Barnechea
2009	6 de Sept.		X	Kilómetros 6 (quebrada Ñihue), 9 y 11 de la ruta G-21, camino a Farellones.	X	El desplazamiento del kilómetro seis habría arrastrado a varios vehículos y afectado a unas cinco casas del sector. Al momento de la edición de la noticia se registra 1 muerto y 3 desaparecidos. El alud tendría un ancho de 80 metros y se habría desplazado por la ladera de los cerros unos 150 metros abajo.	3w.Elrancahuaso.cl (consulta: 1/08/2013)
2009	Ago.	X(a)		Villa cerro 18 con pasaje Gómez.	X	Calles anegadas por precipitaciones ocurridas entre el 25 y 28 de Agosto del 2005.	ONEMI
2009	Ago.	X	X	Río Mapocho, sector campamento Juan Pablo II, Lo Barnechea.	X	Desborde del río Mapocho produjo deslizamiento de tierra que afectó al campamento Juan Pablo II, en sector puente Las Hualtatas.	ONEMI
2007	SE		X	Cerro Blanco	—	Se produjeron deslizamientos menores	Entrevista Sr. Gerardo Silva, Departamento de emergencias, municipalidad de Lo Barnechea
2007	10 de Ago.		X	Camino El refugio del Arrayán, sector canal La poza, calle Las Higueras.		"Agua, nieve, árboles y rocas arrasaron con todo lo que encontraron a su paso", cuenta Flavia Valentino, la principal damnificada del alud que la madrugada de ayer afectó a cuatro casas en la calle Las Higueras, en Lo Barnechea. Pasadas las 4:30 horas, un kilómetro más arriba, la	3w.EMOL.cl (consulta: 1/08/2013)

ETAPA 3: PROPUESTA - ESTUDIO DE RIESGO Y PROTECCIÓN AMBIENTAL PLAN REGULADOR COMUNAL DE LO BARNECHEA

Año	Fecha	I	R.M	Sector	AÑO ENSO	Daños	Referencia revisada
						caída de un árbol de 6 metros de altura rompía una de las paredes del canal La Poza, originando una avalancha.	
2005	Sept.	X				Se reportaron 207 damnificados y albergados.	ONEMI
2005	18 de Ago.		X	Camino Punta de Águila		Se produce un deslizamiento en la calle Punta de Águila, a la altura del colegio Everest, el cual implicó la rotura del camino.	Entrevista Sr. Gerardo Silva, Departamento de emergencias, municipalidad de Lo Barnechea
2005	18 de Ago.		X	Ribera sur del río Mapocho, Lo Barnechea.		En Lo Barnechea, el caudal del Mapocho socavó la orilla sur del curso de agua, lo que no acontece comúnmente, y afectó un campamento donde vivían cerca de 15 familias.	3w.EMOL.cl (consulta: 1/08/2013)
2003	Jul.	X				Doce viviendas resultaron con daños menores.	ONEMI
2000	SE		X	Kilómetro 2 de la ruta G-21		Se produce un deslizamiento en el kilómetro 2 de la ruta G-21	Entrevista Sr. Gerardo Silva, Departamento de emergencias, municipalidad de Lo Barnechea
2000	16 de Feb.			Ribera sur del río Mapocho, sector conjunto habitacional Ermita de San Antonio, Lo Barnechea.		Calificación de zona inundable para población social, cuya construcción fue autorizada por Vivienda y Obras Públicas, motivará cambios en decreto publicado hace sólo nueve días. La inquietud de las autoridades comunales obedece fundamentalmente al conjunto habitacional Ermita de San Antonio, destinado para familias de escasos recursos del sector, debido a que parte de sus terrenos fueron catalogados como zonas potencialmente inundables, pese a contar con una serie de aprobaciones previas por parte de los ministerios de Obras Públicas y Vivienda.	3w.EMOL.cl (consulta: 2/08/2013)
1997	SE		X	Kilómetro 3, ruta G.21, camino a Farellones	X	Se registra un deslizamiento en el kilómetro 3 de la ruta G-21	Entrevista Sr. Gerardo Silva, Departamento de emergencias, municipalidad de Lo Barnechea
1987	19 de Jul.	X		Riberas del río Mapocho, poblaciones Las Lomas y San Antonio.	X	Inundaciones en viviendas pertenecientes a las poblaciones Las Lomas y San Antonio producto del desborde del río Mapocho.	El Mercurio
1986	18 de Jun.	X		Calle Monseñor Escrivá de Balaguer	X	Los habitantes de las casas ubicadas en la avenida Monseñor Escrivá debieron abandonar sus viviendas debido a la inundación y contratar equipos para bombear el agua que escurrió hacia los	El Mercurio

ETAPA 3: PROPUESTA - ESTUDIO DE RIESGO Y PROTECCIÓN AMBIENTAL PLAN REGULADOR COMUNAL DE LO BARNECHEA

Año	Fecha	I	R.M	Sector	AÑO ENSO	Daños	Referencia revisada
						subterráneos y primeros pisos de sus hogares.	
1986	17 de Jun.	X		Sectores de las poblaciones Las Lomas, San Antonio y Quinchamalí. Puente San Enrique. Calle Monseñor Escrivá de Balaguer. El Arrayán.	X	1050 familias damnificadas a raíz del desborde del río Mapocho. Se registra un muerto al intentar cruzar el puente San Enrique. Las Personas afectadas fueron albergadas en distintos colegios de la comuna de Las Condes. El puente San Enrique fue destruido en la ribera norte. Se derrumbó el terraplén del puente "Pastor Fernández", ubicado en la calle Pastor Fernández con La Puntilla. En el Arrayán, a la altura del puente Ñihue, un camino secundario resultó cortado.	El Mercurio
1986	15 al 17 de Jun.	X		Río Mapocho, sector Lo Barnechea.	X	Registro de viviendas destruidas en las riberas del Mapocho.	3w.memoriasdelsigloxx.cl (consulta: 2/08/2013)
1982	29 de Jun.	X		Calle Monseñor Escrivá de Balaguer. Puente La Dehesa	X	En el barrio alto, la zona más devastada por las inundaciones fue la comprendida por las calles Lo Arcaya, Monseñor Escrivá de Balaguer, Joaquín Cerda, Manquehue Norte y Espoz. En la comuna de Las Condes se registraron 370 damnificados. El Puente La Dehesa se quebró en dos partes, y tiene parte de su base destruida. Incluso uno de sus accesos está completamente inutilizado.	El Mercurio
1982	28 de Jun.	X		Puente nuevo, antiguo acceso entre las comunas de Las Condes y Lo Barnechea	X	En la comuna de Las Condes, el Puente nuevo, que sirve de acceso a Lo Barnechea, fue dañado por el río, el cual además cubrió una población de tránsito habitada por más de 200 familias.	El Mercurio
1980	23 de Feb.	X		Sector del Arrayán		Vecinos del sector informaron que el río Mapocho experimentó una súbita crecida, que en El Arrayán alcanzó a un metro y medio, arrastrando piedras, árboles y tierra lo que podría dañar modestas viviendas del sector de Lo Barnechea.	El Mercurio
1980	20 al 23 de Feb.		X	Quebrada El arrayán.		Tres precarias viviendas se cayeron al río. Sus habitantes ya habían sido evacuados.	Urrutia & Lanza (1993)
1970	Julio	X		Río Mapocho	X	Desbordes del río Mapocho	Urrutia y Lanza (1993)
1969	Junio	X		Río Mapocho	X	Desbordes del río Mapocho	Urrutia y Lanza (1993)
1958	Junio	X	X	Río Mapocho en puente que unía Lo Barnechea con Las Condes	X	Destrucción del puente que unía Lo Barnechea con Las Condes dejó personas aisladas. Casas sólidas del sector alto se inundaron con las aguas del Mapocho, que rebasó las ventanas y dejó completamente inutilizados los automóviles dentro	Urrutia & Lanza (1993)

ETAPA 3: PROPUESTA - ESTUDIO DE RIESGO Y PROTECCIÓN AMBIENTAL PLAN REGULADOR COMUNAL DE LO BARNECHEA

Año	Fecha	I	R.M	Sector	AÑO ENSO	Daños	Referencia revisada
						de las propiedades al ser tapados por agua y barro	
1953	Agosto	X		Río Mapocho	X	Desbordes del río Mapocho	Urrutia y Lanza (1993)
1949	Mayo	X		Río Mapocho		Desborde del río Mapocho	Urrutia y Lanza (1993)
1941	Agosto	X	X	Camino a Farellones	X	Temporal dejó a esquiadores aislados en Farellones. Desbordes del río Mapocho. En el asentamiento minero Pérez Caldera un rodado mató a 8 personas	Urrutia & Lanza (1993)
1934	Mayo-Junio	X		Río Mapocho		Desborde del río Mapocho	Urrutia y Lanza (1993)
1912	Junio	X		Río Mapocho	X	Desborde del río Mapocho	Urrutia y Lanza (1993)
1888	Agosto	X		Río Mapocho	X	Desborde del río Mapocho	Urrutia y Lanza (1993)
1877	17 Julio	X		Río Mapocho	X	Desborde del río Mapocho	Urrutia y Lanza (1993)
1856	Marzo	X		Río Mapocho		Desbordes del río Mapocho	Urrutia y Lanza (1993)
1850	24 Junio	X		Río Mapocho	X	Destrucción de un puente por inundaciones en el río Mapocho deja alrededor de 9 personas fallecidas.	Petit-Breuilh (2001) y Urrutia & Lanza (1993)
1827	Invierno	X		Río Mapocho	X	El río Mapocho se desbordó afectando principalmente a los que vivían en sus riberas y dejando personas fallecidas	Petit-Breuilh (2001)
1783	16 Junio	X	X	Rio Mapocho	X	Rotura en el cauce del río Mapocho. Inundación y derrumbes. Daños en viviendas cercanas al río	Petit-Breuilh (2001)
1779	Otoño	X	X	Rio Mapocho		Aluviones en el río Mapocho.	Petit-Breuilh (2001)
1764	7 Nov.	X	X	Rio Mapocho		Inundaciones y aluvión por el río Mapocho	Petit-Breuilh (2001)
1748	30 Abril	X		Rio Mapocho	X	Inundaciones en el río Mapocho por lluvias torrenciales. Destrucción de puentes	Petit-Breuilh (2001) y Urrutia y Lanza (1993)
1744	¿?	X	X	Rio Mapocho	X	Inundaciones en el río Mapocho y aluviones por lluvias torrenciales	Petit-Breuilh (2001)
1723	25 Junio		X	Rio Mapocho	X	Después de algunos años de sequía se produjo un copioso aluvión por el cauce del río Mapocho .	Petit-Breuilh (2001)
1722	Invierno	X		Río Mapocho		Desbordes del río Mapocho	Urrutia y Lanza (1993)
1694	Primavera	X		Rio Mapocho	X	Desbordes del río Mapocho	Urrutia y Lanza (1993)
1688		X		Rio Mapocho	X	Desbordes del río Mapocho	Urrutia y Lanza (1993)
1687		X		Rio Mapocho	X	Desbordes del río Mapocho	Urrutia y Lanza (1993)
1660	Agosto	X		Río Mapocho		Desbordes del río Mapocho	Urrutia y Lanza (1993)
1650	Junio-Julio	X		Rio Mapocho	X	Desborde del río Mapocho. Daños en infraestructura y construcciones	Petit-Breuilh (2001)
1620	Junio	X		Rio Mapocho		Desborde del río Mapocho. Importantes pérdidas en infraestructura	Petit-Breuilh (2001)
1618	¿?	X		Rio Mapocho	X	Desborde del río Mapocho	Petit-Breuilh (2001)
1609	Marzo	X		Rio Mapocho		Desborde del río Mapocho	Petit-Breuilh (2001)
1607	Invierno	X		Rio Mapocho	X	Lluvias torrenciales provocaron desbordes en el río Mapocho.	Petit-Breuilh (2001)
1597	Invierno	X		Rio Mapocho		Desbordes del río Mapocho y en casi todos los ríos de la zona central de Chile	Petit-Breuilh (2001)
1581	Junio	X		Rio Mapocho	X	Desbordes del río Mapocho	Petit-Breuilh (2001) y Urrutia y Lanza (1993)
1574	Julio	X		Rio Mapocho	X	Desbordes del río Mapocho	Petit-Breuilh (2001) y Urrutia y Lanza (1993)

Año	Fecha	I	R.M	Sector	AÑO ENSO	Daños	Referencia revisada
1544	Primavera	X		Río Mapocho	X	Desbordes del río Mapocho	Petit-Breuilh (2001)
1536			X	Rio Mapocho		Aluviones por lluvias torrenciales en el valle del Mapocho	Petit-Breuilh (2001)

Fuente: Elaboración Propia a partir de fuentes citadas en la tabla.

C.1 Referencias

Fernández, J., 2010. *Caida de rocas, comuna de Lo Barnechea, Región Metropolitana: Visita técnica*, Santiago: SERNAGEOMIN.

Marín, M. & Garrido, N., 2012. Remociones en masa ocurridas el 15 de Enero de 2012 en el camino interior del Parque Cordillera, Yerba Loca, comuna de Lo Barnechea, región metropolitana de Santiago, Santiago: Informe Inédito Sernageomin.

Petit-Breuilh, M., 2001. Desastres naturales y ocupación del territorio en hispanoamérica [Siglos XVI al XX]., s.l.: Universidad de Huelva, Arias Montano (n.70): 341 p., il, Huelva. .

Urrutia, R. & Lanza, C., 1993. Catástrofes en Chile 1541 - 1992. Santiago: Editorial La Noria.

ANEXO D PRINCIPALES TERREMOTOS REGISTRADOS

La recopilación de estos datos se obtuvo desde Urrutia & Lanza (1993) y Petit-Breuilh (2001).

Terremoto del 13 de Mayo de 1647: La ciudad de Santiago quedó prácticamente arruinada, se cayeron la mayoría de los edificios. Los efectos del terremoto abarcaron desde los ríos Limarí y Choapa por el norte y hasta Cauquenes y Maule por el sur.

Terremoto de 22 de Julio de 1687: De intensidad aproximada de VII. Su epicentro se ubica entre San Felipe y La Ligua, con latitud entre los 32° y 34° sur. Daños en convento en San Felipe y daños en Santiago.

Terremoto del 8 de Julio de 1730 ($M \approx 8.9$): Es considerado uno de los mayores sismos que han afectado el territorio de Chile, con magnitud estimada entre 8.5 y 9. Produjo daños entre La Serena-Coquimbo y Chillán. Grandes daños en San Felipe, Tiltil y Renca. Y un maremoto que afectó la zona centro y sur de Chile.

Terremoto del 19 de Noviembre de 1822: Sismo que fue sentido desde Illapel hasta Chiloé. Valparaíso y Quillota fueron afectados, falleciendo en la primera 66 personas. En Santiago no se registraron personas muertas.

Terremoto del 2 de Abril de 1851: Terremoto que causó daños de consideración en Valparaíso y Santiago, dejando una decena de muertos y varios heridos. Grandes daños se registraron en el pueblo de Renca y Pudahuel.

Terremoto del 7 de Julio de 1873: El terremoto afectó la zona central del país produciendo los mayores daños en Petorca, la Ligua y los alrededores. Daños menores en Santiago y Valparaíso.

Terremoto del 16 de Agosto de 1906 ($M=8.2$): El epicentro de este terremoto se ubicó entre Limache y Valparaíso. Hubo más de dos mil personas fallecidas. En Santiago se registraron daños de consideración. Hubo levantamientos de terreno en la costa.

Terremoto del 14 de Abril de 1927: Terremoto de intensidad IX. El epicentro fue entre los volcanes Tupungato y Aconcagua. Las zonas afectadas fueron Santiago, San Felipe, Los Andes, Mendoza. El sismo produjo grandes daños, pérdidas humanas y heridos.

Terremoto del 28 de Marzo de 1965 ($M=7.6$): El epicentro se encontró en la comuna de la Ligua. La profundidad del foco fue de 50 a 60 km. En Santiago murieron dos personas

Terremoto del 8 de Julio de 1971 ($M=7.75$): Afectó principalmente las zonas de Coquimbo, Aconcagua, Valparaíso y Santiago.

Terremoto del 3 de Marzo de 1985 ($M=7.7$): El movimiento se sintió desde la III y IX región. Con este terremoto hubo destrucción de viviendas que causaron víctimas fatales, destrucción de pavimentos, caída de puentes.

D.1 Referencias

Petit-Breuilh, M., 2001. Desastres naturales y ocupación del territorio en hispanoamérica [Siglos XVI al XX], s.l.: Universidad de Huelva, Arias Montano (n.70): 341 p., il, Huelva. .

Urrutia, R. & Lanza, C., 1993. Catástrofes en Chile 1541 - 1992. Santiago: Editorial La Noria.

ANEXO E ESTUDIO HIDROLÓGICO

Índice de Figuras

Figura E- 1: Quebradas de estudio.....	E-7
Figura E- 2: Método Verni-King modificado.	E-33

Índice de Tablas

Tabla E- 1: Quebradas de estudio.	E-5
Tabla E- 2: Parámetros Morfométricos de las subcuencas aportantes.	E-8
Tabla E- 3: Coeficientes de Escorrentía considerados.....	E-10
Tabla E- 4: Coeficientes de Escorrentía.....	E-10
Tabla E- 5: Tiempos de Concentración.....	E-12
Tabla E- 6: Precipitaciones Máximas diarias de 10 años de período de retorno.....	E-14
Tabla E- 7: Coeficientes de Frecuencia.	E-15
Tabla E- 8: Coeficientes de Duración.....	E-15
Tabla E- 9: Caudal instantáneo de 2 años de período de retorno (Método Racional).....	E-16
Tabla E- 10: Caudal instantáneo de 10 años de período de retorno (Método Racional).....	E-17
Tabla E- 11: Caudal instantáneo de 25 años de período de retorno (Método Racional).....	E-18
Tabla E- 12: Caudal instantáneo de 50 años de período de retorno (Método Racional).....	E-19
Tabla E- 13: Caudal instantáneo de 100 años de período de retorno (Método Racional).....	E-20
Tabla E- 14: Caudal instantáneo de 200 años de período de retorno (Método Racional).....	E-21
Tabla E- 15: Zonas Homogéneas.....	E-23
Tabla E- 16: Curva de frecuencia regional para zona homogénea pluvial Np.	E-24
Tabla E- 17: Curva de frecuencia regional para zona homogénea pluvial Pp.	E-25
Tabla E- 18: Factores de conversión.....	E-25
Tabla E- 19: Caudal instantáneo de 2 años de período de retorno (Método DGA-AC).	E-26
Tabla E- 20: Caudal instantáneo de 10 años de período de retorno (Método DGA-AC).	E-27
Tabla E- 21: Caudal instantáneo de 25 años de período de retorno (Método DGA-AC).	E-28
Tabla E- 22: Caudal instantáneo de 50 años de período de retorno (Método DGA-AC).	E-29
Tabla E- 23: Caudal instantáneo de 100 años de período de retorno (Método DGA-AC).	E-30
Tabla E- 24: Caudal instantáneo de 200 años de período de retorno (Método DGA-AC).	E-31
Tabla E- 25: Coeficiente empírico de 10 años de período de retorno.	E-34
Tabla E- 26: Curva de frecuencia del coeficiente empírico.	E-34
Tabla E- 27: Caudal instantáneo de 2 años de período de retorno (Método Verni-King).	E-35
Tabla E- 28: Caudal instantáneo de 10 años de período de retorno (Método Verni-King).	E-36
Tabla E- 29: Caudal instantáneo de 25 años de período de retorno (Método Verni-King).	E-37
Tabla E- 30: Caudal instantáneo de 50 años de período de retorno (Método Verni-King).	E-38

Tabla E- 31: Caudal instantáneo de 100 años de período de retorno (Método Verni-King)....	E-40
Tabla E- 32: Caudal instantáneo de 200 años de período de retorno (Método Verni-King)....	E-41
Tabla E- 33: Caudales instantáneos de 100 años de período de retorno.....	E-42
Tabla E- 34: Coeficiente de Manning asociado a cada tipo de suelo	E-44
Tabla E- 35: Resultados de la modelación hidráulica (I). Afluente Oscura I.....	E-45
Tabla E- 36: Resultados de la modelación hidráulica (II). Afluente Oscura I.....	E-46
Tabla E- 37: Valores máximos de interés. Afluente Oscura I.....	E-47
Tabla E- 38: Resultados de la modelación hidráulica (I). Afluente Oscura II.....	E-48
Tabla E- 39: Resultados de la modelación hidráulica (II). Afluente Oscura II.....	E-50
Tabla E- 40: Valores máximos de interés. Afluente Oscura II.....	E-52
Tabla E- 41: Resultados de la modelación hidráulica (I). Afluente Oscura III.....	E-52
Tabla E- 42: Resultados de la modelación hidráulica (II). Afluente Oscura III.....	E-55
Tabla E- 43: Valores máximos de interés. Afluente Oscura III.....	E-57
Tabla E- 44: Resultados de la modelación hidráulica (I). Chorro de la Vieja.....	E-58
Tabla E- 45: Resultados de la modelación hidráulica (II). Chorro de la Vieja.....	E-60
Tabla E- 46: Valores máximos de interés. Chorro de la Vieja.....	E-63
Tabla E- 47: Resultados de la modelación hidráulica (I). Del Ñinhue.....	E-63
Tabla E- 48: Resultados de la modelación hidráulica (II). Del Ñinhue.....	E-64
Tabla E- 49: Valores máximos de interés. Del Ñinhue.....	E-65
Tabla E- 50: Resultados de la modelación hidráulica (I). El Parrón.....	E-65
Tabla E- 51: Resultados de la modelación hidráulica (II). El Parrón.....	E-67
Tabla E- 52: Valores máximos de interés. El Parrón.....	E-69
Tabla E- 53: Resultados de la modelación hidráulica (I). Huallalolén.....	E-69
Tabla E- 54: Resultados de la modelación hidráulica (II). Huallalolén.....	E-72
Tabla E- 55: Valores máximos de interés. Huallalolén.....	E-74
Tabla E- 56: Resultados de la modelación hidráulica (I). La Carbonera I.....	E-74
Tabla E- 57: Resultados de la modelación hidráulica (II). La Carbonera I.....	E-77
Tabla E- 58: Valores máximos de interés. La Carbonera I.....	E-80
Tabla E- 59: Resultados de la modelación hidráulica (I). La Laguna.....	E-80
Tabla E- 60: Resultados de la modelación hidráulica (II). La Laguna.....	E-85
Tabla E- 61: Valores máximos de interés. La Laguna.....	E-89
Tabla E- 62: Resultados de la modelación hidráulica (I). Las Lechuzas.....	E-90
Tabla E- 63: Resultados de la modelación hidráulica (II). Las Lechuzas.....	E-94
Tabla E- 64: Valores máximos de interés. Las Lechuzas.....	E-99
Tabla E- 65: Resultados de la modelación hidráulica (I). Las Ñipas.....	E-99
Tabla E- 66: Resultados de la modelación hidráulica (II). Las Ñipas.....	E-104
Tabla E- 67: Valores máximos de interés. Las Ñipas.....	E-108
Tabla E- 68: Resultados de la modelación hidráulica (I). Las Varas.....	E-109

Tabla E- 69: Resultados de la modelación hidráulica (II). Las Varas.....	E-112
Tabla E- 70: Valores máximos de interés. Las Varas.....	E-115
Tabla E- 71: Resultados de la modelación hidráulica (I). Los Clarines.	E-115
Tabla E- 72: Resultados de la modelación hidráulica (II). Los Clarines.	E-119
Tabla E- 73: Valores máximos de interés. Los Clarines.	E-122
Tabla E- 74: Resultados de la modelación hidráulica (I). Los Pitufos.	E-123
Tabla E- 75: Resultados de la modelación hidráulica (II). Los Pitufos.	E-127
Tabla E- 76: Valores máximos de interés. Los Pitufos.	E-131
Tabla E- 77: Resultados de la modelación hidráulica (I). Los Quillayes.	E-131
Tabla E- 78: Resultados de la modelación hidráulica (II). Los Quillayes.	E-133
Tabla E- 79: Valores máximos de interés. Los Quillayes.	E-135
Tabla E- 80: Resultados de la modelación hidráulica (I). Oscura.	E-135
Tabla E- 81: Resultados de la modelación hidráulica (II). Oscura.	E-139
Tabla E- 82: Valores máximos de interés. Oscura.	E-143
Tabla E- 83: Resultados de la modelación hidráulica (I). Q2.....	E-143
Tabla E- 84: Resultados de la modelación hidráulica (II). Q2.....	E-147
Tabla E- 85: Valores máximos de interés. Q2.....	E-152
Tabla E- 86: Resultados de la modelación hidráulica (I). Q3.....	E-152
Tabla E- 87: Resultados de la modelación hidráulica (II). Q3.....	E-155
Tabla E- 88: Valores máximos de interés. Q3.....	E-158
Tabla E- 89: Resultados de la modelación hidráulica (I). Q7.....	E-158
Tabla E- 90: Resultados de la modelación hidráulica (II). Q7.....	E-162
Tabla E- 91: Valores máximos de interés. Q7.....	E-166
Tabla E- 92: Resultados de la modelación hidráulica (I). Q9.....	E-166
Tabla E- 93: Resultados de la modelación hidráulica (II). Q9.....	E-168
Tabla E- 94: Valores máximos de interés. Q9.....	E-171
Tabla E- 95: Resultados de la modelación hidráulica (I). Q10.....	E-171
Tabla E- 96: Resultados de la modelación hidráulica (II). Q10.....	E-175
Tabla E- 97: Valores máximos de interés. Q10.....	E-179
Tabla E- 98: Resultados de la modelación hidráulica (I). Q11.....	E-180
Tabla E- 99: Resultados de la modelación hidráulica (II). Q11.....	E-183
Tabla E- 100: Valores máximos de interés. Q11.....	E-187
Tabla E- 101: Resultados de la modelación hidráulica (I). Q12.....	E-187
Tabla E- 102: Resultados de la modelación hidráulica (II). Q12.....	E-188
Tabla E- 103: Valores máximos de interés. Q12.....	E-190
Tabla E- 104: Resultados de la modelación hidráulica (I). Q13.....	E-190
Tabla E- 105: Resultados de la modelación hidráulica (II). Q13.....	E-193
Tabla E- 106: Valores máximos de interés. Q13.....	E-195

Tabla E- 107: Resultados de la modelación hidráulica (I). Q14.....	E-196
Tabla E- 108: Resultados de la modelación hidráulica (II). Q14.....	E-197
Tabla E- 109: Valores máximos de interés. Q14.....	E-199
Tabla E- 110: Resultados de la modelación hidráulica (I). Q15.....	E-200
Tabla E- 111: Resultados de la modelación hidráulica (II). Q15.....	E-200
Tabla E- 112: Valores máximos de interés. Q15.....	E-201
Tabla E- 113: Resultados de la modelación hidráulica (I). Q16.....	E-202
Tabla E- 114: Resultados de la modelación hidráulica (II). Q16.....	E-203
Tabla E- 115: Valores máximos de interés. Q16.....	E-204
Tabla E- 116: Resultados de la modelación hidráulica (I). Q17.....	E-205
Tabla E- 117: Resultados de la modelación hidráulica (II). Q17.....	E-206
Tabla E- 118: Valores máximos de interés. Q17.....	E-207
Tabla E- 119: Resultados de la modelación hidráulica (I). Q18.....	E-207
Tabla E- 120: Resultados de la modelación hidráulica (II). Q18.....	E-208
Tabla E- 121: Valores máximos de interés. Q18.....	E-209
Tabla E- 122: Resultados de la modelación hidráulica (I). Q19.....	E-209
Tabla E- 123: Resultados de la modelación hidráulica (II). Q19.....	E-211
Tabla E- 124: Valores máximos de interés. Q19.....	E-212
Tabla E- 125: Resultados de la modelación hidráulica (I). Q21.....	E-212
Tabla E- 126: Resultados de la modelación hidráulica (II). Q21.....	E-216
Tabla E- 127: Valores máximos de interés. Q21.....	E-219
Tabla E- 128: Caudales de diseño (Método Racional).	E-220
Tabla E- 129: Resumen de los resultados de la modelación hidráulica.....	E-220

E.1 Introducción

El presente anexo se estructura de la siguiente forma:

- Capítulo 2: Presenta los antecedentes generales del proyecto, incluyendo su ubicación general;
- Capítulo 3: Presenta el estudio de crecidas, que incluye la obtención de los parámetros morfométricos de las cuencas aportantes y la evaluación hidráulica de las Quebradas para una crecida de 100 años de período de retorno;
- Capítulo 4 Presenta las principales conclusiones de este estudio, basadas en los resultados de la modelación hidráulica;
- Capítulo 5: Contiene las referencias citadas en este informe.

E.1.1 Antecedentes generales

o Ubicación general

El presente anexo se enmarca dentro del Estudio de Riesgo y Protección Ambiental Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea para las 31 subcuencas de la Comuna de Lo Barnechea (Región Metropolitana), seleccionadas por parte del Titular en base a criterios tales como parámetros morfométricos de las subcuencas (tamaño, pendiente media, altura media), y antecedentes previos de eventos de inundación o remoción en masa, entre otros. La Tabla E- 1 indica las superficies asociadas a las subcuencas priorizadas para la elaboración del estudio:

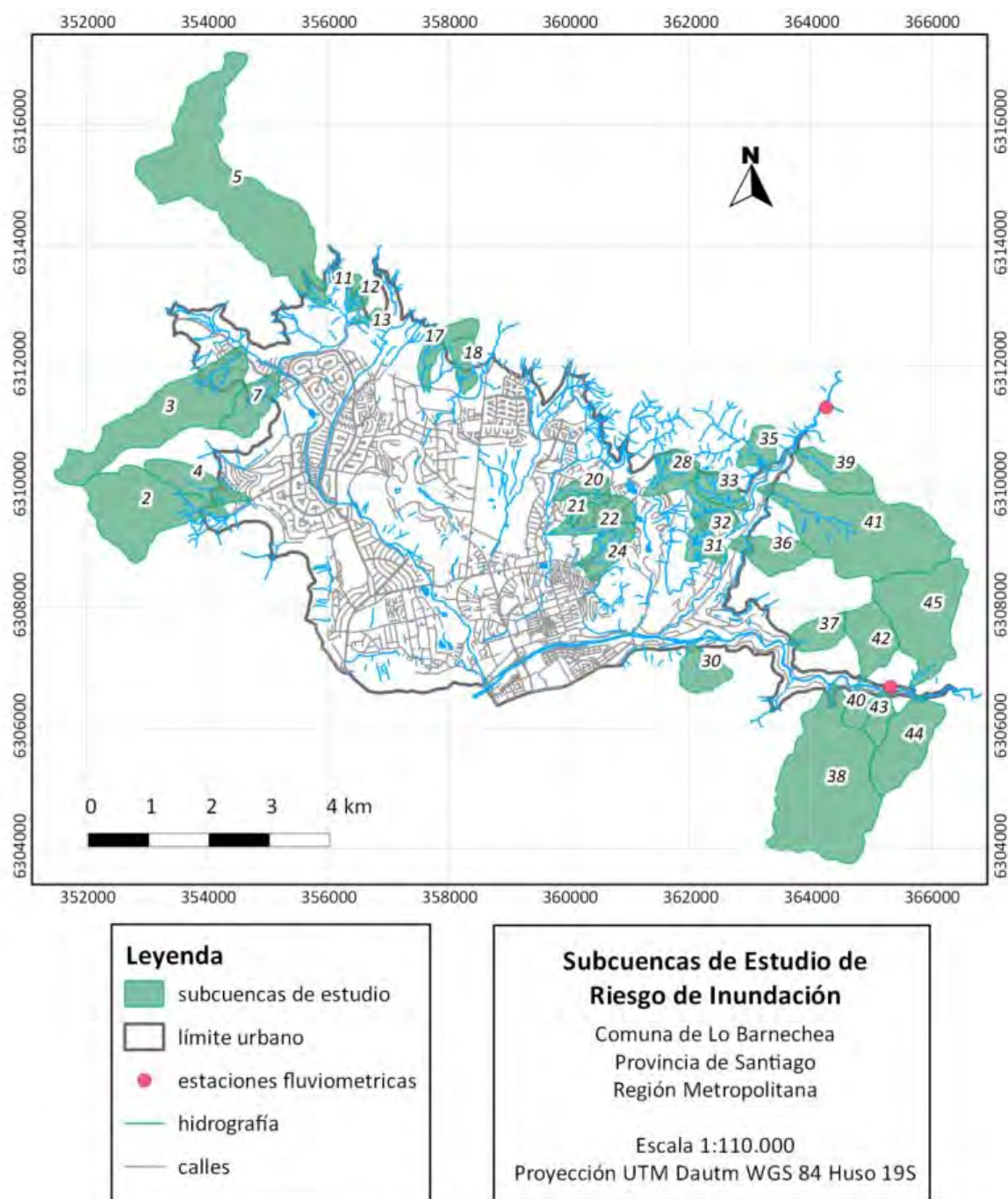
Tabla E- 1: Quebradas de estudio.

Nombre	Área [ha]	Área urbana [ha]
Afluente Oscura I	7,9	5,3
Afluente Oscura II	9,5	6,4
Afluente Oscura III	8,9	5,3
Chorro de la Vieja	37,9	0,8
Del Ñinhue	188,5	0,1
El Parrón	352,2	3,6
Huallalolén	300,0	4,5
La Carbonera I	191,5	6,8
La Laguna	19	19
Las Lechuzas	231,1	34
Las Nipas	13,7	13,7
Las Ñipas / Quebrada Grande	52,1	52,1
Los Clarines	60,2	10,8

Nombre	Área [ha]	Área urbana [ha]
Los Pitufos (Nido de Águilas)	45,8	45,8
Los Quillayes	34,2	1,9
Oscura	412,2	11,3
Q2	38,2	21,5
Q3	27,3	13,1
Q7	44,3	43,8
Q9	32,9	32,9
Q10	28,3	28,3
Q11	35,2	35
Q12	56,7	0,1
Q13	57,1	9,3
Q14	41,3	3,4
Q15	71,2	1,1
Q16	110	0,1
Q17	30,1	0,9
Q18	20,3	0,9
Q19	44,9	1,6
Q21	54,8	14,6

La Figura E- 1 presenta la ubicación de las subcuencas de estudio dentro de la comuna de Lo Barnechea.

Figura E- 1: Quebradas de estudio.



En el apartado 1.1 del informe correspondiente a la etapa 2 del presente estudio, se concreta el área de las 31 Quebradas dentro de la Depresión Central y los faldeos cordilleranos de la Cordillera Principal, entre los 33°16'16" y los 33°23'53" Latitud Sur y los 70°26'00" y los 70°35'51" de Longitud Oeste en la Región Metropolitana.

E.2 Estudio de crecidas

Debido a que las 31 Quebradas de estudio no poseen registros fluviométricos para un análisis de frecuencias, el estudio de crecidas se realizó mediante modelos de precipitación-escorrentía, considerando las recomendaciones de la DGA para la estimación de caudales máximos en cuencas sin información fluviométrica (DGA, 1998), los criterios de diseño del Manual de Carreteras (MOP, 2012) y la Guía de Diseño de Técnica Alternativas para Soluciones de Aguas Lluvias en Sectores Urbanos (MINVU, 1996).

E.2.1 Período de retorno

Tras el estudio de los coeficientes utilizados y los resultados obtenidos, se concluyó que el período óptimo de cálculo resultó ser 100 años. Esta consideración se propuso debido a que se trata de un período suficientemente conservador y en el que se utilizaron coeficientes obtenidos directamente de los métodos precipitación-escorrentía, por lo que la estadística es más confiable.

E.2.2 Parámetros morfométricos de las cuencas aportantes

La estimación de los parámetros morfométricos de las subcuencas aportantes se realizó en base a un análisis del modelo de elevación digital para el área de estudio, considerando de mayor a menor relevancia la información topográfica disponible por parte del Titular y los levantamientos topográficos realizados, la cartografía IGM del sector (escala 1:50.000), y los modelos de elevación digital desarrollados mediante sensores de radar satelitales (p.e. SRTM-DEM). Los modelos de elevación disponibles serán integrados y analizados mediante un sistema de información geográfica (SIG).

Los SRTM-DEM de la Región Metropolitana poseen una resolución de 3 arco-segundos (aproximadamente 90 m x 90 m), y un error estimado en la altitud de 5-10 m (Rodríguez, et al., 2005), valores que se consideran aceptables para la estimación de los parámetros morfométricos de la cuenca aportante.

A través del modelo de elevación digital se calcularon en primera instancia los mapas de dirección de drenaje, considerando el cálculo de direcciones de flujo múltiple basado en un algoritmo de búsqueda de menor costo tipo A^* (Holmgren, 1994). Los mapas de dirección de drenaje del DEM se utilizaron para calcular los mapas de acumulación de agua en cada celda del DEM, lo que permitió a su vez derivar la red hidrográfica de cada quebrada. Finalmente, considerando las coordenadas de los puntos de evacuación de los cauces naturales, se procedió a calcular las cuencas aportantes en base los mapas de drenaje previamente calculados.

Los parámetros morfométricos obtenidos a partir del análisis hidrológico se presentan en la Tabla E-2.

Tabla E- 2: Parámetros Morfométricos de las subcuencas aportantes.

Quebrada	A [km ²]	L _c [km]	S _m [%]	H _{mín} [m]	H _m [m]	H _{máx} [m]
Afluente Oscura I	0,104	0,421	38,76	902,2	988,3	1070,0
Afluente Oscura II	0,130	0,584	39,85	905,7	1006,1	1082,5
Afluente Oscura III	0,148	0,750	39,38	909,0	1015,3	1140,0
Chorro de la Vieja	0,379	1,172	33,90	826,0	1067,1	1240,0

Quebrada	A [km ²]	L _c [km]	S _m [%]	H _{mín} [m]	H _m [m]	H _{máx} [m]
Del Ñinhue	1,978	2,390	56,58	971,7	1494,8	1950,0
El Parrón	3,599	3,838	57,01	935,9	1411,1	1859,5
Huallalolén	2,980	3,611	65,11	951,9	1489,3	1950,0
La Carbonera I	2,095	3,093	38,18	935,6	1255,4	1630,0
La Laguna	0,425	1,375	22,68	859,7	922,2	1020,0
Las Lechuzas	2,539	3,987	26,67	926,0	1153,3	1550,0
Las Ñipas	0,546	1,414	23,98	844,6	929,3	1022,0
Las Varas	3,522	3,937	44,41	917,0	1206,9	1630,0
Los Clarines	0,606	1,986	29,02	887,1	1087,3	1290,0
Los Pitufos	0,389	1,221	22,74	853,4	925,0	1020,0
Los Quillayes	2,408	3,197	41,39	965,4	1172,9	1440,0
Oscura	4,377	6,061	28,05	915,9	1320,3	1700,0
Q2	0,458	1,636	26,89	925,7	1024,7	1190,0
Q3	0,188	0,883	29,24	924,0	987,7	1114,5
Q7	0,418	1,130	38,91	969,9	1093,2	1222,0
Q9	0,168	0,633	47,02	910,9	1022,9	1126,5
Q10	0,267	1,250	47,56	922,2	1055,1	1168,0
Q11	0,305	0,889	47,70	935,9	1085,1	1204,2
Q12	0,495	1,323	61,91	990,0	1343,8	1702,3
Q13	0,500	1,610	61,87	909,9	1184,0	1540,0
Q14	0,483	0,941	69,72	901,0	1259,3	1618,3
Q15	0,726	1,379	66,49	947,9	1364,6	1719,1
Q16	0,945	1,760	56,78	974,0	1364,8	1708,0
Q17	0,202	0,657	65,46	970,4	1246,1	1469,3
Q18	0,143	0,500	62,58	976,8	1160,7	1365,0
Q19	0,443	0,837	55,92	867,9	1061,8	1220,0
Q21	0,397	1,362	29,92	883,2	1047,0	1170,0

E.2.3 Caudal máximo puntual

La estimación de los caudales máximos se realizó mediante tres métodos:

- i. Método racional.
- ii. Método DGA-AC para crecidas pluviales.
- iii. Método de Verni-King modificado.

Para estos métodos sólo se consideraron los aportes pluviales al escurrimiento, pues la línea promedio de nieves en la latitud de las cuencas aportantes (33°), que es de 1900 msnm (Peña & Vidal, 1993), únicamente resulta aplicable a las quebradas Huallalolén y Del Ñinhue, de forma despreciable (superficie nival inferior al 4%).

E.2.3.1 Método Racional

El método racional (Mulvaney, 1850) relaciona la precipitación con la escorrentía generada mediante la siguiente fórmula:

$$Q = (c \cdot i \cdot A_p) / 3,6 \quad (1)$$

Dónde:

- Q : caudal máximo puntual [m^3/s];
 C : coeficiente de escorrentía [adim.];
 i : intensidad de la lluvia de crecida [mm/hr];
 A_p : área pluvial aportante de la cuenca [km^2].

La estimación del coeficiente de escorrentía y la intensidad de lluvia de crecida para las cuencas aportantes se presentan a continuación.

- **Coeficiente de escorrentía**

El coeficiente de escorrentía (C) corresponde a la fracción de precipitación que efectivamente se convierte en escurrimiento. Para el cálculo de este coeficiente se consideraron las recomendaciones del MINVU incluidas en la “*Guía de Diseño y Especificaciones de Elementos Urbanos de Infraestructura de Aguas Lluvias*” (MINVU, 2005). Para ello, se obtuvo el coeficiente de escorrentía de cada cuenca por medio de la ponderación de los coeficientes obtenidos de la guía anteriormente citada (MINVU, 2005) según el porcentaje de urbanización de la cuenca que se obtuvo mediante la aplicación de un sistema de información geográfica (SIG) al plano de usos del suelo desarrollado para el presente estudio. En la Tabla E- 3 se muestran los coeficientes considerados y en la Tabla E- 4 los resultados obtenidos de la ponderación realizada.

Tabla E- 3: Coeficientes de Escorrentía considerados.

Tipo Zona	C
Condominios aislados	0,60
Sin cultivo, con vegetación, pendiente >7%	0,35

Fuente: MINVU, 2005.

Tabla E- 4: Coeficientes de Escorrentía.

Quebrada	% Urbano	C
Afluente Oscura I	5,12%	0,36
Afluente Oscura II	13,04%	0,38
Afluente Oscura III	9,07%	0,37
Chorro de la Vieja	1,98%	0,35
Del Ñinhue	0,00%	0,35
El Parrón	0,00%	0,35
Huallalolén	0,40%	0,35
La Carbonera I	1,38%	0,35
La Laguna	80,19%	0,55
Las Lechuzas	4,44%	0,36
Las Ñipas / Quebrada Grande	52,91%	0,48
Las Varas	0,74%	0,35
Los Clarines	16,47%	0,39
Los Pitufos (Nido de Águilas)	24,47%	0,41
Los Quillayes	12,74%	0,38
Oscura	0,00%	0,35
Q2	1,04%	0,35
Q3	0,00%	0,35
Q7	10,77%	0,38
Q9	9,98%	0,37
Q10	19,53%	0,40
Q11	26,76%	0,42
Q12	0,00%	0,35
Q13	1,15%	0,35
Q14	0,00%	0,35
Q15	0,00%	0,35
Q16	0,00%	0,35
Q17	0,00%	0,35
Q18	0,00%	0,35
Q19	5,43%	0,36
Q21	1,75%	0,35

- *Intensidad de la lluvia de crecida*

La intensidad de la lluvia de crecida se calculó considerando una duración de lluvia equivalente al tiempo de concentración de la cuenca (t_c). En la práctica t_c representa el tiempo mínimo en el cual toda la superficie de la cuenca está contribuyendo al escurrimiento, por lo que el método racional asume que bajo t_c la cuenca desarrolla el caudal máximo puntual.

Considerando la superficie y características de la cuenca, el cálculo de t_c se realizó mediante la fórmula de Giandotti (MOP, 2012):

$$t_c = 60 \cdot (4 \cdot \sqrt{A_p} + 1,5 \cdot L) / (0,8 \cdot \sqrt{Hm}) \quad (2)$$

Dónde:

t_c : tiempo de concentración de la cuenca [min];

A : área pluvial aportante de la cuenca [km²];

L : longitud del cauce [km];

Hm : diferencia de nivel entre la cota media de la cuenca y la cota de salida [m].

En base a los parámetros morfométricos de las cuencas (presentados en la Tabla E- 2) se obtuvieron los tiempos de concentración para cada subcuenca de la Tabla E- 5.

Tabla E- 5: Tiempos de Concentración.

Quebrada	t_c [min]
Afluente Oscura I	15,50
Afluente Oscura II	17,34
Afluente Oscura III	19,38
Chorro de la Vieja	20,39
Del Ñinhue	30,20
El Parrón	45,91
Huallalolén	39,87
La Carbonera I	43,74
La Laguna	44,31
Las Lechuzas	61,47
Las Ñipas	41,38
Las Varas	59,08
Los Clarines	32,30
Los Pitufos	38,37
Los Quillayes	57,29

Quebrada	t_c [min]
Oscura	65,12
Q2	38,89
Q3	28,74
Q7	28,92
Q9	18,36
Q10	25,65
Q11	21,74
Q12	19,14
Q13	23,76
Q14	16,60
Q15	20,12
Q16	24,77
Q17	12,57
Q18	12,51
Q19	21,10
Q21	26,73

Así, teniendo en cuenta las quebradas en las que se produjeron situaciones de emergencia o inundaciones, se consideró un $t_c = 60$ min para todas las cuencas.

La precipitación asociada a esta duración para cada cuenca se estimó mediante la fórmula recomendada por la Guía de Diseño de Soluciones de Aguas Lluvias en Sectores Urbanos (MINVU, 1996):

$$P_d^T = 1,1 \cdot PD^{10} \cdot CF^T \cdot CD_d \quad (3)$$

Dónde:

P_d^T : Precipitación máxima de d horas y período de retorno T [mm];

PD^{10} : precipitación diaria máxima de 10 años de período de retorno [mm];

CF^T : coeficiente de frecuencia para período de retorno T [adim.];

CD_d : coeficiente de duración para d horas [adim.].

El valor de la PD^{10} para cada cuenca fue estimado a partir de las Precipitaciones Máximas de 1,2 y 3 días para la Región Metropolitana (DGA, 1994). Estos valores se contrastaron con los antecedentes disponibles y con los incluidos en el Plan Regulador Metropolitano del Gran Santiago concluyendo que los valores obtenidos son correctos. Así, en la Tabla E- 6 se muestran los resultados obtenidos para cada cuenca.

Tabla E- 6: Precipitaciones Máximas diarias de 10 años de período de retorno.

Quebrada	P ₂₄ ¹⁰ [mm]
Afluente Oscura I	72
Afluente Oscura II	72
Afluente Oscura III	72
Chorro de la Vieja	72
Del Ñinhue	88
El Parrón	84
Huallalolén	87
La Carbonera I	72
La Laguna	77
Las Lechuzas	72
Las Ñipas	77
Las Varas	82
Los Clarines	72
Los Pitufos	77
Los Quillayes	83
Oscura	72
Q2	74
Q3	74
Q7	79
Q9	80
Q10	81
Q11	81
Q12	87
Q13	83
Q14	84
Q15	86
Q16	87
Q17	86
Q18	85
Q19	79

Quebrada	P_{24}^{10} [mm]
Q21	72

Los valores de CD_d y de CF^T fueron obtenidos del Manual de Carreteras (MOP, 2012) para la estación pluviométrica Santiago-Quinta Normal según distintos períodos de retorno. En las Tabla E- 7 y Tabla E- 8 se presentan los valores para estos coeficientes considerados.

Tabla E- 7: Coeficientes de Frecuencia.

Período de Retorno T [años]	CF^T [1 día]
2	0,6
5	0,84
10	1
20	1,15
25	1,2
50	1,35
100	1,5
200	1,64

Fuente: MOP, 2012.

Tabla E- 8: Coeficientes de Duración.

Duración [hr]	CD_d [T=10 años]
1	0,14
2	0,23
4	0,38
6	0,51
8	0,63
10	0,7
12	0,77
14	0,82
18	0,9
24	1

Fuente: MOP, 2012.

En las Tabla E- 9 a Tabla E- 14 se muestran los valores de precipitación, intensidad y caudal obtenidos para cada cuenca según los distintos períodos de retorno considerados.

Tabla E- 9: Caudal instantáneo de 2 años de período de retorno (Método Racional).

Quebrada	T = 2 años				
	A_p [km ²]	P_D^T [mm]	i [mm/hr]	C	Q_i [m ³ /s]
Afluente Oscura I	0,10	6,65	6,65	0,36	0,07
Afluente Oscura II	0,13	6,65	6,65	0,38	0,09
Afluente Oscura III	0,15	6,65	6,65	0,37	0,10
Chorro de la Vieja	0,38	6,65	6,65	0,35	0,25
Del Ñinhue	1,98	8,13	8,13	0,35	1,56
El Parrón	3,60	7,76	7,76	0,35	2,72
Huallalolén	2,98	8,04	8,04	0,35	2,34
La Carbonera I	2,09	6,65	6,65	0,35	1,37
La Laguna	0,42	7,11	7,11	0,55	0,46
Las Lechuzas	2,54	6,65	6,65	0,36	1,69
Las Ñipas / Quebrada Grande	0,55	7,11	7,11	0,48	0,52
Las Varas	3,52	7,58	7,58	0,35	2,61
Los Clarines	0,61	6,65	6,65	0,39	0,44
Los Pitufos (Nido de Águilas)	0,39	7,11	7,11	0,41	0,32
Los Quillayes	2,41	7,67	7,67	0,38	1,96
Oscura	4,38	6,65	6,65	0,35	2,83
Q2	0,46	6,84	6,84	0,35	0,31
Q3	0,19	6,84	6,84	0,35	0,12
Q7	0,42	7,30	7,30	0,38	0,32
Q9	0,17	7,39	7,39	0,37	0,13
Q10	0,27	7,48	7,48	0,40	0,22
Q11	0,30	7,48	7,48	0,42	0,26
Q12	0,50	8,04	8,04	0,35	0,39
Q13	0,50	7,67	7,67	0,35	0,38
Q14	0,48	7,76	7,76	0,35	0,36
Q15	0,73	7,95	7,95	0,35	0,56
Q16	0,95	8,04	8,04	0,35	0,74
Q17	0,20	7,95	7,95	0,35	0,16
Q18	0,14	7,85	7,85	0,35	0,11

Quebrada	T = 2 años				
	A_p [km ²]	P_D^T [mm]	i [mm/hr]	C	Q_i [m ³ /s]
Q19	0,44	7,30	7,30	0,36	0,33
Q21	0,40	6,65	6,65	0,35	0,26

Tabla E- 10: Caudal instantáneo de 10 años de período de retorno (Método Racional).

Quebrada	T = 10 años				
	A_p [km ²]	P_D^T [mm]	i [mm/hr]	C	Q_i [m ³ /s]
Afluente Oscura I	0,10	11,09	11,09	0,36	0,12
Afluente Oscura II	0,13	11,09	11,09	0,38	0,15
Afluente Oscura III	0,15	11,09	11,09	0,37	0,17
Chorro de la Vieja	0,38	11,09	11,09	0,35	0,41
Del Ñinhue	1,98	13,55	13,55	0,35	2,61
El Parrón	3,60	12,94	12,94	0,35	4,53
Huallalolén	2,98	13,40	13,40	0,35	3,89
La Carbonera I	2,09	11,09	11,09	0,35	2,28
La Laguna	0,42	11,86	11,86	0,55	0,77
Las Lechuzas	2,54	11,09	11,09	0,36	2,82
Las Ñipas / Quebrada Grande	0,55	11,86	11,86	0,48	0,87
Las Varas	3,52	12,63	12,63	0,35	4,35
Los Clarines	0,61	11,09	11,09	0,39	0,73
Los Pitufos (Nido de Águilas)	0,39	11,86	11,86	0,41	0,53
Los Quillayes	2,41	12,78	12,78	0,38	3,27
Oscura	4,38	11,09	11,09	0,35	4,72
Q2	0,46	11,40	11,40	0,35	0,51
Q3	0,19	11,40	11,40	0,35	0,21
Q7	0,42	12,17	12,17	0,38	0,53
Q9	0,17	12,32	12,32	0,37	0,22
Q10	0,27	12,47	12,47	0,40	0,37
Q11	0,30	12,47	12,47	0,42	0,44
Q12	0,50	13,40	13,40	0,35	0,65
Q13	0,50	12,78	12,78	0,35	0,63

T = 10 años					
Quebrada	A _p [km ²]	P _D ^T [mm]	i [mm/hr]	C	Q _i [m ³ /s]
Q14	0,48	12,94	12,94	0,35	0,61
Q15	0,73	13,24	13,24	0,35	0,94
Q16	0,95	13,40	13,40	0,35	1,23
Q17	0,20	13,24	13,24	0,35	0,26
Q18	0,14	13,09	13,09	0,35	0,18
Q19	0,44	12,17	12,17	0,36	0,54
Q21	0,40	11,09	11,09	0,35	0,43

Tabla E- 11: Caudal instantáneo de 25 años de período de retorno (Método Racional).

T = 25 años					
Quebrada	A _p [km ²]	P _D ^T [mm]	i [mm/hr]	C	Q _i [m ³ /s]
Afluente Oscura I	0,10	13,31	13,31	0,36	0,14
Afluente Oscura II	0,13	13,31	13,31	0,38	0,18
Afluente Oscura III	0,15	13,31	13,31	0,37	0,20
Chorro de la Vieja	0,38	13,31	13,31	0,35	0,50
Del Ñinhue	1,98	16,26	16,26	0,35	3,13
El Parrón	3,60	15,52	15,52	0,35	5,43
Huallalolén	2,98	16,08	16,08	0,35	4,67
La Carbonera I	2,09	13,31	13,31	0,35	2,74
La Laguna	0,42	14,23	14,23	0,55	0,92
Las Lechuzas	2,54	13,31	13,31	0,36	3,39
Las Ñipas / Quebrada Grande	0,55	14,23	14,23	0,48	1,04
Las Varas	3,52	15,15	15,15	0,35	5,22
Los Clarines	0,61	13,31	13,31	0,39	0,88
Los Pitufos (Nido de Águilas)	0,39	14,23	14,23	0,41	0,63
Los Quillayes	2,41	15,34	15,34	0,38	3,92
Oscura	4,38	13,31	13,31	0,35	5,66
Q2	0,46	13,68	13,68	0,35	0,61
Q3	0,19	13,68	13,68	0,35	0,25
Q7	0,42	14,60	14,60	0,38	0,64

Quebrada	T = 25 años				
	A _p [km ²]	P _D ^T [mm]	i [mm/hr]	C	Q _i [m ³ /s]
Q9	0,17	14,78	14,78	0,37	0,26
Q10	0,27	14,97	14,97	0,40	0,44
Q11	0,30	14,97	14,97	0,42	0,53
Q12	0,50	16,08	16,08	0,35	0,77
Q13	0,50	15,34	15,34	0,35	0,75
Q14	0,48	15,52	15,52	0,35	0,73
Q15	0,73	15,89	15,89	0,35	1,12
Q16	0,95	16,08	16,08	0,35	1,48
Q17	0,20	15,89	15,89	0,35	0,31
Q18	0,14	15,71	15,71	0,35	0,22
Q19	0,44	14,60	14,60	0,36	0,65
Q21	0,40	13,31	13,31	0,35	0,52

Tabla E- 12: Caudal instantáneo de 50 años de período de retorno (Método Racional).

Quebrada	T = 50 años				
	A _p [km ²]	P _D ^T [mm]	i [mm/hr]	C	Q _i [m ³ /s]
Afluente Oscura I	0,10	14,97	14,97	0,36	0,16
Afluente Oscura II	0,13	14,97	14,97	0,38	0,21
Afluente Oscura III	0,15	14,97	14,97	0,37	0,23
Chorro de la Vieja	0,38	14,97	14,97	0,35	0,56
Del Ñinhue	1,98	18,30	18,30	0,35	3,52
El Parrón	3,60	17,46	17,46	0,35	6,11
Huallalolén	2,98	18,09	18,09	0,35	5,26
La Carbonera I	2,09	14,97	14,97	0,35	3,08
La Laguna	0,42	16,01	16,01	0,55	1,04
Las Lechuzas	2,54	14,97	14,97	0,36	3,81
Las Ñipas / Quebrada Grande	0,55	16,01	16,01	0,48	1,17
Las Varas	3,52	17,05	17,05	0,35	5,87
Los Clarines	0,61	14,97	14,97	0,39	0,99
Los Pitufos (Nido de Águilas)	0,39	16,01	16,01	0,41	0,71

T = 50 años					
Quebrada	A _p [km ²]	P _D ^T [mm]	i [mm/hr]	C	Q _i [m ³ /s]
Los Quillayes	2,41	17,26	17,26	0,38	4,41
Oscura	4,38	14,97	14,97	0,35	6,37
Q2	0,46	15,38	15,38	0,35	0,69
Q3	0,19	15,38	15,38	0,35	0,28
Q7	0,42	16,42	16,42	0,38	0,72
Q9	0,17	16,63	16,63	0,37	0,29
Q10	0,27	16,84	16,84	0,40	0,50
Q11	0,30	16,84	16,84	0,42	0,59
Q12	0,50	18,09	18,09	0,35	0,87
Q13	0,50	17,26	17,26	0,35	0,85
Q14	0,48	17,46	17,46	0,35	0,82
Q15	0,73	17,88	17,88	0,35	1,26
Q16	0,95	18,09	18,09	0,35	1,66
Q17	0,20	17,88	17,88	0,35	0,35
Q18	0,14	17,67	17,67	0,35	0,24
Q19	0,44	16,42	16,42	0,36	0,74
Q21	0,40	14,97	14,97	0,35	0,58

Tabla E- 13: Caudal instantáneo de 100 años de período de retorno (Método Racional).

T = 100 años					
Quebrada	A _p [km ²]	P _D ^T [mm]	i [mm/hr]	C	Q _i [m ³ /s]
Afluente Oscura I	0,10	16,63	16,63	0,36	0,17
Afluente Oscura II	0,13	16,63	16,63	0,38	0,23
Afluente Oscura III	0,15	16,63	16,63	0,37	0,26
Chorro de la Vieja	0,38	16,63	16,63	0,35	0,62
Del Ñinhue	1,98	20,33	20,33	0,35	3,91
El Parrón	3,60	19,40	19,40	0,35	6,79
Huallalolén	2,98	20,10	20,10	0,35	5,84
La Carbonera I	2,09	16,63	16,63	0,35	3,42
La Laguna	0,42	17,79	17,79	0,55	1,15

T = 100 años					
Quebrada	A _p [km ²]	P _D ^T [mm]	i [mm/hr]	C	Q _i [m ³ /s]
Las Lechuzas	2,54	16,63	16,63	0,36	4,24
Las Ñipas / Quebrada Grande	0,55	17,79	17,79	0,48	1,30
Las Varas	3,52	18,94	18,94	0,35	6,52
Los Clarines	0,61	16,63	16,63	0,39	1,10
Los Pitufos (Nido de Águilas)	0,39	17,79	17,79	0,41	0,79
Los Quillayes	2,41	19,17	19,17	0,38	4,90
Oscura	4,38	16,63	16,63	0,35	7,08
Q2	0,46	17,09	17,09	0,35	0,77
Q3	0,19	17,09	17,09	0,35	0,31
Q7	0,42	18,25	18,25	0,38	0,80
Q9	0,17	18,48	18,48	0,37	0,32
Q10	0,27	18,71	18,71	0,40	0,55
Q11	0,30	18,71	18,71	0,42	0,66
Q12	0,50	20,10	20,10	0,35	0,97
Q13	0,50	19,17	19,17	0,35	0,94
Q14	0,48	19,40	19,40	0,35	0,91
Q15	0,73	19,87	19,87	0,35	1,40
Q16	0,95	20,10	20,10	0,35	1,85
Q17	0,20	19,87	19,87	0,35	0,39
Q18	0,14	19,64	19,64	0,35	0,27
Q19	0,44	18,25	18,25	0,36	0,82
Q21	0,40	16,63	16,63	0,35	0,65

Tabla E- 14: Caudal instantáneo de 200 años de período de retorno (Método Racional).

T = 200 años					
Quebrada	A _p [km ²]	P _D ^T [mm]	i [mm/hr]	C	Q _i [m ³ /s]
Afluente Oscura I	0,10	18,18	18,18	0,36	0,19
Afluente Oscura II	0,13	18,18	18,18	0,38	0,25
Afluente Oscura III	0,15	18,18	18,18	0,37	0,28
Chorro de la Vieja	0,38	18,18	18,18	0,35	0,68

Quebrada	T = 200 años				
	A_p [km ²]	P_D^T [mm]	i [mm/hr]	C	Q_i [m ³ /s]
Del Ñinhue	1,98	22,23	22,23	0,35	4,27
El Parrón	3,60	21,22	21,22	0,35	7,42
Huallalolén	2,98	21,97	21,97	0,35	6,38
La Carbonera I	2,09	18,18	18,18	0,35	3,74
La Laguna	0,42	19,45	19,45	0,55	1,26
Las Lechuzas	2,54	18,18	18,18	0,36	4,63
Las Ñipas / Quebrada Grande	0,55	19,45	19,45	0,48	1,42
Las Varas	3,52	20,71	20,71	0,35	7,13
Los Clarines	0,61	18,18	18,18	0,39	1,20
Los Pitufos (Nido de Águilas)	0,39	19,45	19,45	0,41	0,86
Los Quillayes	2,41	20,96	20,96	0,38	5,35
Oscura	4,38	18,18	18,18	0,35	7,74
Q2	0,46	18,69	18,69	0,35	0,84
Q3	0,19	18,69	18,69	0,35	0,34
Q7	0,42	19,95	19,95	0,38	0,87
Q9	0,17	20,20	20,20	0,37	0,35
Q10	0,27	20,46	20,46	0,40	0,61
Q11	0,30	20,46	20,46	0,42	0,72
Q12	0,50	21,97	21,97	0,35	1,06
Q13	0,50	20,96	20,96	0,35	1,03
Q14	0,48	21,22	21,22	0,35	1,00
Q15	0,73	21,72	21,72	0,35	1,53
Q16	0,95	21,97	21,97	0,35	2,02
Q17	0,20	21,72	21,72	0,35	0,43
Q18	0,14	21,47	21,47	0,35	0,30
Q19	0,44	19,95	19,95	0,36	0,89
Q21	0,40	18,18	18,18	0,35	0,71

E.2.3.2 Método DGA-AC para crecidas pluviales

El método DGA-AC para crecidas pluviales corresponde a un análisis regional de crecidas de origen pluvial, sustentado en series de caudales máximos anuales generados a partir del análisis de 234 estaciones de control fluviométrico (DGA, 1998).

Brevemente, el método consiste en la determinación de una curva de frecuencias para estimar el caudal máximo puntual de la cuenca aportante. Para esto debe definirse en primera instancia la zona homogénea a la que pertenece la cuenca aportante, y posteriormente definir la curva característica del caudal medio diario máximo en función del período de retorno evaluado. Finalmente dicha curva se convierte a caudal máximo puntual utilizando factores de conversión dependientes asimismo de la zona homogénea.

A continuación se detalla la determinación de la zona homogénea y la curva de frecuencia requerida para la estimación del caudal máximo puntual mediante este método

- **Zona homogénea**

La determinación de la zona homogénea se realiza mediante la ubicación geográfica de la cuenca aportante, la precipitación media anual, la precipitación máxima diaria y la superficie de la quebrada. Considerando que el Proyecto se ubica entre la latitud 33°16'16" y 33°23'53" Sur y que posee una precipitación media anual de 505 mm (estadística obtenida de la estación Mapocho en los Almendros entre 2000-2010), a cada quebrada le corresponde una zona homogénea Pp o Np pluvial según la superficie de la cuenca aportante y la precipitación máxima diaria. En la Tabla E- 15 se presentan las zonas homogéneas obtenidas para cada cuenca.

Tabla E- 15: Zonas Homogéneas.

Quebrada	P ₂₄ [mm]	A _p [km ²]	Zona
Afluente Oscura I	72	0,10	Pp
Afluente Oscura II	72	0,13	Pp
Afluente Oscura III	72	0,15	Pp
Chorro de la Vieja	72	0,38	Pp
Del Ñinhue	88	1,98	Np
El Parrón	84	3,60	Np
Huallalolén	87	2,98	Np
La Carbonera I	72	2,09	Pp
La Laguna	77	0,42	Pp
Las Lechuzas	72	2,54	Pp
Las Ñipas / Quebrada Grande	77	0,55	Pp
Las Varas	82	3,52	Np
Los Clarines	72	0,61	Pp
Los Pitufos (Nido de Águilas)	77	0,39	Pp
Los Quillayes	83	2,41	Np

Quebrada	P ₂₄ [mm]	A _p [km ²]	Zona
Oscura	72	4,38	Pp
Q2	74	0,46	Pp
Q3	74	0,19	Pp
Q7	79	0,42	Pp
Q9	80	0,17	Pp
Q10	81	0,27	Np
Q11	81	0,30	Np
Q12	87	0,50	Np
Q13	83	0,50	Np
Q14	84	0,48	Np
Q15	86	0,73	Np
Q16	87	0,95	Np
Q17	86	0,20	Np
Q18	85	0,14	Np
Q19	79	0,44	Pp
Q21	72	0,40	Pp

- Caudal medio diario máximo de 10 años de período de retorno**

Dado que las cuencas aportantes se ubican en la Región Metropolitana, la determinación del caudal medio diario máximo de 10 años de período de retorno (Q_{10}) se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$Q_{10} = 5,42 \cdot 10^{-8} \cdot A_p^{0,915} \cdot (P_{24}^{10})^{3,432} \quad (4)$$

Dónde:

Q_{10} : caudal medio diario máximo de 10 años de período de retorno [m³/s];

A_p : área pluvial aportante [km²];

PD^{10} : precipitación diaria máxima de 10 años de período de retorno [mm];

Los resultados obtenidos para cuenca se muestran en las Tabla E- 19 a Tabla E- 24.

- Curva de frecuencia y factor de conversión**

Las Tabla E- 16 y Tabla E- 17 resumen las curvas (adimensionales) características de frecuencia regional de caudales medios diarios máximos para las zonas homogéneas Pp y Np pluvial.

Tabla E- 16: Curva de frecuencia regional para zona homogénea pluvial Np.

Período de Retorno T [años]	Q_T/Q_{10}
	Media
2	0,18
5	0,56
10	1,00
20	1,61
25	1,86
50	2,77
75	3,44
100	3,97
200	5,92

Fuente: DGA, 1998.

Tabla E- 17: Curva de frecuencia regional para zona homogénea pluvial Pp.

Período de Retorno T [años]	Q_T/Q_{10}
	Media
2	0,42
5	0,74
10	1,00
20	1,29
25	1,39
50	1,72
75	1,94
100	2,10
200	2,60

Fuente: DGA, 1998.

Cabe notar que el valor correspondiente a 200 años de período de retorno para ambas curvas características se obtuvo mediante extrapolación potencial.

Por otro lado, los factores de conversión (α) de caudal medio diario máximo a caudal máximo puntual para cada zona homogénea se muestra en la Tabla E- 18.

Tabla E- 18: Factores de conversión.

Zona Homogénea	α
Np	1,87

Zona Homogénea	α
Pp	1,43

Fuente: DGA, 1998.

Finalmente, las Tabla E- 19 a Tabla E- 24 resumen el cálculo del caudal máximo puntual considerado para el análisis de una crecida según distintos periodos de retorno.

Tabla E- 19: Caudal instantáneo de 2 años de periodo de retorno (Método DGA-AC).

Quebrada	T = 2 años			
	A_p [km ²]	Q_{10} [m ³ /s]	Q_T [m ³ /s]	Q_i [m ³ /s]
Afluente Oscura I	0,10	0,02	0,01	0,01
Afluente Oscura II	0,13	0,02	0,01	0,01
Afluente Oscura III	0,15	0,02	0,01	0,01
Chorro de la Vieja	0,38	0,05	0,02	0,03
Del Ñinhue	1,98	0,48	0,09	0,16
El Parrón	3,60	0,70	0,13	0,24
Huallalolén	2,98	0,67	0,12	0,22
La Carbonera I	2,09	0,25	0,11	0,15
La Laguna	0,42	0,07	0,03	0,04
Las Lechuzas	2,54	0,30	0,13	0,18
Las Ñipas / Quebrada Grande	0,55	0,09	0,04	0,06
Las Varas	3,52	0,63	0,11	0,21
Los Clarines	0,61	0,08	0,03	0,05
Los Pitufos (Nido de Aguilas)	0,39	0,07	0,03	0,04
Los Quillayes	2,41	0,47	0,08	0,16
Oscura	4,38	0,50	0,21	0,30
Q2	0,46	0,07	0,03	0,04
Q3	0,19	0,03	0,01	0,02
Q7	0,42	0,08	0,03	0,05
Q9	0,17	0,04	0,02	0,02
Q10	0,27	0,06	0,01	0,02
Q11	0,30	0,06	0,01	0,02
Q12	0,50	0,13	0,02	0,04

Quebrada	T = 2 años			
	A _p [km ²]	Q ₁₀ [m ³ /s]	Q _T [m ³ /s]	Q _i [m ³ /s]
Q13	0,50	0,11	0,02	0,04
Q14	0,48	0,11	0,02	0,04
Q15	0,73	0,18	0,03	0,06
Q16	0,95	0,23	0,04	0,08
Q17	0,20	0,05	0,01	0,02
Q18	0,14	0,04	0,01	0,01
Q19	0,44	0,08	0,04	0,05
Q21	0,40	0,06	0,02	0,03

Tabla E- 20: Caudal instantáneo de 10 años de período de retorno (Método DGA-AC).

Quebrada	T = 10 años			
	A _p [km ²]	Q ₁₀ [m ³ /s]	Q _T [m ³ /s]	Q _i [m ³ /s]
Afluente Oscura I	0,10	0,02	0,02	0,02
Afluente Oscura II	0,13	0,02	0,02	0,03
Afluente Oscura III	0,15	0,02	0,02	0,03
Chorro de la Vieja	0,38	0,05	0,05	0,08
Del Ñinhue	1,98	0,48	0,48	0,89
El Parrón	3,60	0,70	0,70	1,31
Huallalolén	2,98	0,67	0,67	1,25
La Carbonera I	2,09	0,25	0,25	0,36
La Laguna	0,42	0,07	0,07	0,11
Las Lechuzas	2,54	0,30	0,30	0,43
Las Ñipas / Quebrada Grande	0,55	0,09	0,09	0,13
Las Varas	3,52	0,63	0,63	1,19
Los Clarines	0,61	0,08	0,08	0,12
Los Pitufos (Nido de Aguilas)	0,39	0,07	0,07	0,10
Los Quillayes	2,41	0,47	0,47	0,87
Oscura	4,38	0,50	0,50	0,71
Q2	0,46	0,07	0,07	0,10
Q3	0,19	0,03	0,03	0,04

Quebrada	T = 10 años			
	A_p [km ²]	Q_{10} [m ³ /s]	Q_T [m ³ /s]	Q_i [m ³ /s]
Q7	0,42	0,08	0,08	0,11
Q9	0,17	0,04	0,04	0,05
Q10	0,27	0,06	0,06	0,11
Q11	0,30	0,06	0,06	0,12
Q12	0,50	0,13	0,13	0,24
Q13	0,50	0,11	0,11	0,21
Q14	0,48	0,11	0,11	0,21
Q15	0,73	0,18	0,18	0,33
Q16	0,95	0,23	0,23	0,44
Q17	0,20	0,05	0,05	0,10
Q18	0,14	0,04	0,04	0,07
Q19	0,44	0,08	0,08	0,12
Q21	0,40	0,06	0,06	0,08

Tabla E- 21: Caudal instantáneo de 25 años de período de retorno (Método DGA-AC).

Quebrada	T = 25 años			
	A_p [km ²]	Q_{10} [m ³ /s]	Q_T [m ³ /s]	Q_i [m ³ /s]
Afluente Oscura I	0,10	0,02	0,02	0,03
Afluente Oscura II	0,13	0,02	0,03	0,04
Afluente Oscura III	0,15	0,02	0,03	0,04
Chorro de la Vieja	0,38	0,05	0,07	0,11
Del Ñinhue	1,98	0,48	0,89	1,66
El Parrón	3,60	0,70	1,31	2,45
Huallalolén	2,98	0,67	1,24	2,32
La Carbonera I	2,09	0,25	0,35	0,50
La Laguna	0,42	0,07	0,10	0,15
Las Lechuzas	2,54	0,30	0,42	0,60
Las Ñipas / Quebrada Grande	0,55	0,09	0,13	0,18
Las Varas	3,52	0,63	1,18	2,21
Los Clarines	0,61	0,08	0,11	0,16

Quebrada	T = 25 años			
	A_p [km ²]	Q_{10} [m ³ /s]	Q_T [m ³ /s]	Q_i [m ³ /s]
Los Pitufos (Nido de Aguilas)	0,39	0,07	0,09	0,14
Los Quillayes	2,41	0,47	0,87	1,63
Oscura	4,38	0,50	0,69	0,98
Q2	0,46	0,07	0,10	0,14
Q3	0,19	0,03	0,04	0,06
Q7	0,42	0,08	0,11	0,16
Q9	0,17	0,04	0,05	0,07
Q10	0,27	0,06	0,11	0,20
Q11	0,30	0,06	0,12	0,23
Q12	0,50	0,13	0,24	0,45
Q13	0,50	0,11	0,21	0,39
Q14	0,48	0,11	0,21	0,39
Q15	0,73	0,18	0,33	0,61
Q16	0,95	0,23	0,43	0,81
Q17	0,20	0,05	0,10	0,19
Q18	0,14	0,04	0,07	0,13
Q19	0,44	0,08	0,12	0,17
Q21	0,40	0,06	0,08	0,11

Tabla E- 22: Caudal instantáneo de 50 años de período de retorno (Método DGA-AC).

Quebrada	T = 50 años			
	A_p [km ²]	Q_{10} [m ³ /s]	Q_T [m ³ /s]	Q_i [m ³ /s]
Afluente Oscura I	0,10	0,02	0,03	0,04
Afluente Oscura II	0,13	0,02	0,03	0,05
Afluente Oscura III	0,15	0,02	0,04	0,06
Chorro de la Vieja	0,38	0,05	0,09	0,13
Del Ñinhue	1,98	0,48	1,32	2,47
El Parrón	3,60	0,70	1,95	3,64
Huallalolén	2,98	0,67	1,85	3,46
La Carbonera I	2,09	0,25	0,43	0,62

T = 50 años				
Quebrada	A _p [km ²]	Q ₁₀ [m ³ /s]	Q _T [m ³ /s]	Q _i [m ³ /s]
La Laguna	0,42	0,07	0,13	0,18
Las Lechuzas	2,54	0,30	0,52	0,74
Las Ñipas / Quebrada Grande	0,55	0,09	0,16	0,23
Las Varas	3,52	0,63	1,76	3,29
Los Clarines	0,61	0,08	0,14	0,20
Los Pitufos (Nido de Aguilas)	0,39	0,07	0,12	0,17
Los Quillayes	2,41	0,47	1,29	2,42
Oscura	4,38	0,50	0,85	1,22
Q2	0,46	0,07	0,12	0,17
Q3	0,19	0,03	0,05	0,08
Q7	0,42	0,08	0,14	0,20
Q9	0,17	0,04	0,06	0,09
Q10	0,27	0,06	0,16	0,30
Q11	0,30	0,06	0,18	0,34
Q12	0,50	0,13	0,36	0,67
Q13	0,50	0,11	0,31	0,57
Q14	0,48	0,11	0,31	0,58
Q15	0,73	0,18	0,49	0,91
Q16	0,95	0,23	0,65	1,21
Q17	0,20	0,05	0,15	0,28
Q18	0,14	0,04	0,11	0,20
Q19	0,44	0,08	0,14	0,21
Q21	0,40	0,06	0,09	0,14

Tabla E- 23: Caudal instantáneo de 100 años de período de retorno (Método DGA-AC).

T = 100 años				
Quebrada	A _p [km ²]	Q ₁₀ [m ³ /s]	Q _T [m ³ /s]	Q _i [m ³ /s]
Afluente Oscura I	0,10	0,02	0,03	0,05
Afluente Oscura II	0,13	0,02	0,04	0,06
Afluente Oscura III	0,15	0,02	0,05	0,07

Quebrada	T = 100 años			
	A_p [km ²]	Q_{10} [m ³ /s]	Q_T [m ³ /s]	Q_i [m ³ /s]
Chorro de la Vieja	0,38	0,05	0,11	0,16
Del Ñinhue	1,98	0,48	1,89	3,54
El Parrón	3,60	0,70	2,79	5,22
Huallalolén	2,98	0,67	2,65	4,95
La Carbonera I	2,09	0,25	0,53	0,76
La Laguna	0,42	0,07	0,15	0,22
Las Lechuzas	2,54	0,30	0,63	0,90
Las Ñipas / Quebrada Grande	0,55	0,09	0,20	0,28
Las Varas	3,52	0,63	2,52	4,71
Los Clarines	0,61	0,08	0,17	0,24
Los Pitufos (Nido de Aguilas)	0,39	0,07	0,14	0,20
Los Quillayes	2,41	0,47	1,86	3,47
Oscura	4,38	0,50	1,04	1,49
Q2	0,46	0,07	0,14	0,21
Q3	0,19	0,03	0,06	0,09
Q7	0,42	0,08	0,17	0,24
Q9	0,17	0,04	0,08	0,11
Q10	0,27	0,06	0,23	0,43
Q11	0,30	0,06	0,26	0,48
Q12	0,50	0,13	0,51	0,96
Q13	0,50	0,11	0,44	0,82
Q14	0,48	0,11	0,44	0,83
Q15	0,73	0,18	0,70	1,31
Q16	0,95	0,23	0,93	1,73
Q17	0,20	0,05	0,22	0,41
Q18	0,14	0,04	0,15	0,28
Q19	0,44	0,08	0,18	0,25
Q21	0,40	0,06	0,12	0,17

Tabla E- 24: Caudal instantáneo de 200 años de período de retorno (Método DGA-AC).

Quebrada	T = 200 años			
	A_p [km ²]	Q_{10} [m ³ /s]	Q_T [m ³ /s]	Q_i [m ³ /s]
Afluente Oscura I	0,10	0,02	0,04	0,06
Afluente Oscura II	0,13	0,02	0,05	0,07
Afluente Oscura III	0,15	0,02	0,06	0,08
Chorro de la Vieja	0,38	0,05	0,14	0,20
Del Ñinhue	1,98	0,48	2,82	5,28
El Parrón	3,60	0,70	4,16	7,78
Huallalolén	2,98	0,67	3,95	7,39
La Carbonera I	2,09	0,25	0,66	0,94
La Laguna	0,42	0,07	0,19	0,27
Las Lechuzas	2,54	0,30	0,78	1,12
Las Ñipas / Quebrada Grande	0,55	0,09	0,24	0,35
Las Varas	3,52	0,63	3,76	7,03
Los Clarines	0,61	0,08	0,21	0,30
Los Pitufos (Nido de Aguilas)	0,39	0,07	0,18	0,25
Los Quillayes	2,41	0,47	2,77	5,17
Oscura	4,38	0,50	1,29	1,84
Q2	0,46	0,07	0,18	0,26
Q3	0,19	0,03	0,08	0,11
Q7	0,42	0,08	0,21	0,30
Q9	0,17	0,04	0,09	0,13
Q10	0,27	0,06	0,34	0,64
Q11	0,30	0,06	0,38	0,72
Q12	0,50	0,13	0,76	1,43
Q13	0,50	0,11	0,66	1,23
Q14	0,48	0,11	0,66	1,24
Q15	0,73	0,18	1,04	1,95
Q16	0,95	0,23	1,38	2,58
Q17	0,20	0,05	0,32	0,61
Q18	0,14	0,04	0,23	0,42
Q19	0,44	0,08	0,22	0,31

Quebrada	T = 200 años			
	A_p [km ²]	Q_{10} [m ³ /s]	Q_T [m ³ /s]	Q_i [m ³ /s]
Q21	0,40	0,06	0,14	0,20

E.2.3.3 Método Verni-King modificado

Este método está basado en la fórmula de Verni y King, que relaciona el caudal instantáneo máximo de una crecida con la precipitación diaria máxima y el área pluvial a través de una relación de potencias.

A la fórmula original, establecida para períodos de retorno mayores que 30 años, se le ha agregado un coeficiente empírico variable con el período de retorno. La fórmula de Verni y King modificada tiene la siguiente forma:

$$Q_i = C_T \cdot 0,00618 \cdot A_p^{0,88} \cdot (P_{24}^T)^{1,24} \quad (5)$$

Donde:

Q_i : caudal instantáneo máximo de T años de período de retorno [m³/s];

A_p : área pluvial aportante [km²];

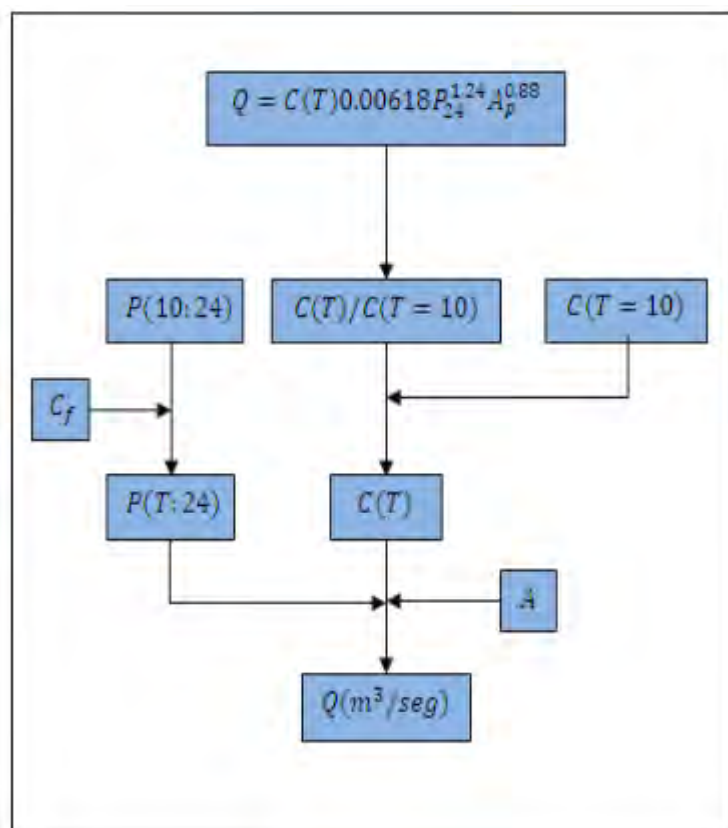
P_{24}^T : precipitación diaria máxima de T años de período de retorno [mm];

C_T : coeficiente empírico de T años de período de retorno [adim.].

El procedimiento de cálculo consiste en determinar el coeficiente empírico del ajuste para 10 años de período de retorno, para después realizar la calibración en función del período de retorno y luego se aplica la fórmula directamente.

La Figura E- 2 obtenida del estudio “Análisis crítico de los modelos para estimar caudales en cuencas sin registro fluviométrico y propuestas de ajustes para su aplicación en cuencas del sur de Chile” (Parra, K. A. , 2009) muestra el esquema de cálculo seguido.

Figura E- 2: Método Verni-King modificado.



Fuente: Parra, K.A., 2009.

- **Coeficiente empírico de 10 años de período de retorno**

Dado que toda el área de estudio se encuentra dentro de la Región Metropolitana, el coeficiente empírico de 10 años de período de retorno es el mismo para todos los casos e igual al valor presentado en la Tabla E- 25.

Tabla E- 25: Coeficiente empírico de 10 años de período de retorno.

Región	C [T=10]
RM (Región V)	0,29

Fuente: DGA, 1998.

- **Curva de frecuencia del coeficiente empírico**

De la misma forma, se estableció la curva de frecuencia del coeficiente empírico según la localización del área de estudio, obteniendo los resultados mostrados en la Tabla E- 26.

Tabla E- 26: Curva de frecuencia del coeficiente empírico.

Período de Retorno T [años]	C _T /C(T=10)
2	0,38
5	0,84

Período de Retorno T [años]	$C_T/C(T=10)$
10	1
20	1,15
25	1,22
50	1,38
100	1,59
200	1,81

Fuente: DGA, 1998.

Cabe notar que el valor correspondiente a 200 años de período de retorno se obtuvo mediante extrapolación potencial.

- *Precipitación diaria máxima*

Para el cálculo de la precipitación diaria máxima asociada al período de retorno se utilizó la ecuación (3) presentada en la sección del presente anexo, obteniendo los resultados comentados en el apartado mencionado.

Finalmente, se aplicó la ecuación (5) obteniendo los resultados presentados en las Tabla E- 27 a Tabla E- 32.

Tabla E- 27: Caudal instantáneo de 2 años de período de retorno (Método Verni-King).

Quebrada	T = 2 años			
	A_p [km²]	C_T	P_T [mm]	Q_i [m³/s]
Huallalolén	2,98	0,11	57,42	0,27
Q12	0,50	0,11	57,42	0,06
Las Lechuzas	2,54	0,11	47,52	0,19
Q21	0,40	0,11	47,52	0,04
Q16	0,95	0,11	57,42	0,10
Q15	0,73	0,11	56,76	0,08
Q18	0,14	0,11	56,10	0,02
Q13	0,50	0,11	54,78	0,05
Q11	0,30	0,11	53,46	0,03
Q10	0,27	0,11	53,46	0,03
Q7	0,42	0,11	52,14	0,04
Q9	0,17	0,11	52,80	0,02
Afluente Oscura I	0,10	0,11	47,52	0,01

	T = 2 años			
Quebrada	A _p [km²]	C _T	P _T [mm]	Q _i [m³/s]
Afluente Oscura II	0,13	0,11	47,52	0,01
Oscura	4,38	0,11	47,52	0,30
El Parrón	3,60	0,11	55,44	0,31
Las Varas	3,52	0,11	54,12	0,29
Los Quillayes	2,41	0,11	54,78	0,21
La Carbonera I	2,09	0,11	47,52	0,16
Del Ñinhue	1,98	0,11	58,08	0,19
Los Pitufos (Nido de Aguilas)	0,39	0,11	50,82	0,04
Q2	0,46	0,11	48,84	0,04
Los Clarines	0,61	0,11	47,52	0,05
Las Ñipas / Quebrada Grande	0,55	0,11	50,82	0,05
Q14	0,48	0,11	55,44	0,05
Q19	0,44	0,11	52,14	0,04
La Laguna	0,42	0,11	50,82	0,04
Chorro de la Vieja	0,38	0,11	47,52	0,03
Q3	0,19	0,11	48,84	0,02
Q17	0,20	0,11	56,76	0,02
Afluente Oscura III	0,15	0,11	47,52	0,02

Tabla E- 28: Caudal instantáneo de 10 años de período de retorno (Método Verni-King).

	T = 10 años			
Quebrada	A _p [km²]	C _T	P _T [mm]	Q _i [m³/s]
Huallalolén	2,98	0,29	95,70	1,34
Q12	0,50	0,29	95,70	0,28
Las Lechuzas	2,54	0,29	79,20	0,92
Q21	0,40	0,29	79,20	0,18
Q16	0,95	0,29	95,70	0,49
Q15	0,73	0,29	94,60	0,38
Q18	0,14	0,29	93,50	0,09
Q13	0,50	0,29	91,30	0,26

Quebrada	T = 10 años			
	A_p [km ²]	C_T	P_T [mm]	Q_i [m ³ /s]
Q11	0,30	0,29	89,10	0,16
Q10	0,27	0,29	89,10	0,15
Q7	0,42	0,29	86,90	0,21
Q9	0,17	0,29	88,00	0,10
Afluente Oscura I	0,10	0,29	79,20	0,06
Afluente Oscura II	0,13	0,29	79,20	0,07
Oscura	4,38	0,29	79,20	1,49
El Parrón	3,60	0,29	92,40	1,51
Las Varas	3,52	0,29	90,20	1,44
Los Quillayes	2,41	0,29	91,30	1,05
La Carbonera I	2,09	0,29	79,20	0,78
Del Ñinhue	1,98	0,29	96,80	0,95
Los Pitufos (Nido de Aguilas)	0,39	0,29	84,70	0,19
Q2	0,46	0,29	81,40	0,21
Los Clarines	0,61	0,29	79,20	0,26
Las Ñipas / Quebrada Grande	0,55	0,29	84,70	0,26
Q14	0,48	0,29	92,40	0,26
Q19	0,44	0,29	86,90	0,22
La Laguna	0,42	0,29	84,70	0,21
Chorro de la Vieja	0,38	0,29	79,20	0,17
Q3	0,19	0,29	81,40	0,10
Q17	0,20	0,29	94,60	0,12
Afluente Oscura III	0,15	0,29	79,20	0,08

Tabla E- 29: Caudal instantáneo de 25 años de período de retorno (Método Verni-King).

Quebrada	T = 25 años			
	A_p [km ²]	C_T	P_T [mm]	Q_i [m ³ /s]
Huallalolén	2,98	0,35	114,84	2,05
Q12	0,50	0,35	114,84	0,42
Las Lechuzas	2,54	0,35	95,04	1,41

Quebrada	T = 25 años			
	A_p [km ²]	C_T	P_T [mm]	Q_i [m ³ /s]
Q21	0,40	0,35	95,04	0,27
Q16	0,95	0,35	114,84	0,75
Q15	0,73	0,35	113,52	0,58
Q18	0,14	0,35	112,20	0,14
Q13	0,50	0,35	109,56	0,40
Q11	0,30	0,35	106,92	0,25
Q10	0,27	0,35	106,92	0,22
Q7	0,42	0,35	104,28	0,32
Q9	0,17	0,35	105,60	0,15
Afluente Oscura I	0,10	0,35	95,04	0,08
Afluente Oscura II	0,13	0,35	95,04	0,10
Oscura	4,38	0,35	95,04	2,27
El Parrón	3,60	0,35	110,88	2,32
Las Varas	3,52	0,35	108,24	2,21
Los Quillayes	2,41	0,35	109,56	1,60
La Carbonera I	2,09	0,35	95,04	1,19
Del Ñinhue	1,98	0,35	116,16	1,45
Los Pitufos (Nido de Aguilas)	0,39	0,35	101,64	0,29
Q2	0,46	0,35	97,68	0,32
Los Clarines	0,61	0,35	95,04	0,40
Las Ñipas / Quebrada Grande	0,55	0,35	101,64	0,40
Q14	0,48	0,35	110,88	0,40
Q19	0,44	0,35	104,28	0,34
La Laguna	0,42	0,35	101,64	0,32
Chorro de la Vieja	0,38	0,35	95,04	0,26
Q3	0,19	0,35	97,68	0,15
Q17	0,20	0,35	113,52	0,19
Afluente Oscura III	0,15	0,35	95,04	0,12

Tabla E- 30: Caudal instantáneo de 50 años de período de retorno (Método Verni-King).

Quebrada	T = 50 años			
	A _p [km²]	C _T	P _T [mm]	Q _i [m³/s]
Huallalolén	2,98	0,40	129,20	2,68
Q12	0,50	0,40	129,20	0,55
Las Lechuzas	2,54	0,40	106,92	1,84
Q21	0,40	0,40	106,92	0,36
Q16	0,95	0,40	129,20	0,98
Q15	0,73	0,40	127,71	0,76
Q18	0,14	0,40	126,23	0,18
Q13	0,50	0,40	123,26	0,53
Q11	0,30	0,40	120,29	0,33
Q10	0,27	0,40	120,29	0,29
Q7	0,42	0,40	117,32	0,42
Q9	0,17	0,40	118,80	0,19
Afluente Oscura I	0,10	0,40	106,92	0,11
Afluente Oscura II	0,13	0,40	106,92	0,13
Oscura	4,38	0,40	106,92	2,98
El Parrón	3,60	0,40	124,74	3,03
Las Varas	3,52	0,40	121,77	2,89
Los Quillayes	2,41	0,40	123,26	2,10
La Carbonera I	2,09	0,40	106,92	1,56
Del Ñinhue	1,98	0,40	130,68	1,90
Los Pitufos (Nido de Aguilas)	0,39	0,40	114,35	0,38
Q2	0,46	0,40	109,89	0,42
Los Clarines	0,61	0,40	106,92	0,52
Las Ñipas / Quebrada Grande	0,55	0,40	114,35	0,52
Q14	0,48	0,40	124,74	0,52
Q19	0,44	0,40	117,32	0,44
La Laguna	0,42	0,40	114,35	0,41
Chorro de la Vieja	0,38	0,40	106,92	0,35
Q3	0,19	0,40	109,89	0,19
Q17	0,20	0,40	127,71	0,25

T = 50 años				
Quebrada	A _p [km²]	C _T	P _T [mm]	Q _i [m³/s]
Afluente Oscura III	0,15	0,40	106,92	0,15

Tabla E- 31: Caudal instantáneo de 100 años de período de retorno (Método Verni-King).

T = 100 años				
Quebrada	A _p [km²]	C _T	P _T [mm]	Q _i [m³/s]
Huallalolén	2,98	0,46	143,55	3,52
Q12	0,50	0,46	143,55	0,73
Las Lechuzas	2,54	0,46	118,80	2,42
Q21	0,40	0,46	118,80	0,47
Q16	0,95	0,46	143,55	1,28
Q15	0,73	0,46	141,90	1,00
Q18	0,14	0,46	140,25	0,24
Q13	0,50	0,46	136,95	0,69
Q11	0,30	0,46	133,65	0,43
Q10	0,27	0,46	133,65	0,39
Q7	0,42	0,46	130,35	0,55
Q9	0,17	0,46	132,00	0,25
Afluente Oscura I	0,10	0,46	118,80	0,14
Afluente Oscura II	0,13	0,46	118,80	0,18
Oscura	4,38	0,46	118,80	3,91
El Parrón	3,60	0,46	138,60	3,98
Las Varas	3,52	0,46	135,30	3,79
Los Quillayes	2,41	0,46	136,95	2,75
La Carbonera I	2,09	0,46	118,80	2,04
Del Ñinhue	1,98	0,46	145,20	2,49
Los Pitufos (Nido de Aguilas)	0,39	0,46	127,05	0,50
Q2	0,46	0,46	122,10	0,55
Los Clarines	0,61	0,46	118,80	0,69
Las Ñipas / Quebrada Grande	0,55	0,46	127,05	0,68
Q14	0,48	0,46	138,60	0,68

T = 100 años				
Quebrada	A _p [km ²]	C _T	P _T [mm]	Q _i [m ³ /s]
Q19	0,44	0,46	130,35	0,58
La Laguna	0,42	0,46	127,05	0,54
Chorro de la Vieja	0,38	0,46	118,80	0,45
Q3	0,19	0,46	122,10	0,25
Q17	0,20	0,46	141,90	0,33
Afluente Oscura III	0,15	0,46	118,80	0,20

Tabla E- 32: Caudal instantáneo de 200 años de período de retorno (Método Verni-King).

T = 200 años				
Quebrada	A _p [km ²]	C _T	P _T [mm]	Q _i [m ³ /s]
Huallalolén	2,98	0,53	156,95	4,48
Q12	0,50	0,53	156,95	0,92
Las Lechuzas	2,54	0,53	129,89	3,08
Q21	0,40	0,53	129,89	0,60
Q16	0,95	0,53	156,95	1,63
Q15	0,73	0,53	155,14	1,28
Q18	0,14	0,53	153,34	0,30
Q13	0,50	0,53	149,73	0,88
Q11	0,30	0,53	146,12	0,55
Q10	0,27	0,53	146,12	0,49
Q7	0,42	0,53	142,52	0,71
Q9	0,17	0,53	144,32	0,32
Afluente Oscura I	0,10	0,53	129,89	0,18
Afluente Oscura II	0,13	0,53	129,89	0,22
Oscura	4,38	0,53	129,89	4,97
El Parrón	3,60	0,53	151,54	5,06
Las Varas	3,52	0,53	147,93	4,82
Los Quillayes	2,41	0,53	149,73	3,50
La Carbonera I	2,09	0,53	129,89	2,60
Del Ñinhue	1,98	0,53	158,75	3,17

Quebrada	T = 200 años			
	A_p [km ²]	C_T	P_T [mm]	Q_i [m ³ /s]
Los Pitufos (Nido de Aguilas)	0,39	0,53	138,91	0,64
Q2	0,46	0,53	133,50	0,71
Los Clarines	0,61	0,53	129,89	0,87
Las Ñipas / Quebrada Grande	0,55	0,53	138,91	0,87
Q14	0,48	0,53	151,54	0,86
Q19	0,44	0,53	142,52	0,74
La Laguna	0,42	0,53	138,91	0,69
Chorro de la Vieja	0,38	0,53	129,89	0,58
Q3	0,19	0,53	133,50	0,32
Q17	0,20	0,53	155,14	0,41
Afluente Oscura III	0,15	0,53	129,89	0,25

E.2.3.4 Análisis de resultados

Los resultados obtenidos muestran el caudal estimado mediante el método racional es más conservador que el caudal estimado mediante el método DGA-AC o el método Verni-King modificado. En términos prácticos el método racional tiende a sobreestimar los caudales máximos puntuales en relación a su período de retorno, mientras que el método DGA-AC tiende a minimizar estos errores a medida que aumenta el período de retorno (DGA, 1998). Por otro lado, el método Verni-King modificado arroja valores de caudal intermedios respecto a los otros métodos considerados para caudales pequeños (inferiores a 3 m³/s), mientras que para mayores valores de caudal tiende a subestimar respecto a los otros métodos. La Tabla E- 33 muestra las conclusiones comentadas, centrándose en los valores de caudal con 100 años de período de retorno que va a ser el utilizado en la modelación hidráulica.

Tabla E- 33: Caudales instantáneos de 100 años de período de retorno.

Quebrada	DGA-AC	VERNI-KING	RACIONAL
	Q_i [m ³ /s]	Q_i [m ³ /s]	Q_i [m ³ /s]
Afluente Oscura I	0,05	0,14	0,17
Afluente Oscura II	0,06	0,18	0,23
Afluente Oscura III	0,07	0,20	0,26
Chorro de la Vieja	0,16	0,45	0,62
Del Ñinhue	3,54	2,49	3,91
El Parrón	5,22	3,98	6,79

Quebrada	DGA-AC	VERNI-KING	RACIONAL
	Q _i [m³/s]	Q _i [m³/s]	Q _i [m³/s]
Huallalolén	4,95	3,52	5,84
La Carbonera I	0,76	2,04	3,42
La Laguna	0,22	0,54	1,15
Las Lechuzas	0,90	2,42	4,24
Las Ñipas	0,28	0,68	1,30
Las Varas	4,71	3,79	6,52
Los Clarines	0,24	0,69	1,10
Los Pitufos	0,20	0,50	0,79
Los Quillayes	3,47	2,75	4,90
Oscura	1,49	3,91	7,08
Q2	0,21	0,55	0,77
Q3	0,09	0,25	0,31
Q7	0,24	0,55	0,80
Q9	0,11	0,25	0,32
Q10	0,43	0,39	0,55
Q11	0,48	0,43	0,66
Q12	0,96	0,73	0,97
Q13	0,82	0,69	0,94
Q14	0,83	0,68	0,91
Q15	1,31	1,00	1,40
Q16	1,73	1,28	1,85
Q17	0,41	0,33	0,39
Q18	0,28	0,24	0,27
Q19	0,25	0,58	0,82
Q21	0,17	0,47	0,65

No obstante, dado que se busca evaluar el comportamiento de las quebradas frente a un evento de escorrentía de 100 años, se considera relevante escoger el caudal más conservador. Por ende, para efectos de evaluación del efecto de una crecida de 100 años de período de retorno sobre cada cuenca se considera el caudal máximo puntual derivado mediante el método racional.

E.2.4 Modelación hidráulica

La evaluación del comportamiento hidráulico de cada subcuenca, considerando la crecida para 100 años de período de retorno, se realizó con el programa HEC-RAS¹ que permite simular el comportamiento hidráulico de un río unidimensional bajo condiciones de régimen tanto permanente como impermanente gradualmente variado (Brunner, 2010). En este caso, se realizó una simulación de flujo permanente con un caudal de entrada igual al obtenido mediante el método racional para un período de retorno de 100 años.

La descripción de cada quebrada se realizó mediante perfiles transversales en el tramo final del cauce, con especial énfasis en aquellos tramos del cauce dentro del límite urbano, separados aproximadamente cada 10-20 m y con un ancho entre 25 y 50 m. Estos perfiles fueron obtenidos a partir del modelo digital de elevaciones. Específicamente, se realizó la simulación del tramo de cauce dentro del límite urbano y de 100 a 200 m aguas arriba del mismo.

Los coeficientes de rugosidad de Manning tanto del lecho como las riberas de los cauces se derivaron mediante el análisis de imágenes aéreas del área de estudio, junto con la evaluación visual que se realizó durante las visitas a terreno. Para ello se realizaron mapas de usos del suelo mediante un sistema de información geográfica (SIG) a los que se asociaron los coeficientes de rugosidad de Manning (Chow, et al., 1994) que se observan en la Tabla E- 34.

Tabla E- 34: Coeficiente de Manning asociado a cada tipo de suelo

Tipo de Suelo	Coeficiente Manning
Vegetación densa	0,1
Vegetación dispersa	0,05
Camino tierra	0,02
Carretera	0,01
Cauce natural con veget.	0,04
Cultivos	0,04
Residencial	0,01
Suelo desnudo	0,03
Pastizal corto	0,03

Tanto para el caso de las condiciones dispuestas en la estación ubicada más aguas abajo y aguas arriba en la subcuenca, la condición de borde fue definida en base a la pendiente de fricción a lo largo de las superficies de agua a medida que escurre el caudal.

A continuación se muestran los resultados obtenidos de la modelación hidráulica en cada una de las subcuencas.

E.2.4.1 Afluente Oscura I

¹ Desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos.

La Tabla E- 35 muestra los resultados obtenidos de la modelación hidráulica relacionados con las cotas, profundidad y pendiente de fricción.

Tabla E- 35: Resultados de la modelación hidráulica (I). Afluente Oscura I.

Perfil	Q [m ³ /s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{nivel} agua [m]	Línea energía [m]	Grad. [m/m]	Energía H [m]
380	0,17	964,01	964,12	964,19	0,42	0,12
370	0,17	959,86	959,98	960,03	0,42	0,12
360	0,17	955,86	955,97	956,03	0,39	0,11
350	0,17	950,97	951,13	951,23	0,61	0,16
340	0,17	947,68	947,77	947,80	0,24	0,09
330	0,17	944,94	945,05	945,09	0,30	0,11
320	0,17	941,91	942,06	942,10	0,29	0,15
310	0,17	939,76	939,94	939,95	0,05	0,18
300	0,17	938,97	939,11	939,14	0,18	0,13
290	0,17	937,36	937,50	937,53	0,15	0,14
280	0,17	935,54	935,68	935,72	0,23	0,14
270	0,17	933,73	933,87	933,89	0,15	0,13
260	0,17	931,90	931,98	932,01	0,25	0,08
250	0,17	929,56	929,60	929,96	0,08	0,05
240	0,17	928,09	928,15	928,84	0,15	0,06
230	0,17	926,60	926,64	927,52	0,31	0,04
220	0,17	925,13	925,20	925,33	0,14	0,08
210	0,17	923,45	923,52	923,69	0,20	0,07
200	0,17	921,80	921,89	922,01	0,14	0,08
190	0,17	920,14	920,20	920,32	0,20	0,06
180	0,17	919,14	919,23	919,27	0,06	0,09
170	0,17	917,87	917,92	918,00	0,39	0,05
160	0,17	916,89	916,97	917,00	0,04	0,08
150	0,17	915,83	915,88	916,09	0,28	0,06
140	0,17	913,95	914,01	914,11	0,14	0,06
130	0,17	913,00	913,09	913,16	0,07	0,09
120	0,17	912,00	912,04	912,13	0,18	0,05

Perfil	Q [m³/s]	Cota fondo [m]	Cota nivel agua [m]	Línea energía [m]	Grad. [m/m]	Energía	H [m]
110	0,17	910,96	911,03	911,09	0,07		0,07
100	0,17	909,94	910,02	910,08	0,17		0,08
90	0,17	909,20	909,26	909,30	0,04		0,07
80	0,17	908,34	908,38	908,46	0,21		0,04
70	0,17	907,58	907,63	907,66	0,04		0,05
60	0,17	906,99	907,04	907,22	0,04		0,04
50	0,17	906,28	906,32	906,63	0,08		0,04
40	0,17	905,61	905,64	905,87	0,07		0,03
30	0,17	904,80	904,86	904,93	0,12		0,06
20	0,17	904,09	904,16	904,18	0,07		0,07
10	0,17	903,11	903,18	903,22	0,14		0,07

La Tabla E- 36 recoge los valores dinámicos obtenidos de la simulación hidráulica.

Tabla E- 36: Resultados de la modelación hidráulica (II). Afluente Oscura I.

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
380	0,17	1,12	0,15	2,06	1,32
370	0,17	1,01	0,17	2,68	1,29
360	0,17	1,07	0,16	2,21	1,27
350	0,17	1,42	0,12	1,51	1,61
340	0,17	0,82	0,21	3,05	1,00
330	0,17	0,94	0,18	2,54	1,13
320	0,17	0,86	0,20	3,15	1,09
310	0,17	0,46	0,37	3,69	0,46
300	0,17	0,78	0,22	2,75	0,88
290	0,17	0,77	0,22	2,46	0,81
280	0,17	0,89	0,19	2,34	1,00
270	0,17	0,76	0,22	2,52	0,82
260	0,17	0,81	0,21	3,15	1,01
250	0,17	2,64	0,06	2,28	5,00
240	0,17	3,68	0,05	1,59	6,91

Perfil	Q [m ³ /s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m ²]	Ancho [m]	Froude
230	0,17	4,16	0,04	1,99	9,26
220	0,17	1,57	0,11	2,37	2,34
210	0,17	1,86	0,09	2,06	2,81
200	0,17	1,55	0,11	2,52	2,38
190	0,17	1,58	0,11	3,14	2,73
180	0,17	0,97	0,18	4,40	1,55
170	0,17	1,28	0,13	8,86	3,32
160	0,17	0,80	0,21	5,39	1,30
150	0,17	2,01	0,08	2,18	3,26
140	0,17	1,36	0,12	3,51	2,31
130	0,17	1,16	0,15	2,97	1,66
120	0,17	1,31	0,13	4,62	2,48
110	0,17	1,08	0,16	3,53	1,64
100	0,17	1,16	0,15	5,94	2,35
90	0,17	0,83	0,20	4,99	1,32
80	0,17	1,27	0,13	5,46	2,60
70	0,17	0,75	0,23	6,14	1,25
60	0,17	1,90	0,09	3,24	3,65
50	0,17	2,48	0,07	2,63	4,92
40	0,17	2,11	0,08	3,48	4,44
30	0,17	1,14	0,15	4,07	1,89
20	0,17	0,68	0,25	5,30	1,01
10	0,17	0,86	0,20	5,20	1,40

Finalmente, los valores máximos de profundidad, velocidad y ancho de flujo se muestran en la Tabla E- 37.

Tabla E- 37: Valores máximos de interés. Afluente Oscura I.

H _{máx} [m]	V _{máx} [m/s]	W _{máx} [m]
0,18	4,16	8,86

E.2.4.2 Afluente Oscura II

La Tabla E- 38 muestra los resultados obtenidos de la modelación hidráulica relacionados con las cotas, profundidad y pendiente de fricción.

Tabla E- 38: Resultados de la modelación hidráulica (I). Afluente Oscura II.

Perfil	Q [m ³ /s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
570	0,23	1015,22	1015,30	1015,75	0,20	0,08
560	0,23	1013,24	1013,31	1013,76	0,20	0,07
550	0,23	1010,36	1010,46	1010,52	0,56	0,10
540	0,23	1007,02	1007,10	1007,13	0,25	0,08
530	0,23	1003,42	1003,53	1003,61	0,53	0,11
520	0,23	999,73	999,83	999,88	0,27	0,10
510	0,23	996,48	996,61	996,68	0,38	0,13
500	0,23	993,55	993,71	993,76	0,29	0,16
490	0,23	990,64	990,83	990,89	0,28	0,19
480	0,23	988,43	988,60	988,64	0,14	0,17
470	0,23	986,76	986,90	986,95	0,22	0,14
460	0,23	984,44	984,56	984,60	0,25	0,12
450	0,23	982,08	982,22	982,27	0,23	0,14
440	0,23	979,95	980,06	980,11	0,21	0,11
430	0,23	977,97	978,16	978,20	0,18	0,19
420	0,23	976,05	976,24	976,30	0,21	0,19
410	0,23	974,20	974,34	974,38	0,18	0,14
400	0,23	972,16	972,26	972,29	0,25	0,10
390	0,23	969,09	969,20	969,26	0,38	0,11
380	0,23	964,68	964,83	964,94	0,50	0,15
370	0,23	959,88	960,06	960,16	0,46	0,18
360	0,23	957,02	957,19	957,24	0,22	0,17
350	0,23	954,09	954,26	954,34	0,39	0,17
340	0,23	949,86	949,98	950,07	0,47	0,12
330	0,23	947,64	947,77	947,81	0,23	0,13
320	0,23	945,33	945,47	945,52	0,23	0,14
310	0,23	942,72	942,85	942,91	0,29	0,13

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
300	0,23	940,00	940,10	940,14	0,26	0,10
290	0,23	937,77	937,87	937,90	0,17	0,10
280	0,23	935,75	935,89	935,93	0,23	0,14
270	0,23	933,61	933,71	933,74	0,19	0,10
260	0,23	931,50	931,65	931,70	0,22	0,15
250	0,23	929,85	930,06	930,07	0,02	0,21
240	0,23	929,32	929,49	929,53	0,23	0,17
230	0,23	927,84	928,03	928,03	0,02	0,19
220	0,23	927,45	927,58	927,62	0,23	0,13
210	0,23	926,11	926,32	926,33	0,03	0,21
200	0,23	925,54	925,71	925,74	0,18	0,17
190	0,23	924,35	924,53	924,55	0,08	0,18
180	0,23	923,71	923,91	923,92	0,05	0,20
170	0,23	922,88	923,02	923,06	0,19	0,14
160	0,23	920,84	920,99	921,04	0,22	0,15
150	0,23	919,66	919,82	919,83	0,05	0,16
140	0,23	919,12	919,26	919,28	0,06	0,14
130	0,23	917,99	918,14	918,18	0,24	0,15
120	0,23	917,34	917,41	917,48	0,03	0,07
110	0,23	916,50	916,54	916,78	0,24	0,04
100	0,23	915,35	915,42	915,55	0,07	0,07
90	0,23	914,00	914,09	914,47	0,17	0,09
80	0,23	913,56	913,65	913,73	0,03	0,09
70	0,23	912,62	912,66	912,94	0,32	0,04
60	0,23	911,79	911,86	911,94	0,04	0,07
50	0,23	911,25	911,31	911,40	0,06	0,06
40	0,23	910,62	910,68	910,77	0,06	0,06
30	0,23	909,91	909,99	910,12	0,07	0,08
20	0,23	907,65	907,69	908,40	0,97	0,04

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
10	0,23	906,02	906,11	906,29	0,11	0,09

La Tabla E- 39 recoge los valores dinámicos obtenidos de la simulación hidráulica.

Tabla E- 39: Resultados de la modelación hidráulica (II). Afluente Oscura II.

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
570	0,23	2,95	0,08	1,61	4,27
560	0,23	2,97	0,08	1,57	4,28
550	0,23	1,12	0,21	3,59	1,49
540	0,23	0,78	0,30	4,78	1,00
530	0,23	1,29	0,18	2,40	1,51
520	0,23	0,95	0,24	3,16	1,09
510	0,23	1,16	0,20	2,41	1,29
500	0,23	1,02	0,23	2,74	1,13
490	0,23	1,13	0,20	2,03	1,14
480	0,23	0,87	0,26	2,23	0,81
470	0,23	0,96	0,24	2,53	1,00
460	0,23	0,96	0,24	2,86	1,06
450	0,23	1,00	0,23	2,44	1,03
440	0,23	0,94	0,24	2,56	0,97
430	0,23	0,92	0,25	2,40	0,91
420	0,23	1,03	0,22	2,00	0,99
410	0,23	0,83	0,28	3,13	0,90
400	0,23	0,78	0,30	4,76	1,00
390	0,23	1,05	0,22	3,07	1,26
380	0,23	1,40	0,16	1,80	1,49
370	0,23	1,45	0,16	1,56	1,45
360	0,23	0,99	0,23	2,38	1,02
350	0,23	1,23	0,19	2,09	1,31
340	0,23	1,30	0,18	2,14	1,44

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
330	0,23	0,91	0,25	2,99	1,00
320	0,23	0,93	0,25	2,91	1,02
310	0,23	1,04	0,22	2,65	1,14
300	0,23	0,94	0,24	3,03	1,06
290	0,23	0,75	0,31	4,05	0,86
280	0,23	0,89	0,26	3,15	1,00
270	0,23	0,76	0,30	4,12	0,90
260	0,23	0,95	0,24	2,64	1,00
250	0,23	0,43	0,54	3,50	0,35
240	0,23	0,95	0,24	2,69	1,02
230	0,23	0,32	0,73	5,89	0,29
220	0,23	0,87	0,26	3,46	1,01
210	0,23	0,46	0,50	3,49	0,39
200	0,23	0,83	0,28	3,14	0,90
190	0,23	0,71	0,32	2,66	0,65
180	0,23	0,53	0,44	3,73	0,49
170	0,23	0,90	0,26	2,71	0,93
160	0,23	0,96	0,24	2,52	1,00
150	0,23	0,46	0,50	5,37	0,48
140	0,23	0,50	0,46	5,08	0,53
130	0,23	0,89	0,26	3,31	1,01
120	0,23	1,17	0,20	4,19	1,73
110	0,23	2,13	0,11	4,13	4,22
100	0,23	1,64	0,14	3,29	2,53
90	0,23	2,73	0,08	1,76	3,98
80	0,23	1,27	0,18	3,52	1,78
70	0,23	2,35	0,10	4,11	4,87
60	0,23	1,23	0,19	4,67	1,96
50	0,23	1,37	0,17	4,71	2,32
40	0,23	1,35	0,17	4,78	2,28

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
30	0,23	1,63	0,14	3,15	2,45
20	0,23	3,71	0,06	2,98	8,22
10	0,23	1,87	0,12	3,29	3,09

Finalmente, los valores máximos de profundidad, velocidad y ancho de flujo se muestran en la Tabla E- 40.

Tabla E- 40: Valores máximos de interés. Afluente Oscura II.

H _{máx} [m]	V _{máx} [m/s]	W _{máx} [m]
0,21	3,71	5,89

E.2.4.3 Afluente Oscura III

La Tabla E- 41 muestra los resultados obtenidos de la modelación hidráulica relacionados con las cotas, profundidad y pendiente de fricción.

Tabla E- 41: Resultados de la modelación hidráulica (I). Afluente Oscura III.

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
692	0,26	1066,30	1066,26	1066,35	0,55	0,11
675	0,26	1056,96	1057,02	1057,11	0,82	0,07
665	0,26	1052,57	1052,47	1052,52	0,37	0,11
654	0,26	1048,41	1048,50	1048,56	0,39	0,10
650	0,26	1046,77	1046,85	1046,91	0,39	0,14
639	0,26	1042,40	1042,51	1042,58	0,44	0,11
631	0,26	1038,77	1038,92	1039,02	0,43	0,15
625	0,26	1035,85	1036,08	1036,21	0,47	0,23
617	0,26	1032,13	1032,27	1032,37	0,44	0,14
607	0,26	1028,71	1028,85	1028,91	0,28	0,14
600	0,26	1025,89	1026,02	1026,15	0,63	0,16
594	0,26	1023,15	1023,33	1023,42	0,33	0,18

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
587	0,26	1019,94	1020,10	1020,26	0,70	0,16
581	0,26	1017,20	1017,33	1017,39	0,31	0,13
575	0,26	1014,23	1014,34	1014,53	0,94	0,11
571	0,26	1012,27	1012,35	1012,43	0,31	0,15
564	0,26	1009,63	1009,73	1009,80	0,53	0,10
558	0,26	1007,39	1007,50	1007,55	0,23	0,15
550	0,26	1005,41	1005,55	1005,61	0,26	0,14
545	0,26	1003,83	1004,04	1004,12	0,30	0,22
537	0,26	1001,57	1001,74	1001,81	0,31	0,17
531	0,26	999,67	999,83	999,92	0,31	0,18
525	0,26	997,51	997,68	997,76	0,41	0,17
519	0,26	996,14	996,40	996,44	0,10	0,27
513	0,26	995,51	995,68	995,72	0,13	0,17
508	0,26	994,69	994,86	994,92	0,22	0,18
500	0,26	992,04	992,15	992,25	0,53	0,12
491	0,26	988,06	988,29	988,39	0,36	0,23
484	0,26	986,15	986,39	986,46	0,21	0,25
475	0,26	983,45	983,60	983,70	0,53	0,14
469	0,26	981,73	981,90	981,95	0,22	0,17
462	0,26	980,01	980,34	980,40	0,16	0,33
455	0,26	978,96	979,15	979,21	0,20	0,19
450	0,26	977,59	977,75	977,83	0,34	0,17
444	0,26	976,45	976,60	976,65	0,21	0,15
436	0,26	974,00	974,22	974,34	0,42	0,22
425	0,26	971,08	971,22	971,26	0,20	0,14
411	0,26	967,85	968,04	968,05	0,02	0,19
400	0,26	967,38	967,51	967,56	0,20	0,13
389	0,26	965,84	966,03	966,04	0,02	0,19
381	0,26	965,51	965,69	965,71	0,08	0,18

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
375	0,26	964,78	964,95	965,00	0,21	0,17
368	0,26	963,74	963,92	963,94	0,06	0,18
360	0,26	962,89	963,07	963,12	0,22	0,18
350	0,26	960,16	960,32	960,40	0,33	0,16
345	0,26	959,34	959,49	959,55	0,20	0,16
336	0,26	957,60	957,77	957,81	0,18	0,17
325	0,26	955,49	955,64	955,68	0,19	0,15
316	0,26	953,72	953,88	953,92	0,19	0,15
308	0,26	951,94	952,11	952,19	0,30	0,17
300	0,26	950,50	950,63	950,67	0,19	0,13
295	0,26	949,65	949,86	949,87	0,04	0,21
289	0,26	949,31	949,48	949,51	0,14	0,17
275	0,26	947,30	947,45	947,49	0,14	0,15
262	0,26	945,38	945,51	945,54	0,16	0,17
250	0,26	943,19	943,33	943,38	0,22	0,15
238	0,26	940,08	940,32	940,34	0,04	0,24
225	0,26	939,28	939,44	939,47	0,10	0,16
211	0,26	937,38	937,52	937,56	0,19	0,14
200	0,26	935,81	935,97	935,99	0,06	0,15
193	0,26	935,07	935,22	935,26	0,20	0,15
185	0,26	933,50	933,64	933,69	0,20	0,14
175	0,26	931,07	931,23	931,29	0,32	0,16
150	0,26	926,08	926,27	926,30	0,08	0,19
142	0,26	925,11	925,27	925,32	0,21	0,16
125	0,26	921,95	922,11	922,13	0,09	0,16
117	0,26	920,86	921,05	921,11	0,20	0,19
107	0,26	919,74	919,92	919,93	0,03	0,18
100	0,26	919,25	919,37	919,40	0,21	0,12
86	0,26	917,59	917,64	917,92	0,06	0,04

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
75	0,26	916,40	916,45	916,98	0,12	0,05
66	0,26	915,45	915,47	915,78	0,12	0,03
61	0,26	914,83	914,82	915,08	0,22	0,05
57	0,26	914,29	914,24	914,38	0,09	0,06
50	0,26	913,43	913,43	913,64	0,15	0,05
25	0,26	911,20	911,27	911,41	0,06	0,07

La Tabla E- 42 recoge los valores dinámicos obtenidos de la simulación hidráulica.

Tabla E- 42: Resultados de la modelación hidráulica (II). Afluente Oscura III.

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
692	0,26		0,20	2,67	0,00
675	0,26	1,18	0,20	3,57	1,73
665	0,26		0,25	3,58	0,00
654	0,26	0,85	0,26	4,26	1,21
650	0,26	0,59	0,26	4,49	1,11
639	0,26	1,25	0,22	3,19	1,40
631	0,26	1,38	0,20	2,45	1,41
625	0,26	1,59	0,16	1,39	1,48
617	0,26	1,37	0,20	2,23	1,42
607	0,26	1,06	0,25	2,77	1,13
600	0,26	1,34	0,17	2,04	1,62
594	0,26	1,31	0,20	2,01	1,26
587	0,26	1,79	0,15	1,67	1,80
581	0,26	1,16	0,24	2,84	1,19
575	0,26	1,95	0,13	1,55	2,05
571	0,26	0,74	0,22	2,39	1,06
564	0,26	1,24	0,22	3,55	1,49
558	0,26	0,75	0,27	3,07	0,97
550	0,26	1,09	0,25	2,69	1,10

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
545	0,26	1,21	0,21	2,01	1,18
537	0,26	1,17	0,22	2,27	1,20
531	0,26	1,33	0,20	1,76	1,23
525	0,26	1,26	0,21	2,44	1,35
519	0,26	0,82	0,32	2,30	0,70
513	0,26	0,88	0,31	2,92	0,81
508	0,26	1,01	0,26	2,50	1,01
500	0,26	1,27	0,19	2,32	1,49
491	0,26	1,41	0,18	1,52	1,29
484	0,26	1,15	0,23	1,69	1,00
475	0,26	1,46	0,18	2,15	1,54
469	0,26	1,01	0,26	2,55	1,01
462	0,26	1,05	0,25	1,63	0,86
455	0,26	1,08	0,25	2,38	1,00
450	0,26	1,26	0,22	2,43	1,27
444	0,26	1,00	0,26	2,58	1,00
436	0,26	1,56	0,17	1,58	1,42
425	0,26	0,96	0,28	3,00	0,98
411	0,26	0,41	0,71	5,85	0,33
400	0,26	0,95	0,28	3,44	0,96
389	0,26	0,38	0,66	5,22	0,35
381	0,26	0,70	0,40	3,55	0,62
375	0,26	1,05	0,26	2,62	1,00
368	0,26	0,63	0,44	3,98	0,57
360	0,26	1,02	0,26	2,49	1,01
350	0,26	1,30	0,20	1,80	1,25
345	0,26	1,02	0,26	2,63	0,99
336	0,26	0,91	0,28	2,83	0,92
325	0,26	0,95	0,29	3,17	0,95
316	0,26	0,99	0,27	2,77	0,96

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
308	0,26	1,26	0,21	1,82	1,19
300	0,26	0,97	0,28	3,24	0,95
295	0,26	0,58	0,51	4,28	0,45
289	0,26	0,87	0,32	3,14	0,82
275	0,26	0,87	0,31	3,35	0,84
262	0,26	0,70	0,32	3,43	0,82
250	0,26	1,02	0,26	2,68	1,02
238	0,26	0,63	0,43	2,61	0,49
225	0,26	0,77	0,36	3,44	0,71
211	0,26	0,97	0,28	3,22	0,96
200	0,26	0,58	0,47	4,54	0,54
193	0,26	0,96	0,28	3,16	0,96
185	0,26	0,96	0,28	3,26	0,97
175	0,26	1,11	0,23	2,66	1,20
150	0,26	0,75	0,36	3,03	0,66
142	0,26	0,95	0,27	3,05	0,99
125	0,26	0,71	0,38	3,53	0,65
117	0,26	1,10	0,24	2,07	1,00
107	0,26	0,42	0,63	6,16	0,41
100	0,26	0,79	0,33	4,71	0,94
86	0,26	2,53	0,12	4,85	4,42
75	0,26	3,26	0,08	3,78	6,05
66	0,26	2,57	0,11	6,37	5,84
61	0,26		0,12	3,88	0,00
57	0,26		0,16	4,38	0,00
50	0,26	0,48	0,13	4,57	2,45
25	0,26	1,72	0,16	3,94	2,45

Finalmente, los valores máximos de profundidad, velocidad y ancho de flujo se muestran en la Tabla E- 43.

Tabla E- 43: Valores máximos de interés. Afluente Oscura III.

H _{máx} [m]	V _{máx} [m/s]	W _{máx} [m]
0,33	3,26	6,37

E.2.4.4 Chorro de la Vieja

La Tabla E- 41 muestra los resultados obtenidos de la modelación hidráulica relacionados con las cotas, profundidad y pendiente de fricción.

Tabla E- 44: Resultados de la modelación hidráulica (I). Chorro de la Vieja.

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
700	0,62	1033,81	1033,96	1034,13	0,21	0,15
690	0,62	1031,72	1031,85	1032,00	0,22	0,13
680	0,62	1029,19	1029,36	1029,62	0,26	0,17
670	0,62	1028,28	1028,54	1028,63	0,05	0,26
660	0,62	1026,90	1027,06	1027,49	0,46	0,16
650	0,62	1023,79	1023,97	1024,13	0,25	0,17
640	0,62	1019,69	1019,76	1020,09	0,78	0,06
630	0,62	1015,89	1016,08	1016,31	0,22	0,19
620	0,62	1010,87	1010,98	1011,68	1,49	0,11
610	0,62	1005,17	1005,24	1005,39	0,33	0,07
600	0,62	997,44	997,57	998,69	2,47	0,13
590	0,62	993,06	993,17	993,32	0,21	0,11
580	0,62	987,29	987,37	988,47	2,44	0,08
570	0,62	983,26	983,45	983,67	0,18	0,19
560	0,62	978,22	978,32	979,49	1,58	0,10
550	0,62	971,99	972,22	972,63	0,34	0,23
540	0,62	965,71	965,92	966,96	1,12	0,21
530	0,62	961,69	961,79	961,97	0,26	0,10
520	0,62	953,65	953,74	955,27	3,93	0,09
510	0,62	947,68	947,81	948,00	0,27	0,13
500	0,62	942,04	942,10	942,69	1,40	0,06
490	0,62	936,16	936,34	936,74	0,32	0,18
480	0,62	930,60	930,76	931,52	0,97	0,16

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} ^{nivel} [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
470	0,62	925,12	925,31	925,71	0,37	0,19
460	0,62	919,69	919,82	920,46	0,78	0,13
450	0,62	915,43	915,61	915,90	0,29	0,18
440	0,62	911,27	911,42	911,93	0,57	0,15
430	0,62	907,24	907,44	907,79	0,31	0,20
420	0,62	902,66	902,82	903,38	0,69	0,16
410	0,62	898,75	898,87	899,08	0,28	0,12
400	0,62	894,60	894,67	894,96	0,65	0,07
390	0,62	889,42	889,51	889,75	0,42	0,09
380	0,62	886,34	886,42	886,53	0,25	0,08
370	0,62	882,34	882,40	882,67	0,68	0,06
360	0,62	878,51	878,59	878,76	0,30	0,08
350	0,62	874,67	874,72	874,90	0,52	0,05
340	0,62	869,40	869,56	870,00	0,46	0,16
330	0,62	865,57	865,78	866,10	0,33	0,21
320	0,62	861,60	861,81	862,17	0,48	0,21
310	0,62	858,91	859,06	859,22	0,19	0,15
300	0,62	856,26	856,38	856,63	0,36	0,12
290	0,62	853,89	853,99	854,13	0,18	0,10
280	0,62	849,89	850,03	850,73	0,83	0,14
270	0,62	847,93	848,12	848,24	0,11	0,19
260	0,62	845,88	846,01	846,32	0,43	0,13
250	0,62	843,70	843,84	843,96	0,14	0,14
240	0,62	841,52	841,67	841,91	0,31	0,15
230	0,62	839,56	839,72	839,84	0,14	0,16
220	0,62	838,11	838,23	838,34	0,16	0,12
210	0,62	836,59	836,75	836,86	0,14	0,16
200	0,62	835,32	835,46	835,54	0,12	0,14
190	0,62	834,16	834,30	834,36	0,11	0,14

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
180	0,62	832,95	833,04	833,52	0,06	0,09
170	0,62	831,52	831,61	832,63	0,12	0,09
160	0,62	827,98	828,02	831,55	0,84	0,04
150	0,62	827,91	827,96	828,40	0,10	0,05
140	0,62	827,88	827,97	828,06	0,01	0,09
130	0,62	827,87	827,96	828,04	0,01	0,09
120	0,62	827,86	827,96	828,03	0,01	0,10
110	0,62	827,85	827,95	828,02	0,01	0,10
100	0,62	827,84	827,93	827,99	0,01	0,09
90	0,62	827,80	827,92	827,96	0,00	0,12
80	0,62	827,75	827,86	827,92	0,00	0,11
70	0,62	827,66	827,76	827,85	0,01	0,10
60	0,62	827,50	827,60	827,73	0,01	0,10
50	0,62	827,27	827,34	827,54	0,03	0,07
40	0,62	827,07	827,12	827,24	0,03	0,05
30	0,62	826,86	826,91	827,00	0,02	0,05
20	0,62	826,59	826,64	826,76	0,03	0,05
10	0,62	826,19	826,27	826,48	0,03	0,08
1	0,62	825,98	826,02	826,18	0,03	0,04

La Tabla E- 42 recoge los valores dinámicos obtenidos de la simulación hidráulica.

Tabla E- 45: Resultados de la modelación hidráulica (II). Chorro de la Vieja.

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
700	0,62	1,86	0,33	3,60	1,96
690	0,62	1,69	0,37	4,73	1,94
680	0,62	2,29	0,27	2,49	2,22
670	0,62	1,26	0,49	3,13	1,02
660	0,62	2,90	0,21	2,13	2,92
650	0,62	1,80	0,34	4,40	2,06

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
640	0,62	2,55	0,24	4,43	3,47
630	0,62	2,15	0,29	2,59	2,06
620	0,62	3,71	0,17	2,82	4,86
610	0,62	1,74	0,36	6,07	2,29
600	0,62	4,67	0,13	2,28	6,18
590	0,62	1,75	0,35	4,24	1,94
580	0,62	4,65	0,13	2,30	6,18
570	0,62	2,09	0,30	2,42	1,91
560	0,62	4,78	0,13	1,52	5,23
550	0,62	2,85	0,22	1,71	2,55
540	0,62	4,52	0,14	1,32	4,48
530	0,62	1,87	0,33	4,18	2,13
520	0,62	5,48	0,11	2,19	7,68
510	0,62	1,93	0,32	4,07	2,19
500	0,62	3,39	0,18	3,35	4,64
490	0,62	2,82	0,22	1,70	2,51
480	0,62	3,87	0,16	1,81	4,15
470	0,62	2,81	0,22	1,97	2,67
460	0,62	3,55	0,17	1,90	3,74
450	0,62	2,37	0,26	2,48	2,34
440	0,62	3,15	0,20	2,03	3,23
430	0,62	2,62	0,24	1,99	2,43
420	0,62	3,31	0,19	2,07	3,51
410	0,62	2,03	0,31	3,66	2,24
400	0,62	2,39	0,26	4,55	3,20
390	0,62	2,14	0,29	4,34	2,64
380	0,62	1,50	0,41	7,06	1,98
370	0,62	2,30	0,27	5,17	3,21
360	0,62	1,81	0,34	5,07	2,22
350	0,62	1,88	0,33	6,94	2,76

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
340	0,62	2,93	0,21	2,08	2,93
330	0,62	2,52	0,25	2,35	2,49
320	0,62	2,66	0,23	2,71	2,89
310	0,62	1,78	0,35	3,83	1,88
300	0,62	2,24	0,28	3,41	2,51
290	0,62	1,65	0,38	4,36	1,80
280	0,62	3,70	0,17	1,78	3,86
270	0,62	1,54	0,40	3,50	1,45
260	0,62	2,48	0,25	3,00	2,75
250	0,62	1,53	0,40	4,41	1,62
240	0,62	2,16	0,29	3,39	2,37
230	0,62	1,53	0,41	4,41	1,61
220	0,62	1,43	0,43	5,64	1,65
210	0,62	1,46	0,43	4,90	1,58
200	0,62	1,26	0,49	6,48	1,46
190	0,62	1,13	0,55	7,94	1,37
180	0,62	3,06	0,20	4,62	4,66
170	0,62	4,48	0,14	2,98	6,64
160	0,62	8,33	0,07	2,71	16,04
150	0,62	2,94	0,21	7,47	5,58
140	0,62	1,32	0,47	10,17	1,96
130	0,62	1,23	0,51	10,13	1,75
120	0,62	1,15	0,54	11,00	1,58
110	0,62	1,17	0,53	10,39	1,63
100	0,62	1,08	0,57	10,94	1,51
90	0,62	0,96	0,64	10,64	1,25
80	0,62	1,08	0,58	9,40	1,39
70	0,62	1,37	0,45	8,14	1,86
60	0,62	1,63	0,38	7,51	2,32
50	0,62	1,96	0,32	7,85	3,12

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
40	0,62	1,57	0,40	13,50	2,87
30	0,62	1,35	0,50	19,11	2,48
20	0,62	1,60	0,40	13,90	2,91
10	0,62	2,08	0,30	6,93	3,19
1	0,62	1,88	0,35	11,99	3,35

Finalmente, los valores máximos de profundidad, velocidad y ancho de flujo se muestran en la Tabla E- 46.

Tabla E- 46: Valores máximos de interés. Chorro de la Vieja.

H _{máx} [m]	V _{máx} [m/s]	W _{máx} [m]
0,26	8,33	19,11

E.2.4.5 Del Ñinhue

La Tabla E- 47 muestra los resultados obtenidos de la modelación hidráulica relacionados con las cotas, profundidad y pendiente de fricción.

Tabla E- 47: Resultados de la modelación hidráulica (I). Del Ñinhue.

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{nivel agua} [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
250	3,91	1040,44	1040,93	1041,32	0,10	0,49
240	3,91	1039,47	1039,97	1040,36	0,09	0,50
230	3,91	1037,70	1038,04	1038,73	0,32	0,34
220	3,91	1035,86	1036,37	1036,88	0,11	0,51
210	3,91	1034,41	1034,80	1035,40	0,19	0,39
200	3,91	1032,73	1033,07	1033,56	0,17	0,35
190	3,91	1030,49	1030,77	1031,37	0,29	0,28
180	3,91	1029,15	1029,47	1029,70	0,10	0,31
170	3,91	1027,64	1027,89	1028,26	0,23	0,25
160	3,91	1026,20	1026,50	1026,75	0,10	0,29
150	3,91	1025,62	1026,00	1026,09	0,03	0,38
140	3,91	1025,33	1025,65	1025,76	0,04	0,32
130	3,91	1024,54	1024,78	1025,08	0,17	0,24

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} ^{nivel} [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
120	3,91	1023,41	1023,64	1023,82	0,09	0,23
110	3,91	1021,49	1021,86	1022,41	0,25	0,37
100	3,91	1019,35	1019,72	1020,25	0,19	0,37
90	3,91	1016,55	1016,90	1017,81	0,32	0,35
80	3,91	1012,51	1012,83	1013,77	0,52	0,32
70	3,91	1007,95	1008,32	1009,19	0,40	0,37
60	3,91	1004,73	1004,95	1005,48	0,32	0,22
50	3,91	999,15	999,64	1001,34	0,56	0,48
40	3,91	995,68	995,87	996,69	0,36	0,19
30	3,91	990,97	991,37	992,70	0,43	0,40
20	3,91	983,25	983,75	986,77	0,82	0,50
10	3,91	973,56	973,78	976,83	1,37	0,22

La Tabla E- 48 recoge los valores dinámicos obtenidos de la simulación hidráulica.

Tabla E- 48: Resultados de la modelación hidráulica (II). Del Ñinhue.

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
250	3,91	2,76	1,42	4,68	1,60
240	3,91	2,77	1,41	4,57	1,59
230	3,91	3,70	1,06	5,62	2,72
220	3,91	3,14	1,24	3,75	1,74
210	3,91	3,43	1,14	4,58	2,19
200	3,91	3,09	1,26	5,42	2,04
190	3,91	3,42	1,14	6,42	2,59
180	3,91	2,14	1,82	8,94	1,52
170	3,91	2,73	1,45	9,87	2,23
160	3,91	2,23	1,75	8,68	1,57
150	3,91	1,36	2,94	13,91	0,89
140	3,91	1,47	2,78	12,93	0,95
130	3,91	2,41	1,63	11,13	1,93

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
120	3,91	1,98	2,12	14,19	1,48
110	3,91	3,29	1,20	6,92	2,41
100	3,91	3,24	1,24	5,97	2,14
90	3,91	4,24	0,93	4,27	2,82
80	3,91	4,30	0,91	5,55	3,39
70	3,91	4,12	0,95	5,02	3,03
60	3,91	3,32	1,22	8,33	2,64
50	3,91	5,78	0,68	2,60	3,62
40	3,91	4,10	0,99	7,72	3,48
30	3,91	5,12	0,76	4,28	3,87
20	3,91	7,69	0,51	2,32	5,24
10	3,91	7,74	0,51	3,67	6,66

Finalmente, los valores máximos de profundidad, velocidad y ancho de flujo se muestran en la Tabla E- 49.

Tabla E- 49: Valores máximos de interés. Del Ñinhue.

H _{máx} [m]	V _{máx} [m/s]	W _{máx} [m]
0,51	7,74	14,19

E.2.4.6 El Parrón

La Tabla E- 50 muestra los resultados obtenidos de la modelación hidráulica relacionados con las cotas, profundidad y pendiente de fricción.

Tabla E- 50: Resultados de la modelación hidráulica (I). El Parrón.

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
530	6,79	1019,44	1019,93	1020,25	0,09	0,49
520	6,79	1018,59	1019,04	1019,35	0,09	0,45
510	6,79	1017,66	1018,14	1018,46	0,09	0,48
500	6,79	1016,81	1017,33	1017,63	0,08	0,52
490	6,79	1015,77	1016,22	1016,65	0,12	0,45
480	6,79	1014,50	1015,01	1015,46	0,12	0,51

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
470	6,79	1012,80	1013,22	1013,92	0,21	0,41
460	6,79	1010,17	1010,63	1011,52	0,28	0,46
450	6,79	1008,95	1009,59	1010,00	0,08	0,65
440	6,79	1008,18	1008,93	1009,30	0,06	0,75
430	6,79	1006,58	1007,14	1008,19	0,24	0,56
420	6,79	1002,46	1002,92	1004,75	0,51	0,46
410	6,79	999,66	1000,08	1001,04	0,25	0,41
400	6,79	998,94	999,55	999,85	0,05	0,61
390	6,79	997,50	997,94	998,81	0,25	0,45
380	6,79	995,93	996,43	997,01	0,13	0,50
370	6,79	995,58	996,22	996,43	0,03	0,64
360	6,79	994,13	994,65	995,61	0,25	0,52
350	6,79	993,31	993,85	994,20	0,07	0,54
340	6,79	991,77	992,19	992,97	0,23	0,43
330	6,79	990,12	990,55	991,09	0,15	0,43
320	6,79	987,99	988,43	989,28	0,22	0,44
310	6,79	987,20	987,68	987,96	0,07	0,48
300	6,79	985,86	986,34	986,91	0,16	0,49
290	6,79	984,78	985,37	985,76	0,08	0,59
280	6,79	983,59	984,03	984,62	0,17	0,44
270	6,79	982,11	982,65	983,18	0,12	0,53
260	6,79	981,80	982,40	982,54	0,02	0,60
250	6,79	981,48	982,10	982,24	0,04	0,63
240	6,79	979,94	980,24	981,19	0,48	0,30
230	6,79	979,63	980,22	980,41	0,04	0,60
220	6,79	978,42	978,76	979,56	0,31	0,34
210	6,79	977,40	977,83	978,09	0,07	0,43
200	6,79	975,67	975,94	976,61	0,41	0,27
180	6,79	975,28	975,71	975,84	0,04	0,43

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
170	6,79	974,76	975,11	975,31	0,07	0,35
160	6,79	973,67	973,96	974,25	0,16	0,29
150	6,79	972,85	973,25	973,40	0,05	0,39
140	6,79	971,72	972,00	972,47	0,22	0,29
130	6,79	971,23	971,69	971,83	0,04	0,45
120	6,79	970,59	970,88	971,18	0,12	0,30
110	6,79	969,72	970,01	970,18	0,08	0,28
100	6,79	969,12	969,50	969,63	0,04	0,38
90	6,79	968,64	969,01	969,16	0,05	0,37
80	6,79	966,15	966,66	967,98	0,39	0,50
70	6,79	963,44	964,03	965,07	0,21	0,59
60	6,79	961,21	961,67	962,69	0,26	0,47
50	6,79	957,63	958,04	959,37	0,42	0,42
40	6,79	952,30	952,70	954,45	0,57	0,40
30	6,79	945,79	946,52	948,89	0,53	0,72
20	6,79	940,48	941,18	944,03	0,43	0,71
10	6,79	937,15	937,59	939,39	0,43	0,44

La Tabla E- 51 recoge los valores dinámicos obtenidos de la simulación hidráulica.

Tabla E- 51: Resultados de la modelación hidráulica (II). El Parrón.

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
530	6,79	2,48	2,73	9,78	1,50
520	6,79	2,50	2,72	10,37	1,56
510	6,79	2,51	2,70	9,56	1,51
500	6,79	2,46	2,76	9,42	1,45
490	6,79	2,90	2,34	8,77	1,79
480	6,79	2,97	2,29	7,86	1,76
470	6,79	3,71	1,83	6,99	2,31
460	6,79	4,18	1,63	6,39	2,64

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
450	6,79	2,83	2,40	6,76	1,52
440	6,79	2,69	2,52	5,89	1,31
430	6,79	4,53	1,50	4,59	2,53
420	6,79	5,99	1,13	4,03	3,60
410	6,79	4,36	1,56	5,28	2,56
400	6,79	2,44	2,78	7,10	1,24
390	6,79	4,11	1,65	6,10	2,52
380	6,79	3,36	2,02	6,08	1,86
370	6,79	2,00	3,40	8,58	1,01
360	6,79	4,35	1,56	5,30	2,56
350	6,79	2,64	2,57	7,42	1,43
340	6,79	3,92	1,73	6,50	2,42
330	6,79	3,26	2,08	7,40	1,96
320	6,79	4,08	1,66	5,74	2,42
310	6,79	2,32	2,93	10,03	1,37
300	6,79	3,35	2,03	7,33	2,03
290	6,79	2,78	2,44	7,00	1,50
280	6,79	3,39	2,00	7,47	2,09
270	6,79	3,22	2,11	6,60	1,82
260	6,79	1,67	4,07	10,10	0,84
250	6,79	1,63	4,17	15,51	1,00
240	6,79	4,32	1,57	9,05	3,30
230	6,79	1,92	3,53	9,62	1,01
220	6,79	3,96	1,71	7,94	2,72
210	6,79	2,23	3,05	11,36	1,37
200	6,79	3,64	1,87	12,30	2,98
180	6,79	1,62	4,20	16,17	1,01
170	6,79	2,00	3,40	15,12	1,34
160	6,79	2,41	2,88	17,91	1,88
150	6,79	1,76	3,86	15,31	1,12

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
140	6,79	3,01	2,25	12,52	2,27
130	6,79	1,65	4,12	15,17	1,01
120	6,79	2,44	2,79	13,29	1,70
110	6,79	1,87	3,67	19,79	1,36
100	6,79	1,59	4,26	18,38	1,05
90	6,79	1,74	3,92	16,39	1,12
80	6,79	5,09	1,33	4,96	3,14
70	6,79	4,52	1,50	4,21	2,41
60	6,79	4,47	1,52	5,18	2,63
50	6,79	5,10	1,33	5,35	3,26
40	6,79	5,86	1,16	4,67	3,76
30	6,79	6,82	0,99	2,75	3,62
20	6,79	7,48	0,91	2,57	4,02
10	6,79	5,94	1,14	5,18	4,03

Finalmente, los valores máximos de profundidad, velocidad y ancho de flujo se muestran en la Tabla E- 52.

Tabla E- 52: Valores máximos de interés. El Parrón.

H _{máx} [m]	V _{máx} [m/s]	W _{máx} [m]
0,75	7,48	19,79

E.2.4.7 Huallalolén

La Tabla E- 53 muestra los resultados obtenidos de la modelación hidráulica relacionados con las cotas, profundidad y pendiente de fricción.

Tabla E- 53: Resultados de la modelación hidráulica (I). Huallalolén.

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
630	5,84	1029,80	1030,41	1030,52	0,02	0,61
620	5,84	1029,46	1030,07	1030,25	0,04	0,62
610	5,84	1027,92	1028,28	1029,28	0,52	0,35
600	5,84	1026,53	1026,92	1027,21	0,09	0,39

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} ^{nivel} [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
590	5,84	1025,04	1025,42	1025,95	0,17	0,38
580	5,84	1023,74	1024,18	1024,54	0,11	0,45
570	5,84	1022,57	1022,96	1023,34	0,13	0,39
560	5,84	1021,46	1022,03	1022,35	0,08	0,57
550	5,84	1019,93	1020,28	1021,02	0,25	0,35
540	5,84	1019,48	1019,89	1020,03	0,05	0,41
530	5,84	1018,59	1018,87	1019,22	0,15	0,28
520	5,84	1017,45	1017,87	1018,11	0,08	0,43
510	5,84	1015,99	1016,39	1016,88	0,20	0,40
500	5,84	1015,22	1015,65	1015,84	0,06	0,44
490	5,84	1013,66	1013,98	1014,68	0,32	0,32
480	5,84	1011,90	1012,30	1012,73	0,12	0,40
470	5,84	1011,62	1012,11	1012,22	0,04	0,49
460	5,84	1010,88	1011,19	1011,48	0,16	0,31
450	5,84	1009,89	1010,25	1010,42	0,07	0,36
440	5,84	1008,82	1009,15	1009,44	0,14	0,33
430	5,84	1007,87	1008,25	1008,43	0,07	0,38
420	5,84	1007,02	1007,29	1007,52	0,12	0,26
410	5,84	1005,94	1006,20	1006,40	0,10	0,25
400	5,84	1004,95	1005,28	1005,47	0,08	0,33
390	5,84	1003,91	1004,20	1004,44	0,13	0,29
380	5,84	1002,98	1003,30	1003,47	0,07	0,32
370	5,84	1001,88	1002,08	1002,36	0,17	0,20
360	5,84	1000,99	1001,29	1001,41	0,06	0,30
350	5,84	999,77	999,95	1000,32	0,27	0,18
340	5,84	998,22	998,59	998,80	0,09	0,37
330	5,84	997,27	997,69	997,90	0,09	0,42
320	5,84	995,97	996,22	997,31	0,03	0,25
310	5,84	994,21	994,43	996,71	0,08	0,22

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} ^{nivel} [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
300	5,84	992,69	992,85	995,69	0,11	0,16
290	5,84	991,22	991,38	994,46	0,13	0,16
280	5,84	989,71	989,87	992,75	0,15	0,16
270	5,84	988,08	988,30	991,50	0,10	0,22
260	5,84	987,26	987,38	990,12	0,15	0,11
250	5,84	986,34	986,46	988,57	0,12	0,11
240	5,84	985,35	985,51	987,60	0,08	0,16
230	5,84	983,98	984,19	986,72	0,09	0,21
220	5,84	983,12	983,26	985,66	0,12	0,14
210	5,84	981,94	982,10	984,56	0,10	0,17
200	5,84	981,53	981,65	983,29	0,10	0,12
190	5,84	980,97	981,15	982,40	0,06	0,18
180	5,84	980,37	980,56	981,78	0,06	0,18
170	5,84	979,52	979,79	981,25	0,04	0,27
160	5,84	978,11	978,36	979,87	4,58	0,25
150	5,84	976,93	977,37	977,47	0,13	0,44
140	5,84	975,64	976,07	976,17	0,13	0,43
130	5,84	974,36	974,84	974,94	0,11	0,48
120	5,84	972,99	973,47	973,60	0,16	0,48
110	5,84	971,79	971,99	972,98	0,03	0,19
100	5,84	970,54	970,69	972,49	0,07	0,14
90	5,84	969,19	969,32	971,59	0,10	0,13
80	5,84	967,86	967,96	970,63	0,14	0,09
70	5,84	966,27	966,42	969,06	0,17	0,14
60	5,84	964,04	964,31	967,74	0,10	0,26
50	5,84	961,79	962,08	966,48	0,14	0,30
40	5,84	959,35	959,65	964,91	0,16	0,30
30	5,84	956,63	956,92	959,42	6,20	0,29
20	5,84	954,64	955,24	955,42	0,14	0,60

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
10	5,84	952,58	953,18	953,48	0,28	0,60

La Tabla E- 54 recoge los valores dinámicos obtenidos de la simulación hidráulica.

Tabla E- 54: Resultados de la modelación hidráulica (II). Huallalolén.

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
630	5,84	1,46	4,01	10,84	0,76
620	5,84	1,88	3,11	8,72	1,00
610	5,84	4,43	1,32	7,66	3,41
600	5,84	2,37	2,46	10,20	1,54
590	5,84	3,21	1,82	7,42	2,07
580	5,84	2,65	2,21	8,79	1,68
570	5,84	2,76	2,12	8,81	1,80
560	5,84	2,50	2,34	7,66	1,44
550	5,84	3,83	1,52	6,41	2,51
540	5,84	1,67	3,49	14,76	1,10
530	5,84	2,61	2,24	11,60	1,90
520	5,84	2,15	2,72	11,59	1,41
510	5,84	3,10	1,88	9,27	2,19
500	5,84	1,91	3,06	11,81	1,19
490	5,84	3,71	1,57	8,34	2,73
480	5,84	2,93	1,99	7,30	1,79
470	5,84	1,51	3,99	18,65	1,00
460	5,84	2,42	2,42	14,65	1,90
450	5,84	1,83	3,19	15,78	1,30
440	5,84	2,39	2,44	13,67	1,81
430	5,84	1,91	3,06	14,14	1,31
420	5,84	2,14	2,73	15,97	1,65
410	5,84	2,00	2,92	16,66	1,53
400	5,84	1,93	3,02	15,75	1,41

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
390	5,84	2,17	2,69	16,12	1,70
380	5,84	1,81	3,22	16,59	1,31
370	5,84	2,40	2,51	17,50	1,94
360	5,84	1,52	3,93	22,79	1,14
350	5,84	2,69	2,19	17,30	2,38
340	5,84	2,08	2,90	15,71	1,48
330	5,84	2,02	2,90	15,70	1,47
320	5,84	4,63	1,26	9,45	4,04
310	5,84	6,69	0,87	7,85	6,40
300	5,84	7,47	0,78	7,37	7,32
290	5,84	7,78	0,75	7,50	7,85
280	5,84	7,52	0,78	8,96	8,16
270	5,84	7,92	0,74	5,98	7,20
260	5,84	7,34	0,80	9,86	8,24
250	5,84	6,43	0,91	11,40	7,27
240	5,84	6,41	0,91	8,30	6,18
230	5,84	7,05	0,83	7,21	6,64
220	5,84	6,87	0,85	9,51	7,33
210	5,84	7,04	0,86	9,36	6,98
200	5,84	5,78	1,07	18,10	6,70
190	5,84	4,96	1,18	13,09	5,28
180	5,84	4,89	1,19	13,67	5,29
170	5,84	5,36	1,09	8,04	4,65
160	5,84	5,44	1,07	8,38	4,84
150	5,84	1,44	4,11	18,16	0,91
140	5,84	1,43	4,19	18,70	0,92
130	5,84	1,41	4,20	16,87	0,87
120	5,84	1,62	3,60	13,82	1,02
110	5,84	4,42	1,32	9,34	3,75
100	5,84	5,95	0,98	9,34	5,86

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
90	5,84	6,68	0,88	9,54	6,93
80	5,84	7,36	0,82	10,11	8,02
70	5,84	7,25	0,82	11,73	8,52
60	5,84	8,20	0,71	5,17	7,06
50	5,84	9,29	0,63	5,09	8,45
40	5,84	10,16	0,58	4,37	8,94
30	5,84	7,00	0,83	5,56	5,77
20	5,84	1,89	3,09	8,66	1,01
10	5,84	2,45	2,38	7,38	1,38

Finalmente, los valores máximos de profundidad, velocidad y ancho de flujo se muestran en la Tabla E- 55.

Tabla E- 55: Valores máximos de interés. Huallalolén.

H _{máx} [m]	V _{máx} [m/s]	W _{máx} [m]
0,62	10,16	22,79

E.2.4.8 La Carbonera I

La Tabla E- 56 muestra los resultados obtenidos de la modelación hidráulica relacionados con las cotas, profundidad y pendiente de fricción.

Tabla E- 56: Resultados de la modelación hidráulica (I). La Carbonera I.

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
830	3,42	1041,72	1042,28	1042,36	0,06	0,55
820	3,42	1040,74	1041,27	1041,44	0,15	0,52
810	3,42	1039,61	1040,10	1040,20	0,10	0,49
800	3,42	1038,37	1038,82	1038,95	0,16	0,45
790	3,42	1036,45	1036,84	1037,04	0,23	0,39
780	3,42	1034,12	1034,56	1034,76	0,22	0,44
770	3,42	1031,77	1032,16	1032,37	0,26	0,39
760	3,42	1030,45	1030,96	1031,12	0,15	0,50
750	3,42	1026,89	1027,27	1027,96	1,01	0,38

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
740	3,42	1023,81	1024,59	1024,63	0,02	0,78
730	3,42	1023,51	1024,05	1024,22	0,15	0,55
720	3,42	1021,78	1022,20	1022,43	0,22	0,42
710	3,42	1020,00	1020,87	1020,95	0,05	0,87
700	3,42	1019,54	1020,02	1020,17	0,15	0,48
690	3,42	1017,70	1018,14	1018,35	0,22	0,44
680	3,42	1015,73	1016,18	1016,38	0,18	0,46
670	3,42	1013,41	1013,79	1014,02	0,32	0,38
660	3,42	1010,38	1010,76	1010,96	0,29	0,38
650	3,42	1007,73	1008,39	1008,44	0,02	0,66
640	3,42	1007,36	1007,96	1008,13	0,04	0,60
630	3,42	1005,66	1005,97	1007,09	0,53	0,31
620	3,42	1003,91	1004,34	1004,72	0,12	0,43
610	3,42	1002,52	1002,97	1003,46	0,14	0,45
600	3,42	1000,11	1000,66	1001,35	0,37	0,55
590	3,42	999,66	1000,16	1000,35	0,04	0,50
580	3,42	998,08	998,49	999,38	0,33	0,41
570	3,42	996,49	996,96	997,39	0,12	0,46
560	3,42	995,48	995,88	996,18	0,12	0,39
550	3,42	993,99	994,28	994,76	0,17	0,29
540	3,42	992,48	992,91	993,31	0,12	0,43
530	3,42	991,19	991,53	991,92	0,16	0,34
520	3,42	989,68	990,02	990,38	0,14	0,33
510	3,42	988,27	988,62	988,98	0,14	0,35
500	3,42	987,36	987,77	987,98	0,07	0,41
490	3,42	985,95	986,12	986,64	0,32	0,17
480	3,42	984,02	984,63	984,80	0,14	0,61
470	3,42	982,58	983,18	983,36	0,15	0,60
460	3,42	981,22	981,70	981,84	0,16	0,48

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
450	3,42	979,80	980,49	980,52	0,01	0,70
440	3,42	979,69	980,28	980,32	0,03	0,59
430	3,42	979,10	979,56	979,70	0,16	0,46
420	3,42	977,71	978,25	978,30	0,04	0,54
410	3,42	976,89	977,43	977,58	0,15	0,54
400	3,42	975,69	976,17	976,23	0,06	0,48
390	3,42	974,64	975,12	975,28	0,15	0,48
380	3,42	973,80	974,40	974,44	0,03	0,60
370	3,42	973,44	973,86	973,96	0,12	0,42
360	3,42	972,51	973,00	973,06	0,07	0,49
350	3,42	971,47	971,94	972,08	0,16	0,47
340	3,42	969,99	970,58	970,64	0,04	0,59
330	3,42	969,30	969,75	969,88	0,16	0,45
320	3,42	967,95	968,51	968,57	0,05	0,55
310	3,42	967,64	968,15	968,19	0,03	0,51
300	3,42	967,10	967,48	967,59	0,17	0,37
290	3,42	966,04	966,49	966,54	0,05	0,46
280	3,42	965,15	965,61	965,75	0,16	0,47
270	3,42	963,95	964,50	964,58	0,06	0,55
260	3,42	963,52	964,08	964,13	0,03	0,57
250	3,42	962,85	963,35	963,50	0,15	0,50
240	3,42	961,82	962,52	962,58	0,03	0,70
230	3,42	961,36	961,82	961,96	0,15	0,47
220	3,42	959,70	960,15	960,24	0,08	0,45
210	3,42	958,61	959,02	959,17	0,15	0,41
200	3,42	957,50	958,00	958,07	0,07	0,50
190	3,42	956,56	956,99	957,11	0,14	0,43
180	3,42	955,15	955,59	955,72	0,14	0,44
170	3,42	953,83	954,38	954,42	0,03	0,55

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
160	3,42	953,26	953,67	953,80	0,16	0,41
150	3,42	951,89	952,46	952,49	0,02	0,58
140	3,42	951,49	951,94	952,07	0,16	0,45
130	3,42	950,41	951,01	951,08	0,06	0,60
120	3,42	949,56	950,03	950,18	0,15	0,48
110	3,42	947,90	948,50	948,64	0,11	0,60
100	3,42	946,69	947,18	947,34	0,15	0,49
90	3,42	944,69	944,95	946,56	0,04	0,26
80	3,42	943,22	943,39	945,87	0,12	0,17
70	3,42	941,99	942,07	944,45	0,16	0,08
60	3,42	940,38	940,60	943,30	0,08	0,22
50	3,42	939,70	939,99	940,59	1,33	0,29
40	3,42	939,05	939,60	939,76	0,15	0,55
30	3,42	937,87	938,55	938,60	0,03	0,67
20	3,42	937,56	938,02	938,11	0,09	0,47
10	3,42	936,77	937,18	937,26	0,08	0,41

La Tabla E- 57 recoge los valores dinámicos obtenidos de la simulación hidráulica.

Tabla E- 57: Resultados de la modelación hidráulica (II). La Carbonera I.

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
830	3,42	1,25	2,73	7,64	0,66
820	3,42	1,83	1,87	5,62	1,01
810	3,42	1,39	2,45	8,33	0,82
800	3,42	1,63	2,09	7,91	1,01
790	3,42	1,98	1,73	6,76	1,23
780	3,42	2,00	1,72	6,33	1,20
770	3,42	2,02	1,69	6,72	1,29
760	3,42	1,81	1,89	5,80	1,01
750	3,42	3,69	0,93	4,08	2,47

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
740	3,42	0,89	3,84	6,73	0,38
730	3,42	1,83	1,87	5,63	1,01
720	3,42	2,08	1,64	5,42	1,21
710	3,42	1,28	2,67	5,46	0,59
700	3,42	1,72	1,99	6,71	1,01
690	3,42	2,04	1,68	5,75	1,20
680	3,42	1,94	1,77	5,57	1,10
670	3,42	2,14	1,60	6,84	1,42
660	3,42	2,02	1,69	7,28	1,34
650	3,42	1,01	3,40	6,91	0,46
640	3,42	1,81	1,89	5,71	1,00
630	3,42	4,69	0,73	3,95	3,48
620	3,42	2,73	1,25	4,79	1,71
610	3,42	3,10	1,10	3,91	1,86
600	3,42	3,67	0,93	5,30	2,80
590	3,42	1,90	1,80	5,48	1,06
580	3,42	4,18	0,82	3,58	2,79
570	3,42	2,93	1,17	4,09	1,75
560	3,42	2,43	1,41	6,55	1,68
550	3,42	3,07	1,11	4,85	2,05
540	3,42	2,80	1,22	4,63	1,74
530	3,42	2,77	1,23	6,11	1,97
520	3,42	2,67	1,28	6,12	1,86
510	3,42	2,66	1,28	5,83	1,81
500	3,42	2,04	1,67	7,00	1,33
490	3,42	3,20	1,07	7,09	2,63
480	3,42	1,85	1,85	5,22	0,99
470	3,42	1,89	1,80	4,99	1,01
460	3,42	1,66	2,07	7,60	1,01
450	3,42	0,70	4,88	9,82	0,32

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
440	3,42	0,94	3,63	9,55	0,49
430	3,42	1,64	2,09	7,89	1,01
420	3,42	0,97	3,52	10,38	0,53
410	3,42	1,72	1,98	6,69	1,01
400	3,42	1,11	3,08	10,63	0,66
390	3,42	1,78	1,92	6,08	1,01
380	3,42	0,89	3,84	9,08	0,44
370	3,42	1,35	2,53	10,52	0,88
360	3,42	1,14	3,01	10,22	0,67
350	3,42	1,66	2,06	7,60	1,01
340	3,42	1,12	3,04	7,61	0,57
330	3,42	1,60	2,13	8,32	1,01
320	3,42	1,09	3,15	9,08	0,59
310	3,42	0,80	4,27	13,43	0,45
300	3,42	1,50	2,28	10,13	1,01
290	3,42	1,01	3,40	10,96	0,57
280	3,42	1,65	2,07	7,68	1,01
270	3,42	1,24	2,76	7,78	0,66
260	3,42	0,89	3,83	11,08	0,48
250	3,42	1,69	2,03	7,13	1,01
240	3,42	1,04	3,28	7,27	0,49
230	3,42	1,64	2,08	7,59	1,00
220	3,42	1,32	2,60	7,92	0,73
210	3,42	1,71	2,00	6,77	1,00
200	3,42	1,12	3,04	10,75	0,68
190	3,42	1,55	2,21	8,25	0,95
180	3,42	1,62	2,18	8,83	0,96
170	3,42	0,91	3,82	11,35	0,48
160	3,42	1,57	2,18	8,82	1,01
150	3,42	0,69	4,95	13,61	0,37

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
140	3,42	1,60	2,14	8,46	1,01
130	3,42	1,22	2,81	7,76	0,65
120	3,42	1,71	2,00	6,87	1,01
110	3,42	1,68	2,04	5,63	0,89
100	3,42	1,76	1,94	6,21	1,01
90	3,42	5,62	0,61	3,68	4,41
80	3,42	6,99	0,49	5,42	7,42
70	3,42	6,84	0,50	7,13	8,24
60	3,42	7,28	0,47	3,60	6,43
50	3,42	3,43	1,00	6,12	2,72
40	3,42	1,75	1,95	6,35	1,01
30	3,42	1,01	3,39	7,56	0,48
20	3,42	1,26	2,71	10,12	0,77
10	3,42	1,21	2,87	10,87	0,73

Finalmente, los valores máximos de profundidad, velocidad y ancho de flujo se muestran en la Tabla E- 58.

Tabla E- 58: Valores máximos de interés. La Carbonera I.

H _{máx} [m]	V _{máx} [m/s]	W _{máx} [m]
0,87	7,28	13,61

E.2.4.9 La Laguna

La Tabla E- 59 muestra los resultados obtenidos de la modelación hidráulica relacionados con las cotas, profundidad y pendiente de fricción.

Tabla E- 59: Resultados de la modelación hidráulica (I). La Laguna.

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
1298	1,15	959,02	959,23	959,30	0,00	0,20
1288	1,15	956,29	956,39	958,99	0,27	0,09
1278	1,15	953,71	953,77	955,70	0,35	0,06
1268	1,15	950,13	950,27	953,45	0,20	0,14

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} ^{nivel} [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
1258	1,15	947,01	947,06	950,39	0,51	0,05
1248	1,15	943,62	943,74	946,86	0,25	0,12
1238	1,15	940,03	940,16	944,93	0,30	0,13
1228	1,15	938,23	938,34	941,45	0,30	0,11
1218	1,15	935,99	936,13	937,26	0,44	0,14
1208	1,15	934,78	934,96	935,24	0,09	0,18
1198	1,15	933,61	933,71	934,00	0,17	0,09
1188	1,15	932,56	932,66	932,80	0,08	0,10
1178	1,15	931,43	931,51	931,69	0,15	0,08
1168	1,15	930,25	930,36	930,50	0,09	0,11
1158	1,15	929,17	929,27	929,45	0,12	0,10
1148	1,15	928,02	928,15	928,34	0,10	0,13
1138	1,15	927,19	927,33	927,48	0,07	0,14
1128	1,15	926,20	926,33	926,56	0,12	0,13
1118	1,15	925,16	925,25	925,79	0,05	0,09
1108	1,15	924,10	924,18	925,11	0,09	0,08
1098	1,15	923,43	923,53	924,29	0,07	0,10
1088	1,15	922,89	922,97	923,58	0,06	0,08
1078	1,15	922,30	922,40	923,00	0,05	0,10
1068	1,15	921,72	921,81	922,43	0,06	0,09
1058	1,15	921,39	921,50	921,95	0,03	0,11
1048	1,15	920,85	920,97	921,54	0,05	0,11
1038	1,15	920,00	920,09	920,84	0,10	0,09
1028	1,15	919,46	919,54	920,04	0,06	0,07
1018	1,15	918,92	919,04	919,59	0,04	0,12
1008	1,15	918,06	918,14	918,99	0,10	0,08
998	1,15	917,71	917,79	918,18	0,05	0,07
988	1,15	917,50	917,62	917,86	0,02	0,12
978	1,15	917,36	917,46	917,67	0,02	0,10

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
968	1,15	917,13	917,23	917,48	0,02	0,10
958	1,15	916,78	916,88	917,21	0,03	0,09
948	1,15	916,34	916,41	916,81	0,05	0,07
938	1,15	915,47	915,56	916,23	0,06	0,09
928	1,15	914,35	914,43	915,41	0,11	0,07
918	1,15	912,46	912,53	913,98	0,18	0,07
908	1,15	911,82	911,91	912,62	0,08	0,08
898	1,15	911,72	911,83	912,12	0,02	0,12
888	1,15	911,47	911,56	911,87	0,03	0,09
878	1,15	911,05	911,17	911,55	0,03	0,12
868	1,15	910,60	910,68	911,08	0,07	0,09
858	1,15	910,18	910,25	910,50	0,04	0,07
848	1,15	909,58	909,65	910,05	0,05	0,08
838	1,15	909,02	909,14	909,58	0,05	0,12
828	1,15	908,47	908,59	909,11	0,05	0,11
818	1,15	908,03	908,14	908,67	0,04	0,11
808	1,15	906,74	906,83	908,01	0,10	0,10
798	1,15	905,79	905,89	907,03	0,09	0,10
788	1,15	905,05	905,15	906,14	0,08	0,10
778	1,15	903,65	903,72	904,98	0,18	0,07
768	1,15	901,64	901,74	903,25	0,12	0,10
758	1,15	898,10	898,25	901,91	0,21	0,15
748	1,15	896,34	896,44	899,52	0,24	0,10
738	1,15	895,92	896,00	897,17	0,14	0,08
728	1,15	895,86	895,98	896,37	0,03	0,11
718	1,15	895,76	895,89	896,11	0,01	0,13
708	1,15	895,61	895,76	895,98	0,01	0,14
698	1,15	895,37	895,49	895,81	0,02	0,12
688	1,15	894,83	894,95	895,49	0,04	0,12

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} ^{nivel} [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
678	1,15	894,21	894,27	894,89	0,09	0,07
668	1,15	893,70	893,77	894,20	0,05	0,07
658	1,15	893,38	893,49	893,82	0,03	0,11
648	1,15	892,99	893,09	893,47	0,05	0,11
638	1,15	892,45	892,52	892,95	0,05	0,07
628	1,15	891,82	891,89	892,35	0,06	0,07
618	1,15	891,19	891,25	891,71	0,06	0,06
608	1,15	890,47	890,56	891,13	0,05	0,08
598	1,15	889,99	890,10	890,64	0,04	0,11
588	1,15	889,79	889,89	890,24	0,03	0,11
578	1,15	889,63	889,76	890,00	0,02	0,13
568	1,15	889,41	889,52	889,81	0,02	0,11
558	1,15	889,08	889,18	889,54	0,03	0,10
548	1,15	888,80	888,88	889,18	0,04	0,08
538	1,15	888,42	888,53	888,86	0,03	0,11
528	1,15	887,88	887,96	888,47	0,05	0,09
518	1,15	887,83	887,95	888,15	0,01	0,12
508	1,15	887,72	887,86	888,03	0,01	0,13
498	1,15	887,52	887,64	887,89	0,02	0,12
488	1,15	887,24	887,34	887,66	0,03	0,10
478	1,15	886,87	886,94	887,33	0,04	0,07
468	1,15	886,58	886,64	886,94	0,04	0,06
458	1,15	886,14	886,27	886,64	0,03	0,13
448	1,15	885,85	885,94	886,32	0,04	0,08
438	1,15	885,78	885,90	886,06	0,01	0,12
428	1,15	885,73	885,86	885,96	0,01	0,13
418	1,15	885,69	885,85	885,91	0,00	0,16
408	1,15	885,61	885,83	885,85	0,00	0,22
398	1,15	885,60	885,78	885,84	0,00	0,19

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} ^{nivel} [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
388	1,15	885,42	885,55	885,78	0,02	0,13
378	1,15	885,02	885,12	885,54	0,03	0,09
368	1,15	884,53	884,61	885,14	0,05	0,08
358	1,15	883,29	883,49	884,62	0,05	0,20
348	1,15	881,15	881,25	883,96	0,25	0,10
338	1,15	879,94	880,36	880,37	0,00	0,42
328	1,15	879,95	880,34	880,35	0,00	0,39
318	1,15	879,95	880,30	880,32	0,00	0,35
308	1,15	879,95	880,23	880,26	0,01	0,28
298	1,15	879,90	880,15	880,17	0,01	0,25
288	1,15	879,83	880,10	880,11	0,00	0,27
278	1,15	879,79	880,05	880,06	0,01	0,26
268	1,15	879,72	879,99	880,00	0,01	0,27
258	1,15	879,64	879,93	879,95	0,01	0,29
248	1,15	879,55	879,80	879,84	0,03	0,26
238	1,15	879,24	879,43	879,49	0,05	0,19
228	1,15	878,73	878,92	878,98	0,05	0,19
219	1,15	878,01	878,18	878,31	0,16	0,16
210	1,15	877,89	878,06	878,10	0,03	0,18
200	1,15	877,72	877,90	877,92	0,01	0,18
190	1,15	877,53	877,68	877,73	0,03	0,16
180	1,15	877,34	877,52	877,55	0,01	0,17
170	1,15	877,12	877,28	877,32	0,04	0,16
160	1,15	876,88	877,01	877,06	0,02	0,13
150	1,15	876,58	876,68	876,88	0,02	0,10
140	1,15	876,33	876,40	876,66	0,03	0,08
130	1,15	875,47	875,57	876,27	0,05	0,10
120	1,15	874,31	874,37	874,69	2,72	0,10
110	1,15	871,95	872,27	872,29	0,02	0,33

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
100	1,15	871,76	872,16	872,17	0,01	0,40
90	1,15	871,64	872,02	872,04	0,02	0,38
80	1,15	871,22	871,50	871,59	0,18	0,28
70	1,15	869,85	870,14	870,20	0,04	0,29
60	1,15	869,19	869,52	869,61	0,08	0,33
50	1,15	867,67	868,02	868,06	0,06	0,35
40	1,15	866,76	867,04	867,13	0,18	0,28
30	1,15	864,68	865,01	865,10	0,12	0,33
20	1,15	863,75	864,14	864,19	0,07	0,39
10	1,15	863,08	863,49	863,54	0,06	0,41

La Tabla E- 60 recoge los valores dinámicos obtenidos de la simulación hidráulica.

Tabla E- 60: Resultados de la modelación hidráulica (II). La Laguna.

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
1298	1,15	1,24	0,98	6,76	0,98
1288	1,15	7,15	0,16	3,46	10,12
1278	1,15	6,15	0,19	5,63	10,77
1268	1,15	8,12	0,15	2,09	9,32
1258	1,15	8,08	0,14	3,75	13,26
1248	1,15	7,83	0,15	2,35	10,00
1238	1,15	9,68	0,12	1,55	11,15
1228	1,15	7,81	0,15	2,73	10,73
1218	1,15	4,72	0,24	2,53	4,85
1208	1,15	2,36	0,49	4,51	2,26
1198	1,15	2,39	0,49	7,11	2,84
1188	1,15	1,73	0,70	10,26	1,99
1178	1,15	1,71	0,62	11,79	2,51
1168	1,15	1,72	0,69	10,38	2,08
1158	1,15	1,90	0,61	9,66	2,34

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
1148	1,15	1,96	0,61	9,08	2,23
1138	1,15	1,74	0,69	9,72	1,89
1128	1,15	2,11	0,56	7,97	2,44
1118	1,15	3,26	0,35	6,21	4,37
1108	1,15	4,28	0,27	4,90	5,83
1098	1,15	3,85	0,30	5,24	5,15
1088	1,15	3,48	0,33	6,55	4,94
1078	1,15	3,43	0,34	5,84	4,54
1068	1,15	3,50	0,33	6,15	4,82
1058	1,15	2,97	0,39	5,76	3,66
1048	1,15	3,34	0,34	5,94	4,43
1038	1,15	3,89	0,30	7,28	5,95
1028	1,15	3,15	0,36	7,46	4,55
1018	1,15	3,30	0,35	4,85	3,92
1008	1,15	4,08	0,28	6,19	6,11
998	1,15	2,79	0,41	9,47	4,15
988	1,15	2,15	0,54	8,49	2,73
978	1,15	2,01	0,57	10,06	2,66
968	1,15	2,19	0,52	8,97	2,87
958	1,15	2,57	0,45	8,60	3,46
948	1,15	2,87	0,42	10,56	4,38
938	1,15	3,61	0,32	5,55	4,81
928	1,15	4,40	0,26	5,36	6,37
918	1,15	5,34	0,22	4,87	8,10
908	1,15	3,74	0,31	6,25	5,39
898	1,15	2,38	0,48	7,41	2,98
888	1,15	2,45	0,47	8,96	3,41
878	1,15	2,72	0,42	7,17	3,57
868	1,15	2,80	0,41	12,43	4,91
858	1,15	2,25	0,52	14,64	3,70

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
848	1,15	2,80	0,41	9,78	4,35
838	1,15	2,93	0,39	7,78	4,16
828	1,15	3,23	0,37	7,32	4,29
818	1,15	3,31	0,36	5,86	4,02
808	1,15	4,81	0,24	4,37	6,39
798	1,15	4,72	0,24	4,14	6,21
788	1,15	4,41	0,26	4,34	5,74
778	1,15	4,97	0,23	5,73	7,90
768	1,15	5,44	0,21	3,31	6,87
758	1,15	8,48	0,14	1,65	9,46
748	1,15	7,77	0,15	2,31	9,80
738	1,15	4,78	0,24	5,20	7,10
728	1,15	2,78	0,41	6,49	3,52
718	1,15	2,09	0,55	7,72	2,50
708	1,15	2,08	0,55	6,92	2,35
698	1,15	2,50	0,46	6,54	3,02
688	1,15	3,27	0,35	5,55	4,14
678	1,15	3,49	0,33	8,23	5,52
668	1,15	2,91	0,39	8,27	4,26
658	1,15	2,57	0,45	7,11	3,26
648	1,15	2,72	0,42	10,16	4,20
638	1,15	2,88	0,40	9,61	4,41
628	1,15	3,07	0,39	10,99	4,79
618	1,15	3,01	0,38	9,17	4,70
608	1,15	3,34	0,34	6,34	4,58
598	1,15	3,25	0,35	6,18	4,34
588	1,15	2,63	0,44	7,35	3,44
578	1,15	2,16	0,53	7,74	2,58
568	1,15	2,38	0,48	7,52	3,00
558	1,15	2,67	0,43	7,31	3,50

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
548	1,15	2,43	0,47	10,67	3,69
538	1,15	2,54	0,45	7,52	3,30
528	1,15	3,16	0,36	7,44	4,53
518	1,15	1,98	0,58	8,82	2,46
508	1,15	1,85	0,62	8,46	2,18
498	1,15	2,21	0,52	7,92	2,75
488	1,15	2,50	0,46	8,06	3,35
478	1,15	2,81	0,43	8,56	3,86
468	1,15	2,48	0,48	11,43	3,77
458	1,15	2,71	0,42	6,16	3,30
448	1,15	2,82	0,43	9,13	3,85
438	1,15	1,80	0,65	10,68	2,16
428	1,15	1,46	0,81	11,78	1,68
418	1,15	1,11	1,07	12,04	1,12
408	1,15	0,69	1,77	14,55	0,55
398	1,15	1,05	1,11	10,73	1,00
388	1,15	2,12	0,54	7,58	2,52
378	1,15	2,88	0,40	6,52	3,71
368	1,15	3,21	0,36	6,11	4,23
358	1,15	4,69	0,25	2,40	4,69
348	1,15	7,29	0,16	2,79	9,80
338	1,15	0,37	3,21	9,20	0,19
328	1,15	0,45	2,55	8,24	0,26
318	1,15	0,54	2,13	7,36	0,32
308	1,15	0,76	1,52	6,78	0,51
298	1,15	0,58	1,98	10,05	0,41
288	1,15	0,48	2,53	13,38	0,33
278	1,15	0,49	2,49	14,99	0,35
268	1,15	0,53	2,34	15,99	0,39
258	1,15	0,50	2,38	14,70	0,36

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
248	1,15	0,85	1,35	9,95	0,73
238	1,15	1,05	1,09	9,86	1,00
228	1,15	1,04	1,14	10,76	0,97
219	1,15	1,64	0,71	7,83	1,71
210	1,15	0,84	1,38	12,76	0,78
200	1,15	0,66	1,81	18,90	0,58
190	1,15	0,82	1,34	16,76	0,79
180	1,15	0,68	1,65	16,55	0,61
170	1,15	0,91	1,31	14,99	0,89
160	1,15	0,90	1,29	16,36	0,90
150	1,15	1,96	0,59	9,98	2,57
140	1,15	2,31	0,52	11,21	3,18
130	1,15	3,70	0,31	4,59	4,54
120	1,15	2,23	0,47	8,26	3,19
110	1,15	0,53	2,25	8,77	0,32
100	1,15	0,41	2,94	10,98	0,24
90	1,15	0,52	2,21	9,94	0,35
80	1,15	1,31	0,88	5,16	1,01
70	1,15	1,05	1,09	5,45	0,75
60	1,15	1,38	0,84	4,42	1,01
50	1,15	0,85	1,35	6,17	0,58
40	1,15	1,31	0,88	5,16	1,01
30	1,15	1,28	0,90	4,00	0,87
20	1,15	1,02	1,12	4,46	0,65
10	1,15	0,99	1,16	4,60	0,63

Finalmente, los valores máximos de profundidad, velocidad y ancho de flujo se muestran en la Tabla E- 61.

Tabla E- 61: Valores máximos de interés. La Laguna.

H _{máx} [m]	V _{máx} [m/s]	W _{máx} [m]

0,42	9,68	18,9

E.2.4.10 Las Lechuzas

La Tabla E- 62 muestra los resultados obtenidos de la modelación hidráulica relacionados con las cotas, profundidad y pendiente de fricción.

Tabla E- 62: Resultados de la modelación hidráulica (I). Las Lechuzas.

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
1340	4,24	1018,74	1019,18	1019,29	0,04	0,44
1330	4,24	1018,30	1018,72	1018,84	0,05	0,41
1320	4,24	1017,91	1018,34	1018,46	0,04	0,43
1310	4,24	1017,48	1017,91	1018,04	0,04	0,43
1300	4,24	1016,99	1017,42	1017,56	0,05	0,42
1290	4,24	1016,40	1016,78	1016,95	0,07	0,37
1280	4,24	1015,59	1015,93	1016,13	0,09	0,35
1270	4,24	1014,33	1014,57	1014,90	0,17	0,24
1260	4,24	1010,70	1010,83	1011,47	0,93	0,12
1250	4,24	1010,51	1010,76	1010,82	0,03	0,26
1240	4,24	1010,05	1010,39	1010,49	0,04	0,34
1230	4,24	1009,33	1009,74	1009,96	0,07	0,41
1220	4,24	1008,09	1008,57	1009,01	0,13	0,48
1210	4,24	1007,61	1008,07	1008,23	0,04	0,46
1200	4,24	1006,91	1007,40	1007,67	0,07	0,49
1190	4,24	1005,80	1006,10	1006,54	0,19	0,29
1180	4,24	1005,47	1005,91	1006,05	0,04	0,44
1170	4,24	1004,47	1004,78	1005,27	0,19	0,31
1160	4,24	1003,59	1004,00	1004,20	0,06	0,41
1150	4,24	1002,82	1003,38	1003,61	0,06	0,56
1140	4,24	1001,89	1002,24	1002,72	0,15	0,35
1130	4,24	1001,49	1001,99	1002,13	0,04	0,50
1120	4,24	1000,15	1000,43	1001,17	0,38	0,28
1110	4,24	999,63	1000,07	1000,21	0,04	0,44

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
1100	4,24	999,03	999,36	999,61	0,10	0,33
1090	4,24	998,06	998,69	998,84	0,06	0,63
1080	4,24	997,83	998,41	998,48	0,02	0,57
1070	4,24	997,63	998,10	998,24	0,04	0,47
1060	4,24	996,56	996,86	997,42	0,23	0,30
1050	4,24	995,86	996,35	996,50	0,04	0,49
1040	4,24	995,54	995,96	996,12	0,05	0,42
1030	4,24	994,68	995,02	995,36	0,13	0,34
1020	4,24	993,88	994,38	994,58	0,05	0,50
1010	4,24	993,59	994,09	994,25	0,04	0,49
1000	4,24	992,30	992,71	993,41	0,25	0,41
990	4,24	991,82	992,43	992,48	0,01	0,61
980	4,24	991,69	992,16	992,31	0,04	0,47
970	4,24	991,12	991,52	991,77	0,08	0,40
960	4,24	989,93	990,25	990,68	0,16	0,32
950	4,24	989,61	990,05	990,17	0,04	0,43
940	4,24	988,89	989,32	989,55	0,10	0,43
930	4,24	987,98	988,30	988,57	0,10	0,32
920	4,24	987,28	987,78	987,93	0,04	0,50
910	4,24	985,87	986,13	986,93	0,36	0,26
900	4,24	985,56	986,02	986,15	0,04	0,45
890	4,24	984,65	985,03	985,43	0,16	0,38
880	4,24	983,86	984,32	984,50	0,05	0,45
870	4,24	983,27	983,66	983,87	0,07	0,39
860	4,24	982,09	982,49	982,88	0,13	0,40
850	4,24	981,73	982,12	982,21	0,03	0,38
840	4,24	981,33	981,72	981,83	0,04	0,39
830	4,24	980,73	981,12	981,33	0,06	0,39
820	4,24	979,94	980,28	980,57	0,09	0,34

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
810	4,24	979,77	980,25	980,32	0,02	0,48
800	4,24	979,53	979,96	980,07	0,04	0,43
790	4,24	979,12	979,52	979,64	0,05	0,40
780	4,24	977,95	978,23	978,71	0,23	0,28
770	4,24	977,75	978,27	978,33	0,01	0,51
760	4,24	977,53	977,97	978,11	0,04	0,44
750	4,24	977,05	977,51	977,67	0,05	0,46
740	4,24	975,92	976,20	976,73	0,25	0,28
730	4,24	975,52	976,00	976,13	0,04	0,48
720	4,24	974,93	975,34	975,58	0,08	0,41
710	4,24	973,91	974,45	974,51	0,01	0,54
700	4,24	973,85	974,35	974,40	0,01	0,49
690	4,24	973,76	974,23	974,29	0,01	0,47
680	4,24	973,62	974,04	974,12	0,02	0,42
670	4,24	973,31	973,70	973,81	0,04	0,39
660	4,24	972,57	972,85	973,12	0,13	0,28
650	4,24	971,72	972,02	972,19	0,07	0,30
640	4,24	970,57	970,89	971,24	0,14	0,32
630	4,24	969,60	970,03	970,24	0,07	0,42
620	4,24	968,35	968,64	969,11	0,20	0,29
610	4,24	967,73	968,22	968,26	0,01	0,48
600	4,24	967,61	968,11	968,16	0,01	0,51
590	4,24	967,38	967,84	967,97	0,04	0,46
580	4,24	966,60	966,97	967,29	0,13	0,36
570	4,24	965,65	965,99	966,20	0,09	0,34
560	4,24	965,03	965,48	965,62	0,04	0,44
550	4,24	963,99	964,34	964,80	0,18	0,35
540	4,24	963,58	964,05	964,20	0,04	0,47
530	4,24	962,86	963,40	963,68	0,07	0,54

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
520	4,24	961,78	962,10	962,58	0,19	0,33
510	4,24	961,22	961,67	961,81	0,04	0,45
500	4,24	959,83	960,07	960,81	0,45	0,24
490	4,24	958,49	958,91	959,15	0,07	0,42
480	4,24	957,61	957,94	958,20	0,12	0,33
470	4,24	956,89	957,36	957,48	0,04	0,47
460	4,24	955,62	955,89	956,46	0,39	0,27
450	4,24	954,18	954,45	954,62	0,10	0,27
440	4,24	952,72	952,94	953,24	0,21	0,22
430	4,24	950,42	950,72	951,17	0,20	0,30
420	4,24	949,18	949,49	949,71	0,10	0,31
410	4,24	947,93	948,39	948,41	0,00	0,46
400	4,24	947,83	948,36	948,38	0,00	0,53
390	4,24	947,82	948,31	948,34	0,01	0,49
380	4,24	947,75	948,28	948,30	0,00	0,52
370	4,24	947,68	948,25	948,26	0,00	0,56
360	4,24	947,67	948,20	948,23	0,00	0,54
350	4,24	947,61	948,12	948,16	0,01	0,51
340	4,24	947,44	947,85	947,98	0,04	0,42
330	4,24	946,83	947,26	947,47	0,06	0,43
320	4,24	945,87	946,44	946,47	0,00	0,57
310	4,24	945,79	946,37	946,42	0,01	0,58
300	4,24	945,71	946,22	946,30	0,02	0,51
290	4,24	945,41	945,90	946,05	0,04	0,50
280	4,24	944,32	944,73	945,30	0,17	0,40
270	4,24	943,96	944,63	944,71	0,01	0,67
260	4,24	943,94	944,53	944,60	0,01	0,58
250	4,24	943,90	944,45	944,50	0,01	0,55
240	4,24	943,86	944,40	944,44	0,00	0,54

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
230	4,24	943,83	944,34	944,38	0,01	0,51
220	4,24	943,76	944,27	944,31	0,01	0,52
210	4,24	943,70	944,16	944,22	0,01	0,46
200	4,24	943,53	944,06	944,10	0,01	0,53
190	4,24	943,32	943,78	943,91	0,04	0,46
180	4,24	942,57	942,94	943,28	0,11	0,37
170	4,24	941,91	942,54	942,60	0,01	0,64
160	4,24	941,87	942,48	942,53	0,01	0,61
150	4,24	941,82	942,35	942,43	0,01	0,52
140	4,24	941,66	942,09	942,21	0,03	0,43
130	4,24	941,24	941,71	941,85	0,04	0,47
120	4,24	940,10	940,61	941,14	0,14	0,51
110	4,24	939,79	940,06	940,78	0,01	0,27
100	4,24	939,59	939,90	940,63	0,01	0,31
90	4,24	938,93	939,21	940,39	0,03	0,28
80	4,24	937,42	937,69	939,93	0,05	0,26
70	4,24	935,79	935,96	939,10	0,11	0,17
60	4,24	934,53	934,74	938,06	0,09	0,21
50	4,24	933,77	933,96	936,92	0,11	0,19
40	4,24	933,61	933,92	934,80	0,21	0,31
30	4,24	932,05	932,52	933,10	0,13	0,47
20	4,24	929,63	930,05	931,16	0,31	0,41
10	4,24	927,43	927,80	928,29	0,23	0,37

La Tabla E- 63 recoge los valores dinámicos obtenidos de la simulación hidráulica.

Tabla E- 63: Resultados de la modelación hidráulica (II). Las Lechuzas.

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
1340	4,24	1,50	2,83	13,21	1,03
1330	4,24	1,59	2,67	11,76	1,06

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
1320	4,24	1,53	2,77	11,87	1,01
1310	4,24	1,57	2,69	11,63	1,04
1300	4,24	1,70	2,50	10,89	1,13
1290	4,24	1,83	2,32	11,90	1,32
1280	4,24	1,96	2,16	11,50	1,45
1270	4,24	2,53	1,68	10,05	1,98
1260	4,24	3,55	1,19	15,08	4,03
1250	4,24	1,02	4,11	24,38	0,80
1240	4,24	1,40	3,07	16,58	0,99
1230	4,24	2,04	2,08	8,49	1,32
1220	4,24	2,95	1,44	5,35	1,81
1210	4,24	1,78	2,38	8,55	1,08
1200	4,24	2,29	1,85	6,58	1,38
1190	4,24	2,97	1,43	7,17	2,12
1180	4,24	1,64	2,59	9,70	1,01
1170	4,24	3,10	1,37	6,35	2,13
1160	4,24	1,97	2,15	8,39	1,25
1150	4,24	2,13	1,99	6,51	1,23
1140	4,24	3,05	1,39	5,69	1,96
1130	4,24	1,67	2,54	9,19	1,02
1120	4,24	3,82	1,11	6,39	2,93
1110	4,24	1,64	2,58	9,57	1,01
1100	4,24	2,21	1,92	9,15	1,54
1090	4,24	1,71	2,48	11,56	1,18
1080	4,24	1,17	3,63	11,84	0,65
1070	4,24	1,67	2,54	9,13	1,01
1060	4,24	3,31	1,28	6,31	2,35
1050	4,24	1,71	2,48	8,77	1,03
1040	4,24	1,78	2,39	9,32	1,12
1030	4,24	2,58	1,65	7,53	1,76

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
1020	4,24	1,97	2,15	7,04	1,14
1010	4,24	1,76	2,41	7,80	1,01
1000	4,24	3,70	1,14	5,04	2,48
990	4,24	1,04	4,07	10,21	0,53
980	4,24	1,67	2,54	9,11	1,01
970	4,24	2,18	1,94	7,82	1,40
960	4,24	2,93	1,45	6,38	1,96
950	4,24	1,55	2,73	11,53	1,02
940	4,24	2,13	1,99	10,10	1,53
930	4,24	2,30	1,85	8,06	1,53
920	4,24	1,74	2,43	8,76	1,06
910	4,24	3,95	1,07	5,68	2,90
900	4,24	1,64	2,59	9,63	1,01
890	4,24	2,80	1,51	7,29	1,97
880	4,24	1,90	2,23	8,43	1,18
870	4,24	2,03	2,09	9,27	1,36
860	4,24	2,75	1,54	6,52	1,80
850	4,24	1,39	3,09	14,81	0,93
840	4,24	1,51	2,81	12,49	1,02
830	4,24	2,01	2,11	7,97	1,25
820	4,24	2,40	1,77	7,19	1,55
810	4,24	1,15	3,69	11,99	0,66
800	4,24	1,51	2,80	12,34	1,01
790	4,24	1,50	2,82	13,65	1,06
780	4,24	3,09	1,37	7,45	2,30
770	4,24	1,12	3,77	11,31	0,62
760	4,24	1,61	2,64	10,40	1,02
750	4,24	1,81	2,34	8,57	1,10
740	4,24	3,24	1,31	6,94	2,39
730	4,24	1,62	2,62	10,11	1,02

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
720	4,24	2,16	1,96	8,28	1,42
710	4,24	1,06	4,01	9,95	0,53
700	4,24	1,04	4,06	11,65	0,56
690	4,24	1,04	4,10	12,85	0,59
680	4,24	1,23	3,46	13,66	0,78
670	4,24	1,49	2,85	12,84	1,01
660	4,24	2,28	1,86	10,30	1,71
650	4,24	1,84	2,30	10,80	1,27
640	4,24	2,61	1,63	7,82	1,82
630	4,24	2,07	2,05	8,32	1,33
620	4,24	3,04	1,39	7,10	2,19
610	4,24	0,97	4,38	12,80	0,53
600	4,24	0,96	4,39	13,81	0,55
590	4,24	1,57	2,69	10,75	1,00
580	4,24	2,54	1,67	7,76	1,75
570	4,24	2,04	2,08	10,48	1,46
560	4,24	1,67	2,54	9,97	1,06
550	4,24	3,03	1,40	6,46	2,08
540	4,24	1,71	2,48	8,56	1,01
530	4,24	2,35	1,81	5,98	1,36
520	4,24	3,07	1,38	6,51	2,12
510	4,24	1,62	2,61	9,99	1,01
500	4,24	3,81	1,11	7,29	3,12
490	4,24	2,17	1,96	7,82	1,38
480	4,24	2,26	1,88	10,19	1,68
470	4,24	1,56	2,73	11,91	1,04
460	4,24	3,33	1,27	9,29	2,87
450	4,24	1,86	2,28	13,86	1,46
440	4,24	2,42	1,75	13,02	2,10
430	4,24	2,99	1,44	7,89	2,16

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
420	4,24	2,08	2,04	10,96	1,54
410	4,24	0,70	6,05	15,44	0,36
400	4,24	0,57	7,41	17,69	0,28
390	4,24	0,73	5,78	15,60	0,38
380	4,24	0,64	6,65	17,60	0,33
370	4,24	0,58	7,43	18,71	0,29
360	4,24	0,69	6,15	16,80	0,36
350	4,24	0,94	4,50	14,01	0,53
340	4,24	1,55	2,74	11,41	1,01
330	4,24	2,03	2,09	8,17	1,28
320	4,24	0,75	5,68	12,57	0,35
310	4,24	0,95	4,44	10,76	0,47
300	4,24	1,27	3,35	9,82	0,69
290	4,24	1,70	2,49	8,71	1,02
280	4,24	3,36	1,26	4,87	2,10
270	4,24	1,20	3,54	6,86	0,53
260	4,24	1,23	3,46	8,12	0,60
250	4,24	0,96	4,40	10,33	0,47
240	4,24	0,79	5,35	12,62	0,39
230	4,24	0,87	4,90	13,43	0,46
220	4,24	0,80	5,29	15,18	0,43
210	4,24	1,02	4,16	14,00	0,60
200	4,24	0,91	4,68	15,54	0,52
190	4,24	1,61	2,63	10,14	1,01
180	4,24	2,61	1,63	6,37	1,65
170	4,24	1,07	3,97	8,27	0,49
160	4,24	1,00	4,26	9,14	0,47
150	4,24	1,25	3,40	9,05	0,65
140	4,24	1,53	2,78	10,27	0,94
130	4,24	1,64	2,59	9,72	1,01

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
120	4,24	3,21	1,32	4,61	1,92
110	4,24	3,75	1,13	6,57	2,88
100	4,24	3,77	1,12	6,46	2,89
90	4,24	4,82	0,88	5,18	3,74
80	4,24	6,65	0,64	4,17	5,42
70	4,24	7,84	0,54	4,68	7,36
60	4,24	8,07	0,53	3,89	7,01
50	4,24	7,63	0,56	5,07	7,35
40	4,24	4,16	1,02	5,46	3,08
30	4,24	3,37	1,26	3,65	1,83
20	4,24	4,67	0,91	3,18	2,79
10	4,24	3,10	1,37	7,53	2,32

Finalmente, los valores máximos de profundidad, velocidad y ancho de flujo se muestran en la Tabla E- 64.

Tabla E- 64: Valores máximos de interés. Las Lechuzas.

H _{máx} [m]	V _{máx} [m/s]	W _{máx} [m]
0,67	8,07	24,38

E.2.4.11 Las Ñipas

La Tabla E- 65 muestra los resultados obtenidos de la modelación hidráulica relacionados con las cotas, profundidad y pendiente de fricción.

Tabla E- 65: Resultados de la modelación hidráulica (I). Las Ñipas.

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
1300	1,30	965,49	965,71	965,83	0,07	0,22
1290	1,30	964,77	964,97	965,09	0,08	0,19
1280	1,30	963,12	963,29	963,64	0,34	0,17
1270	1,30	961,48	961,77	961,93	0,10	0,29
1260	1,30	959,86	960,12	960,51	0,22	0,27
1250	1,30	957,05	957,29	957,79	0,33	0,24

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
1240	1,30	954,97	955,26	955,57	0,15	0,29
1230	1,30	953,56	953,80	954,03	0,15	0,24
1220	1,30	951,81	952,04	952,36	0,19	0,23
1210	1,30	950,55	950,83	951,03	0,10	0,28
1200	1,30	948,32	948,61	949,27	0,39	0,29
1190	1,30	946,53	946,79	947,06	0,13	0,26
1180	1,30	944,95	945,24	945,57	0,17	0,29
1170	1,30	941,85	942,09	942,91	0,46	0,24
1160	1,30	939,61	939,83	940,08	0,17	0,22
1150	1,30	937,85	938,11	938,44	0,15	0,27
1140	1,30	937,27	937,61	937,71	0,04	0,34
1130	1,30	935,64	935,81	936,53	0,69	0,17
1120	1,30	933,79	934,07	934,28	0,10	0,28
1110	1,30	931,98	932,28	932,75	0,25	0,30
1100	1,30	929,96	930,26	930,65	0,17	0,30
1090	1,30	929,89	930,23	930,29	0,02	0,34
1080	1,30	929,74	930,07	930,11	0,02	0,32
1070	1,30	929,47	929,77	929,86	0,05	0,30
1060	1,30	928,23	928,47	928,90	0,29	0,25
1050	1,30	927,47	927,78	927,88	0,05	0,31
1040	1,30	926,03	926,22	926,73	0,58	0,19
1030	1,30	925,47	925,78	925,86	0,05	0,30
1020	1,30	924,22	924,46	924,90	0,29	0,24
1010	1,30	923,17	923,51	923,65	0,06	0,34
1000	1,30	921,38	921,64	922,02	1,05	0,26
990	1,30	919,90	920,41	920,44	0,02	0,51
980	1,30	919,71	920,11	920,16	0,04	0,40
970	1,30	918,93	919,26	919,37	0,17	0,33
960	1,30	917,88	918,39	918,42	0,02	0,50

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
950	1,30	917,63	918,00	918,05	0,06	0,37
940	1,30	916,69	916,99	917,09	0,17	0,30
930	1,30	915,86	916,30	916,32	0,01	0,45
920	1,30	915,70	916,11	916,13	0,03	0,41
910	1,30	915,19	915,49	915,59	0,18	0,31
900	1,30	913,88	914,33	914,35	0,02	0,45
890	1,30	913,68	914,14	914,16	0,02	0,46
880	1,30	913,26	913,59	913,69	0,17	0,33
870	1,30	911,93	912,39	912,43	0,04	0,46
860	1,30	911,69	912,08	912,10	0,03	0,38
850	1,30	911,10	911,41	911,50	0,18	0,31
840	1,30	909,93	910,36	910,38	0,02	0,44
830	1,30	909,73	910,15	910,17	0,03	0,42
820	1,30	909,19	909,51	909,61	0,18	0,32
810	1,30	907,91	908,41	908,43	0,02	0,50
800	1,30	907,78	908,25	908,27	0,02	0,47
790	1,30	907,49	907,80	907,89	0,18	0,31
780	1,30	906,04	906,61	906,66	0,04	0,57
770	1,30	905,72	906,11	906,16	0,07	0,39
760	1,30	904,72	905,18	905,29	0,12	0,46
750	1,30	903,54	903,90	903,99	0,14	0,36
740	1,30	902,16	902,56	902,66	0,12	0,40
730	1,30	901,88	902,41	902,42	0,01	0,52
720	1,30	901,83	902,29	902,31	0,02	0,45
710	1,30	901,56	901,91	901,97	0,09	0,35
700	1,30	900,22	900,63	900,75	0,17	0,41
690	1,30	899,80	900,22	900,24	0,01	0,42
680	1,30	899,66	900,04	900,05	0,03	0,38
670	1,30	899,24	899,59	899,64	0,07	0,35

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
660	1,30	898,06	898,45	898,57	0,17	0,39
650	1,30	897,84	898,24	898,25	0,01	0,40
640	1,30	897,73	898,12	898,14	0,01	0,39
630	1,30	897,56	897,97	897,99	0,02	0,41
620	1,30	897,24	897,52	897,61	0,18	0,28
610	1,30	896,11	896,66	896,69	0,03	0,55
600	1,30	895,96	896,42	896,44	0,02	0,46
590	1,30	895,89	896,24	896,26	0,02	0,36
580	1,30	895,73	896,04	896,05	0,02	0,31
570	1,30	895,49	895,81	895,83	0,02	0,32
560	1,30	895,20	895,49	895,51	0,05	0,29
550	1,30	894,75	894,93	894,96	0,06	0,20
540	1,30	893,91	894,11	894,16	0,14	0,19
530	1,30	892,23	892,51	892,58	0,19	0,27
520	1,30	889,57	889,91	890,09	0,33	0,35
510	1,30	886,83	887,09	888,81	0,06	0,25
500	1,30	884,89	885,03	887,58	0,16	0,14
490	1,30	883,40	883,61	883,87	0,82	0,21
480	1,30	881,89	882,22	882,24	0,03	0,33
470	1,30	881,22	881,50	881,58	0,19	0,28
460	1,30	879,96	880,53	880,54	0,01	0,56
450	1,30	879,89	880,47	880,47	0,01	0,58
440	1,30	879,89	880,37	880,38	0,02	0,48
430	1,30	879,65	879,96	880,02	0,11	0,31
420	1,30	878,55	878,82	878,87	0,12	0,27
410	1,30	877,02	877,28	877,35	0,19	0,26
400	1,30	875,79	875,92	876,03	0,10	0,13
390	1,30	875,29	875,52	875,59	0,05	0,22
380	1,30	874,73	874,85	875,08	0,05	0,12

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
370	1,30	873,63	873,73	874,42	0,08	0,10
360	1,30	872,88	872,96	873,68	0,07	0,08
350	1,30	871,90	872,04	872,93	0,08	0,15
340	1,30	871,02	871,10	872,09	0,08	0,09
330	1,30	869,73	869,80	870,99	0,15	0,07
320	1,30	867,88	867,95	869,32	0,19	0,07
310	1,30	867,38	867,46	868,02	0,07	0,07
300	1,30	867,00	867,18	867,23	0,10	0,18
290	1,30	866,05	866,51	866,53	0,03	0,46
280	1,30	865,95	866,35	866,36	0,01	0,40
270	1,30	865,86	866,20	866,22	0,02	0,34
260	1,30	865,66	865,95	865,97	0,03	0,29
250	1,30	865,23	865,49	865,52	0,07	0,26
240	1,30	864,61	864,77	864,80	0,08	0,17
230	1,30	863,42	863,61	863,66	0,18	0,19
220	1,30	860,49	860,80	860,99	0,42	0,31
210	1,30	857,96	858,32	858,38	0,06	0,37
200	1,30	856,97	857,32	857,42	0,17	0,35
190	1,30	855,92	856,58	856,59	0,01	0,66
180	1,30	855,91	856,48	856,50	0,02	0,57
170	1,30	855,78	856,15	856,20	0,07	0,37
160	1,30	854,67	855,02	855,13	0,17	0,35
150	1,30	853,87	854,32	854,33	0,00	0,45
140	1,30	853,82	854,27	854,28	0,00	0,45
130	1,30	853,77	854,22	854,22	0,01	0,44
120	1,30	853,72	854,12	854,13	0,01	0,40
110	1,30	853,54	853,91	853,93	0,03	0,37
100	1,30	853,06	853,35	853,40	0,11	0,28
90	1,30	851,81	852,09	852,16	0,14	0,28

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
80	1,30	850,17	850,52	850,62	0,17	0,34
70	1,30	849,85	850,29	850,29	0,01	0,44
60	1,30	849,78	850,23	850,24	0,01	0,45
50	1,30	849,72	850,17	850,17	0,01	0,45
40	1,30	849,63	850,07	850,08	0,01	0,44
30	1,30	849,37	849,68	849,77	0,18	0,31
20	1,30	848,12	848,59	848,66	0,07	0,47
10	1,30	847,68	848,06	848,10	0,05	0,39

La Tabla E- 66 recoge los valores dinámicos obtenidos de la simulación hidráulica.

Tabla E- 66: Resultados de la modelación hidráulica (II). Las Ñipas.

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
1300	1,30	1,62	0,87	6,84	1,26
1290	1,30	1,57	0,88	7,48	1,30
1280	1,30	2,61	0,50	4,98	2,57
1270	1,30	1,81	0,72	4,51	1,45
1260	1,30	2,74	0,47	2,99	2,19
1250	1,30	3,13	0,41	2,89	2,64
1240	1,30	2,44	0,53	2,99	1,84
1230	1,30	2,16	0,60	4,06	1,78
1220	1,30	2,50	0,52	3,28	2,00
1210	1,30	1,99	0,65	3,54	1,47
1200	1,30	3,60	0,36	2,25	2,86
1190	1,30	2,28	0,57	3,16	1,71
1180	1,30	2,56	0,51	2,85	1,94
1170	1,30	4,00	0,32	1,91	3,09
1160	1,30	2,26	0,58	4,06	1,91
1150	1,30	2,54	0,51	2,67	1,86
1140	1,30	1,43	0,91	4,51	1,01

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
1130	1,30	3,77	0,35	3,19	3,65
1120	1,30	2,03	0,64	3,42	1,50
1110	1,30	3,04	0,43	2,49	2,35
1100	1,30	2,77	0,47	2,32	1,97
1090	1,30	1,13	1,15	4,39	0,71
1080	1,30	0,90	1,45	6,77	0,62
1070	1,30	1,32	0,98	5,64	1,01
1060	1,30	2,90	0,45	3,15	2,45
1050	1,30	1,36	0,96	5,56	1,02
1040	1,30	3,17	0,41	4,25	3,26
1030	1,30	1,32	0,98	5,65	1,01
1020	1,30	2,94	0,44	3,07	2,47
1010	1,30	1,68	0,78	3,91	1,20
1000	1,30	2,74	0,47	3,40	2,34
990	1,30	0,73	1,79	4,58	0,37
980	1,30	0,89	1,47	5,24	0,54
970	1,30	1,50	0,87	3,82	1,01
960	1,30	0,78	1,66	4,55	0,41
950	1,30	0,93	1,40	5,95	0,61
940	1,30	1,42	0,92	4,51	1,00
930	1,30	0,60	2,19	6,43	0,32
920	1,30	0,67	1,95	7,08	0,41
910	1,30	1,36	0,96	5,20	1,01
900	1,30	0,62	2,10	6,14	0,34
890	1,30	0,65	2,01	6,70	0,38
880	1,30	1,39	0,94	4,87	1,01
870	1,30	0,89	1,47	4,46	0,49
860	1,30	0,67	1,93	7,63	0,43
850	1,30	1,33	0,98	5,50	1,01
840	1,30	0,62	2,09	6,33	0,35

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
830	1,30	0,69	1,88	6,96	0,42
820	1,30	1,37	0,95	5,05	1,01
810	1,30	0,65	2,01	5,37	0,34
800	1,30	0,61	2,12	6,02	0,33
790	1,30	1,35	0,96	5,21	1,01
780	1,30	0,89	1,45	4,56	0,51
770	1,30	1,01	1,29	5,23	0,65
760	1,30	1,41	0,92	3,35	0,86
750	1,30	1,29	1,01	5,05	0,92
740	1,30	1,38	0,94	3,69	0,87
730	1,30	0,50	2,62	6,40	0,25
720	1,30	0,63	2,06	6,08	0,34
710	1,30	1,05	1,24	6,02	0,74
700	1,30	1,50	0,86	3,85	1,01
690	1,30	0,53	2,46	7,90	0,30
680	1,30	0,61	2,12	9,29	0,41
670	1,30	0,94	1,38	6,60	0,66
660	1,30	1,54	0,84	3,53	1,01
650	1,30	0,46	2,89	9,58	0,26
640	1,30	0,49	2,66	10,40	0,31
630	1,30	0,51	2,62	11,07	0,32
620	1,30	1,28	1,01	6,16	1,01
610	1,30	0,84	1,54	4,73	0,47
600	1,30	0,65	2,02	6,13	0,36
590	1,30	0,54	2,39	9,05	0,34
580	1,30	0,54	2,46	13,33	0,38
570	1,30	0,52	2,58	14,48	0,36
560	1,30	0,70	1,88	11,69	0,54
550	1,30	0,72	1,84	12,13	0,58
540	1,30	1,07	1,25	8,77	0,88

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
530	1,30	1,24	1,05	6,84	1,01
520	1,30	1,88	0,69	3,61	1,38
510	1,30	5,82	0,22	1,75	5,20
500	1,30	7,08	0,18	2,40	8,17
490	1,30	2,26	0,58	4,59	2,03
480	1,30	0,66	1,95	8,77	0,45
470	1,30	1,29	1,01	6,08	1,01
460	1,30	0,45	2,92	6,93	0,22
450	1,30	0,41	3,15	7,48	0,20
440	1,30	0,61	2,14	6,82	0,35
430	1,30	1,07	1,22	6,62	0,79
420	1,30	0,96	1,36	9,50	0,81
410	1,30	1,22	1,06	7,13	1,01
400	1,30	1,44	0,90	10,34	1,56
390	1,30	1,16	1,12	8,45	1,02
380	1,30	2,14	0,61	6,85	2,29
370	1,30	3,68	0,35	6,28	4,95
360	1,30	3,75	0,35	6,16	5,04
350	1,30	4,18	0,31	5,58	5,64
340	1,30	4,41	0,30	4,91	5,74
330	1,30	4,84	0,27	6,71	7,72
320	1,30	5,18	0,25	6,07	8,13
310	1,30	3,31	0,39	8,64	4,96
300	1,30	0,94	1,38	15,21	1,00
290	1,30	0,56	2,32	10,99	0,39
280	1,30	0,46	2,94	12,74	0,28
270	1,30	0,57	2,39	12,60	0,38
260	1,30	0,66	1,97	12,23	0,52
250	1,30	0,75	1,73	11,60	0,62
240	1,30	0,71	1,89	18,25	0,63

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
230	1,30	1,08	1,25	10,83	0,97
220	1,30	1,92	0,68	4,12	1,51
210	1,30	1,01	1,29	4,75	0,62
200	1,30	1,45	0,90	4,30	1,01
190	1,30	0,47	2,78	5,46	0,21
180	1,30	0,68	1,92	4,68	0,34
170	1,30	1,08	1,20	4,67	0,68
160	1,30	1,47	0,88	4,09	1,01
150	1,30	0,36	3,71	10,62	0,19
140	1,30	0,33	3,98	11,68	0,18
130	1,30	0,37	3,51	11,43	0,21
120	1,30	0,48	2,73	10,70	0,30
110	1,30	0,61	2,14	10,43	0,43
100	1,30	1,03	1,26	7,30	0,79
90	1,30	1,16	1,13	6,53	0,89
80	1,30	1,44	0,90	4,29	1,00
70	1,30	0,37	3,48	10,23	0,20
60	1,30	0,36	3,58	10,97	0,20
50	1,30	0,37	3,54	11,70	0,21
40	1,30	0,47	2,78	9,97	0,28
30	1,30	1,32	0,98	5,66	1,01
20	1,30	1,13	1,15	3,95	0,67
10	1,30	0,82	1,58	6,46	0,53

Finalmente, los valores máximos de profundidad, velocidad y ancho de flujo se muestran en la Tabla E- 67.

Tabla E- 67: Valores máximos de interés. Las Ñipas.

H _{máx} [m]	v _{máx} [m/s]	w _{máx} [m]
0,66	7,08	18,25

E.2.4.12 Las Varas

La Tabla E- 68 muestra los resultados obtenidos de la modelación hidráulica relacionados con las cotas, profundidad y pendiente de fricción.

Tabla E- 68: Resultados de la modelación hidráulica (I). Las Varas.

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} ^{nivel} [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
980	6,52	1026,70	1027,08	1027,34	0,07	0,38
970	6,52	1025,96	1026,40	1026,66	0,06	0,44
960	6,52	1025,67	1026,20	1026,33	0,02	0,53
950	6,52	1025,32	1025,88	1026,05	0,03	0,56
940	6,52	1024,12	1024,57	1025,31	0,23	0,51
930	6,52	1023,28	1023,65	1024,85	0,02	0,37
920	6,52	1021,81	1022,15	1024,49	0,04	0,34
910	6,52	1021,13	1021,42	1023,32	0,82	0,29
900	6,52	1019,88	1020,29	1020,74	0,10	0,41
890	6,52	1019,61	1020,13	1020,30	0,03	0,52
880	6,52	1019,10	1019,68	1019,92	0,04	0,58
870	6,52	1017,76	1018,16	1019,02	0,23	0,40
860	6,52	1016,97	1017,54	1017,86	0,06	0,57
850	6,52	1015,81	1016,24	1016,90	0,17	0,43
840	6,52	1015,31	1015,97	1016,18	0,03	0,66
830	6,52	1013,87	1014,28	1015,34	0,33	0,41
820	6,52	1013,09	1013,68	1013,97	0,06	0,59
810	6,52	1011,83	1012,25	1012,96	0,19	0,42
800	6,52	1010,70	1011,18	1011,59	0,09	0,48
790	6,52	1009,57	1010,03	1010,51	0,13	0,46
780	6,52	1008,61	1009,07	1009,46	0,08	0,46
770	6,52	1007,61	1008,12	1008,56	0,10	0,51
760	6,52	1006,47	1006,95	1007,47	0,12	0,48
750	6,52	1005,55	1005,98	1006,33	0,10	0,43
740	6,52	1004,06	1004,44	1005,01	0,19	0,38
730	6,52	1002,55	1002,90	1003,33	0,15	0,35

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} [m] nivel	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
720	6,52	1000,66	1001,01	1001,60	0,20	0,35
710	6,52	998,51	998,97	999,66	0,18	0,46
700	6,52	996,22	996,74	997,64	0,22	0,52
690	6,52	994,23	994,71	995,47	0,21	0,48
680	6,52	992,15	992,63	993,44	0,20	0,48
670	6,52	989,75	990,05	990,90	0,33	0,30
660	6,52	988,96	989,54	989,76	0,04	0,58
650	6,52	987,64	988,04	988,81	0,25	0,40
640	6,52	986,66	987,34	987,68	0,05	0,68
630	6,52	985,79	986,30	986,86	0,13	0,51
620	6,52	984,72	985,32	985,78	0,09	0,60
610	6,52	983,62	984,23	984,79	0,11	0,61
600	6,52	981,81	982,21	983,13	0,27	0,40
590	6,52	980,86	981,41	981,74	0,07	0,55
580	6,52	979,79	980,18	980,71	0,16	0,39
570	6,52	979,52	980,06	980,24	0,03	0,54
560	6,52	978,68	979,13	979,60	0,13	0,45
550	6,52	977,46	977,98	978,41	0,11	0,52
540	6,52	975,84	976,31	977,04	0,17	0,47
530	6,52	975,32	975,95	976,18	0,04	0,63
520	6,52	973,88	974,41	975,36	0,22	0,53
510	6,52	973,18	973,80	974,10	0,06	0,62
500	6,52	971,84	972,23	972,99	0,21	0,39
480	6,52	970,76	971,45	971,66	0,03	0,69
470	6,52	969,77	970,09	970,85	0,27	0,32
460	6,52	969,58	970,11	970,29	0,04	0,53
450	6,52	968,99	969,57	969,84	0,06	0,58
440	6,52	967,93	968,40	968,98	0,14	0,47
430	6,52	967,64	968,30	968,39	0,01	0,65

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
420	6,52	967,38	967,99	968,18	0,03	0,61
410	6,52	965,97	966,38	967,35	0,26	0,41
400	6,52	965,53	966,18	966,40	0,04	0,65
390	6,52	963,99	964,54	965,57	0,26	0,55
380	6,52	963,67	964,17	964,38	0,05	0,50
370	6,52	962,64	962,97	963,49	0,19	0,33
360	6,52	960,77	961,31	961,94	0,13	0,54
350	6,52	959,74	960,06	960,46	0,16	0,32
340	6,52	959,38	959,83	959,97	0,04	0,45
330	6,52	958,84	959,10	959,38	0,12	0,26
320	6,52	957,86	958,15	958,34	0,08	0,29
310	6,52	957,35	957,72	957,87	0,04	0,37
300	6,52	956,89	957,28	957,44	0,05	0,39
290	6,52	956,26	956,57	956,81	0,10	0,31
280	6,52	955,41	955,78	955,97	0,07	0,37
270	6,52	954,54	954,92	955,19	0,09	0,38
260	6,52	954,00	954,55	954,58	0,00	0,55
250	6,52	954,00	954,52	954,54	0,00	0,52
240	6,52	954,00	954,48	954,51	0,00	0,48
230	6,52	954,00	954,45	954,48	0,00	0,45
220	6,52	954,00	954,42	954,44	0,00	0,42
210	6,52	954,00	954,25	954,36	0,04	0,25
160	6,52	949,59	950,17	950,99	0,17	0,58
150	6,52	945,97	946,31	947,91	0,61	0,34
140	6,52	942,41	942,89	943,89	0,26	0,48
130	6,52	939,45	939,82	940,90	0,34	0,37
120	6,52	937,48	938,07	938,72	0,14	0,59
110	6,52	935,86	936,38	937,17	0,17	0,52
100	6,52	934,99	935,66	936,05	0,07	0,67

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} ^{nivel} [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
90	6,52	933,63	934,27	935,07	0,15	0,64
80	6,52	931,52	931,98	933,07	0,28	0,46
70	6,52	929,69	930,08	930,74	0,18	0,39
60	6,52	928,56	929,10	929,49	0,08	0,54
50	6,52	927,05	927,51	928,26	0,19	0,46
40	6,52	925,63	925,95	926,46	0,15	0,32
20	6,52	922,30	922,69	923,24	0,17	0,39

La Tabla E- 69 recoge los valores dinámicos obtenidos de la simulación hidráulica.

Tabla E- 69: Resultados de la modelación hidráulica (II). Las Varas.

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
980	6,52	2,31	2,89	11,32	1,40
970	6,52	2,29	2,91	10,78	1,31
960	6,52	1,67	4,18	13,17	0,84
950	6,52	1,88	3,60	10,80	0,97
940	6,52	3,37	1,75	7,32	2,36
930	6,52	4,84	1,35	5,79	3,18
920	6,52	6,78	0,96	4,73	4,77
910	6,52	6,14	1,08	5,95	4,41
900	6,52	3,05	2,27	7,49	1,65
890	6,52	1,88	3,68	10,97	0,97
880	6,52	2,22	3,10	8,95	1,12
870	6,52	4,14	1,61	6,25	2,48
860	6,52	2,55	2,66	7,34	1,28
850	6,52	3,62	1,80	6,18	2,14
840	6,52	2,03	3,24	8,00	0,99
830	6,52	4,56	1,43	5,61	2,88
820	6,52	2,36	2,77	7,93	1,27
810	6,52	3,73	1,75	6,23	2,24

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
800	6,52	2,82	2,31	7,12	1,58
790	6,52	3,08	2,12	7,46	1,84
780	6,52	2,76	2,38	7,54	1,53
770	6,52	2,94	2,24	7,14	1,63
760	6,52	3,17	2,05	6,69	1,83
750	6,52	2,64	2,47	8,92	1,59
740	6,52	3,34	1,95	8,24	2,17
730	6,52	2,91	2,24	9,51	1,91
720	6,52	3,41	1,91	8,20	2,26
710	6,52	3,68	1,77	6,20	2,19
700	6,52	4,20	1,55	5,08	2,42
690	6,52	3,88	1,68	5,93	2,32
680	6,52	3,98	1,64	5,44	2,31
670	6,52	4,08	1,60	7,45	2,81
660	6,52	2,09	3,14	9,45	1,13
650	6,52	3,90	1,67	6,86	2,52
640	6,52	2,57	2,54	5,94	1,26
630	6,52	3,31	1,97	6,15	1,87
620	6,52	2,99	2,18	5,95	1,58
610	6,52	3,33	1,96	5,26	1,75
600	6,52	4,24	1,54	5,87	2,64
590	6,52	2,52	2,59	7,64	1,38
580	6,52	3,21	2,03	8,06	2,05
570	6,52	1,86	3,55	10,49	0,99
560	6,52	3,06	2,13	7,76	1,86
550	6,52	2,90	2,24	7,50	1,70
540	6,52	3,79	1,72	5,49	2,16
530	6,52	2,12	3,07	7,45	1,06
520	6,52	4,32	1,51	4,62	2,41
510	6,52	2,44	2,67	7,82	1,33

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
500	6,52	3,86	1,69	6,17	2,36
480	6,52	2,02	3,22	7,87	1,01
470	6,52	3,86	1,69	7,47	2,59
460	6,52	1,87	3,48	9,95	1,01
450	6,52	2,30	2,83	8,19	1,25
440	6,52	3,36	1,94	6,31	1,93
430	6,52	1,34	4,90	10,83	0,62
420	6,52	1,95	3,34	8,77	1,01
410	6,52	4,36	1,50	5,22	2,60
400	6,52	2,08	3,14	7,47	1,02
390	6,52	4,49	1,45	4,81	2,61
380	6,52	2,03	3,21	10,15	1,15
370	6,52	3,21	2,03	9,06	2,16
360	6,52	3,50	1,86	5,26	1,88
350	6,52	2,78	2,34	11,28	1,95
340	6,52	1,67	4,00	14,93	0,98
330	6,52	2,35	2,78	13,81	1,67
320	6,52	1,98	3,32	16,18	1,38
310	6,52	1,73	3,94	17,22	1,05
300	6,52	1,82	3,81	15,78	1,11
290	6,52	2,19	3,06	16,14	1,55
280	6,52	1,91	3,42	15,53	1,30
270	6,52	2,28	2,86	11,97	1,49
260	6,52	0,83	8,16	17,55	0,38
250	6,52	0,71	9,24	19,84	0,33
240	6,52	0,78	8,32	19,70	0,38
230	6,52	0,67	9,58	23,31	0,34
220	6,52	0,60	11,39	28,85	0,29
210	6,52	1,54	4,33	18,65	1,00
160	6,52	4,16	1,65	5,04	2,19

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
150	6,52	5,60	1,16	5,34	3,83
140	6,52	4,44	1,47	5,05	2,63
130	6,52	4,61	1,42	5,63	2,93
120	6,52	3,58	1,82	5,25	1,94
110	6,52	3,94	1,66	4,93	2,17
100	6,52	2,75	2,37	5,79	1,37
90	6,52	3,96	1,65	4,18	2,01
80	6,52	4,62	1,41	4,77	2,71
70	6,52	3,59	1,82	6,41	2,15
60	6,52	2,78	2,35	6,87	1,52
50	6,52	3,84	1,70	5,68	2,24
40	6,52	3,22	2,10	9,04	2,01
20	6,52	3,31	2,01	8,47	2,08

Finalmente, los valores máximos de profundidad, velocidad y ancho de flujo se muestran en la Tabla E- 70.

Tabla E- 70: Valores máximos de interés. Las Varas.

H _{máx} [m]	V _{máx} [m/s]	W _{máx} [m]
0,69	6,78	28,85

E.2.4.13 Los Clarines

La Tabla E- 71 muestra los resultados obtenidos de la modelación hidráulica relacionados con las cotas, profundidad y pendiente de fricción.

Tabla E- 71: Resultados de la modelación hidráulica (I). Los Clarines.

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
1010	1,10	1039,08	1039,38	1039,47	0,16	0,31
1000	1,10	1037,64	1037,93	1037,99	0,13	0,29
990	1,10	1036,54	1036,79	1036,83	0,10	0,25
980	1,10	1035,16	1035,41	1035,48	0,19	0,25
970	1,10	1033,71	1033,99	1034,04	0,10	0,28

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} ^{nivel} [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
960	1,10	1032,55	1032,78	1032,84	0,15	0,23
950	1,10	1031,07	1031,36	1031,42	0,13	0,29
940	1,10	1029,50	1029,78	1029,87	0,18	0,28
930	1,10	1027,77	1028,06	1028,12	0,10	0,29
920	1,10	1026,64	1026,96	1027,03	0,11	0,32
910	1,10	1025,23	1025,53	1025,63	0,18	0,30
900	1,10	1023,68	1023,94	1023,99	0,12	0,25
890	1,10	1022,23	1022,47	1022,55	0,18	0,24
880	1,10	1020,54	1020,95	1021,02	0,09	0,41
870	1,10	1019,39	1019,72	1019,81	0,18	0,33
860	1,10	1017,63	1017,90	1017,98	0,16	0,27
850	1,10	1015,95	1016,19	1016,27	0,18	0,23
840	1,10	1014,27	1014,48	1014,55	0,16	0,21
830	1,10	1012,52	1012,68	1012,85	0,18	0,17
820	1,10	1010,68	1010,86	1011,05	0,18	0,19
810	1,10	1008,49	1008,73	1009,03	0,22	0,24
800	1,10	1005,76	1006,08	1006,34	0,32	0,31
790	1,10	1003,27	1003,45	1003,68	0,22	0,18
780	1,10	1000,55	1000,67	1000,96	0,34	0,12
770	1,10	998,30	998,43	998,56	0,17	0,14
760	1,10	996,03	996,13	996,34	0,29	0,10
750	1,10	993,72	993,86	993,99	0,19	0,14
740	1,10	991,15	991,36	991,61	0,31	0,21
730	1,10	989,37	989,50	989,57	0,14	0,13
720	1,10	988,11	988,19	988,61	0,07	0,09
710	1,10	986,85	986,92	987,71	0,12	0,07
700	1,10	985,69	985,77	986,47	0,13	0,09
690	1,10	984,36	984,44	985,34	0,10	0,08
680	1,10	983,23	983,28	984,16	0,14	0,05

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} ^{nivel} [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
670	1,10	981,86	981,96	983,02	0,09	0,10
660	1,10	980,49	980,59	981,91	0,13	0,10
650	1,10	978,90	979,04	980,67	0,11	0,13
640	1,10	977,10	977,16	979,00	0,27	0,06
630	1,10	975,13	975,21	976,91	0,16	0,08
620	1,10	973,39	973,47	975,09	0,20	0,07
610	1,10	971,48	971,56	972,65	0,16	0,07
600	1,10	969,79	969,86	970,67	0,14	0,07
590	1,10	969,00	969,07	969,72	0,06	0,08
580	1,10	968,24	968,37	968,55	0,20	0,13
570	1,10	967,51	967,60	967,90	0,03	0,08
560	1,10	966,76	966,80	967,38	0,09	0,05
550	1,10	965,88	965,94	966,45	0,09	0,06
540	1,10	965,30	965,39	965,82	0,04	0,09
530	1,10	964,61	964,66	965,23	0,08	0,05
520	1,10	963,85	963,88	964,36	0,09	0,04
510	1,10	963,08	963,18	963,70	0,05	0,10
500	1,10	962,47	962,53	963,07	0,08	0,06
490	1,10	961,68	961,74	962,25	0,08	0,06
480	1,10	960,87	960,95	961,47	0,07	0,08
470	1,10	960,02	960,13	960,63	0,09	0,10
460	1,10	958,74	958,85	959,56	0,12	0,10
450	1,10	957,45	957,56	957,70	0,26	0,11
440	1,10	955,38	955,57	955,72	0,16	0,19
430	1,10	954,80	954,92	954,96	0,05	0,12
420	1,10	952,66	952,76	953,37	1,46	0,10
410	1,10	951,78	951,93	951,98	0,05	0,15
400	1,10	950,06	950,22	950,27	0,06	0,17
390	1,10	945,84	945,95	948,26	3,66	0,11

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} ^{nivel} [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
380	1,10	943,83	943,95	944,04	0,12	0,12
370	1,10	940,22	940,26	942,01	0,31	0,04
360	1,10	936,96	937,00	938,93	0,30	0,04
350	1,10	932,96	933,01	935,60	0,35	0,05
340	1,10	929,17	929,33	933,33	0,23	0,16
330	1,10	926,02	926,13	930,57	0,33	0,11
320	1,10	922,50	922,61	925,65	0,30	0,11
310	1,10	920,15	920,24	923,35	0,26	0,09
300	1,10	918,65	918,76	921,20	0,15	0,11
290	1,10	917,43	917,55	919,62	0,14	0,12
280	1,10	916,00	916,12	918,37	0,11	0,12
270	1,10	914,00	914,12	917,06	0,15	0,11
260	1,10	913,55	913,70	915,44	0,11	0,14
250	1,10	911,87	911,98	914,12	0,15	0,11
240	1,10	910,00	910,20	912,77	0,11	0,20
230	1,10	909,30	909,40	911,15	0,17	0,10
220	1,10	908,05	908,19	909,70	0,12	0,14
210	1,10	907,36	907,47	908,66	0,08	0,12
200	1,10	906,32	906,41	907,62	0,14	0,09
190	1,10	905,33	905,43	906,38	0,10	0,10
180	1,10	904,25	904,32	905,36	0,11	0,08
170	1,10	903,24	903,33	904,31	0,10	0,09
160	1,10	902,24	902,30	903,29	0,10	0,07
150	1,10	901,45	901,58	902,50	0,06	0,13
140	1,10	900,32	900,41	901,64	0,12	0,09
130	1,10	899,83	899,94	900,66	0,06	0,10
120	1,10	899,66	899,80	900,20	0,02	0,14
110	1,10	899,16	899,27	899,85	0,05	0,11
100	1,10	897,95	898,04	899,13	0,10	0,09

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
90	1,10	896,93	897,01	898,12	0,10	0,09
80	1,10	895,83	895,91	897,04	0,11	0,08
70	1,10	894,81	894,92	896,07	0,08	0,11
60	1,10	893,52	893,62	895,02	0,13	0,10
50	1,10	891,91	892,01	893,71	0,12	0,11
40	1,10	890,54	890,61	892,13	0,20	0,06
30	1,10	889,34	889,42	890,38	0,13	0,08
20	1,10	888,32	888,42	889,38	0,08	0,10
10	1,10	887,71	887,76	888,42	0,10	0,06

La Tabla E- 72 recoge los valores dinámicos obtenidos de la simulación hidráulica.

Tabla E- 72: Resultados de la modelación hidráulica (II). Los Clarines.

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
1010	1,10	1,27	0,86	4,79	0,96
1000	1,10	1,08	1,02	6,38	0,86
990	1,10	0,88	1,24	8,42	0,73
980	1,10	1,22	0,90	6,03	1,01
970	1,10	0,96	1,15	6,69	0,74
960	1,10	1,04	1,05	7,53	0,89
950	1,10	1,11	0,99	5,88	0,86
940	1,10	1,29	0,85	5,11	1,01
930	1,10	1,04	1,06	5,72	0,77
920	1,10	1,17	0,94	4,56	0,82
910	1,10	1,35	0,82	4,45	1,00
900	1,10	1,05	1,05	6,16	0,81
890	1,10	1,29	0,85	5,06	1,00
880	1,10	1,13	0,97	3,98	0,73
870	1,10	1,36	0,81	4,38	1,01
860	1,10	1,23	0,90	5,31	0,95

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
850	1,10	1,25	0,88	5,46	1,00
840	1,10	1,21	0,91	6,19	1,01
830	1,10	1,79	0,61	6,33	1,84
820	1,10	1,91	0,58	5,41	1,87
810	1,10	2,42	0,45	3,48	2,14
800	1,10	2,29	0,48	5,26	2,42
790	1,10	2,14	0,51	4,73	2,07
780	1,10	2,38	0,46	4,98	2,50
770	1,10	1,59	0,69	8,27	1,75
760	1,10	2,02	0,54	6,78	2,27
750	1,10	1,62	0,68	8,47	1,82
740	1,10	2,21	0,50	5,53	2,36
730	1,10	1,21	0,93	15,93	1,51
720	1,10	2,86	0,38	10,38	4,75
710	1,10	3,95	0,28	7,04	6,35
700	1,10	3,68	0,30	9,01	6,46
690	1,10	4,20	0,26	5,27	6,02
680	1,10	4,16	0,26	7,33	6,98
670	1,10	4,56	0,24	4,03	5,96
660	1,10	5,10	0,22	4,13	7,12
650	1,10	5,66	0,19	2,78	6,82
640	1,10	6,01	0,18	4,64	9,64
630	1,10	5,77	0,19	3,47	7,87
620	1,10	5,64	0,20	4,43	8,58
610	1,10	4,63	0,24	6,02	7,45
600	1,10	4,00	0,28	7,93	6,84
590	1,10	3,57	0,31	5,70	4,91
580	1,10	1,88	0,59	7,50	2,15
570	1,10	2,45	0,45	8,52	3,42
560	1,10	3,38	0,33	8,72	5,58

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
550	1,10	3,16	0,35	10,38	5,49
540	1,10	2,89	0,38	7,29	4,04
530	1,10	3,34	0,33	8,59	5,30
520	1,10	3,06	0,36	11,24	5,39
510	1,10	3,22	0,34	6,19	4,38
500	1,10	3,27	0,34	8,77	5,34
490	1,10	3,16	0,35	9,39	5,23
480	1,10	3,19	0,34	8,64	5,10
470	1,10	3,16	0,35	10,52	5,55
460	1,10	3,73	0,29	8,28	6,32
450	1,10	1,64	0,67	10,30	2,05
440	1,10	1,67	0,66	6,81	1,72
430	1,10	0,93	1,18	13,28	1,00
420	1,10	3,47	0,32	5,80	4,74
410	1,10	1,03	1,07	9,57	0,98
400	1,10	0,93	1,19	13,71	1,00
390	1,10	6,74	0,16	2,18	7,88
380	1,10	1,38	0,80	9,20	1,50
370	1,10	5,85	0,19	5,55	10,15
360	1,10	6,14	0,18	4,76	10,11
350	1,10	7,14	0,15	3,70	11,17
340	1,10	8,86	0,12	1,53	9,92
330	1,10	9,34	0,12	1,76	11,52
320	1,10	7,72	0,14	2,68	10,69
310	1,10	7,81	0,14	2,36	10,19
300	1,10	6,92	0,16	2,10	8,02
290	1,10	6,36	0,17	2,50	7,71
280	1,10	6,64	0,17	1,77	6,93
270	1,10	7,60	0,14	1,60	8,07
260	1,10	5,85	0,19	2,50	6,80

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
250	1,10	6,49	0,17	2,48	7,94
240	1,10	7,10	0,15	1,57	7,21
230	1,10	5,87	0,19	3,43	8,01
220	1,10	5,44	0,20	3,14	6,85
210	1,10	4,82	0,23	3,42	5,96
200	1,10	4,88	0,23	4,82	7,20
190	1,10	4,32	0,25	4,89	6,05
180	1,10	4,52	0,24	4,72	6,35
170	1,10	4,39	0,25	4,89	6,19
160	1,10	4,40	0,25	4,92	6,23
150	1,10	4,24	0,26	3,57	5,03
140	1,10	4,91	0,22	4,61	7,11
130	1,10	3,78	0,29	4,82	4,91
120	1,10	2,83	0,39	5,02	3,24
110	1,10	3,38	0,33	5,42	4,41
100	1,10	4,63	0,24	4,22	6,23
90	1,10	4,66	0,24	4,23	6,29
80	1,10	4,70	0,23	4,51	6,58
70	1,10	4,75	0,23	3,45	5,84
60	1,10	5,24	0,21	3,81	7,13
50	1,10	5,78	0,19	2,83	7,11
40	1,10	5,48	0,20	4,60	8,37
30	1,10	4,34	0,25	6,11	6,80
20	1,10	4,38	0,26	4,48	5,60
10	1,10	3,60	0,31	7,82	5,81

Finalmente, los valores máximos de profundidad, velocidad y ancho de flujo se muestran en la Tabla E- 73.

Tabla E- 73: Valores máximos de interés. Los Clarines.

H _{máx} [m]	V _{máx} [m/s]	W _{máx} [m]

0,41	9,34	15,93

E.2.4.14 Los Pitufos

La Tabla E- 74 muestra los resultados obtenidos de la modelación hidráulica relacionados con las cotas, profundidad y pendiente de fricción.

Tabla E- 74: Resultados de la modelación hidráulica (I). Los Pitufos.

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
1150	0,79	978,82	978,99	979,16	0,17	0,17
1140	0,79	977,12	977,30	977,48	0,17	0,18
1130	0,79	975,53	975,73	975,90	0,15	0,20
1120	0,79	973,90	974,16	974,40	0,15	0,27
1110	0,79	971,97	972,20	972,54	0,24	0,23
1100	0,79	970,59	970,88	971,07	0,10	0,29
1090	0,79	969,64	969,83	969,98	0,12	0,20
1080	0,79	968,07	968,26	968,47	0,19	0,19
1070	0,79	967,30	967,56	967,64	0,05	0,26
1060	0,79	965,75	965,88	966,39	0,74	0,13
1050	0,79	964,95	965,23	965,31	0,05	0,28
1040	0,79	963,12	963,27	964,04	0,86	0,15
1030	0,79	960,75	961,02	961,23	0,13	0,27
1020	0,79	957,75	957,94	958,69	0,70	0,20
1010	0,79	955,20	955,44	955,68	0,15	0,25
1000	0,79	952,94	953,14	953,57	0,30	0,20
990	0,79	949,97	950,28	950,71	0,27	0,31
980	0,79	947,17	947,37	947,78	0,31	0,20
970	0,79	945,40	945,61	945,80	0,13	0,22
960	0,79	943,55	943,77	944,07	0,24	0,22
950	0,79	941,38	941,63	941,91	0,19	0,25
940	0,79	938,64	938,88	939,35	0,35	0,24
930	0,79	936,32	936,67	936,98	0,17	0,36
920	0,79	933,89	934,23	934,44	0,43	0,33

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} ^{nivel} [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
910	0,79	931,43	931,79	931,91	0,18	0,37
900	0,79	928,45	928,76	929,01	0,53	0,31
890	0,79	927,57	927,84	927,92	0,19	0,28
880	0,79	926,01	926,47	926,50	0,02	0,46
870	0,79	925,69	925,96	926,02	0,12	0,27
860	0,79	924,56	924,99	925,05	0,08	0,44
850	0,79	923,54	923,82	923,92	0,18	0,28
840	0,79	920,96	921,23	921,39	0,37	0,26
830	0,79	918,09	918,43	918,48	0,08	0,34
820	0,79	917,51	917,78	917,81	0,06	0,27
810	0,79	916,73	916,98	917,02	0,12	0,25
800	0,79	915,62	915,88	915,92	0,11	0,26
790	0,79	914,68	914,99	915,03	0,08	0,30
780	0,79	913,55	913,80	913,88	0,19	0,25
770	0,79	912,01	912,47	912,51	0,06	0,46
760	0,79	911,51	911,78	911,81	0,08	0,27
750	0,79	910,39	910,58	910,64	0,20	0,19
740	0,79	909,75	910,10	910,11	0,02	0,35
730	0,79	909,34	909,59	909,67	0,19	0,25
720	0,79	907,81	908,07	908,12	0,11	0,26
710	0,79	906,73	907,07	907,12	0,09	0,34
700	0,79	905,55	905,79	905,86	0,19	0,24
690	0,79	903,80	904,09	904,11	0,05	0,29
680	0,79	902,92	903,18	903,26	0,19	0,26
670	0,79	901,87	902,19	902,20	0,01	0,32
660	0,79	901,77	902,06	902,07	0,02	0,29
650	0,79	901,55	901,85	901,87	0,02	0,31
640	0,79	901,04	901,26	901,33	0,19	0,23
630	0,79	899,90	900,14	900,16	0,05	0,24

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
620	0,79	899,43	899,65	899,67	0,05	0,22
610	0,79	898,64	898,86	898,90	0,12	0,22
600	0,79	897,08	897,29	897,36	0,19	0,21
590	0,79	895,84	896,19	896,20	0,01	0,35
580	0,79	895,76	896,06	896,07	0,02	0,30
570	0,79	895,44	895,73	895,75	0,05	0,29
560	0,79	894,64	894,85	894,92	0,19	0,21
550	0,79	893,65	893,97	893,99	0,03	0,33
540	0,79	892,99	893,26	893,34	0,19	0,26
530	0,79	891,76	892,07	892,09	0,02	0,32
520	0,79	891,42	891,71	891,74	0,07	0,29
510	0,79	890,37	890,62	890,71	0,18	0,25
500	0,79	889,77	890,08	890,10	0,03	0,31
490	0,79	889,41	889,70	889,72	0,06	0,29
480	0,79	888,48	888,66	888,72	0,20	0,18
470	0,79	887,93	888,22	888,22	0,01	0,29
460	0,79	887,88	888,08	888,09	0,02	0,20
450	0,79	887,85	887,99	888,03	0,00	0,14
440	0,79	887,81	887,94	888,00	0,00	0,13
430	0,79	887,77	887,90	887,96	0,00	0,14
420	0,79	887,66	887,78	887,90	0,01	0,12
410	0,79	887,46	887,54	887,74	0,03	0,08
400	0,79	887,11	887,21	887,25	0,00	0,09
390	0,79	886,75	886,80	887,10	0,07	0,05
380	0,79	886,28	886,35	886,59	0,04	0,07
370	0,79	885,86	885,93	886,14	0,06	0,07
360	0,79	885,60	885,65	885,75	0,02	0,04
350	0,79	885,19	885,26	885,48	0,03	0,08
340	0,79	884,78	884,82	885,09	0,05	0,04

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
330	0,79	884,47	884,51	884,64	0,03	0,04
320	0,79	884,14	884,19	884,32	0,03	0,05
310	0,79	883,83	883,88	884,01	0,03	0,05
300	0,79	883,58	883,62	883,73	0,02	0,04
290	0,79	883,35	883,41	883,50	0,02	0,06
280	0,79	883,07	883,15	883,29	0,02	0,08
270	0,79	882,64	882,72	882,75	0,00	0,08
260	0,79	882,35	882,40	882,66	0,06	0,05
250	0,79	882,12	882,17	882,32	0,02	0,05
240	0,79	881,25	881,36	881,94	0,06	0,11
230	0,79	880,37	880,43	881,12	0,12	0,06
220	0,79	877,38	877,44	879,37	0,24	0,07
210	0,79	874,87	874,97	876,71	0,17	0,10
200	0,79	873,50	873,59	875,08	0,15	0,10
190	0,79	872,72	872,80	873,76	0,09	0,08
180	0,79	871,44	871,54	872,80	0,09	0,10
170	0,79	868,85	868,99	871,48	0,17	0,13
160	0,79	865,74	865,86	869,27	0,28	0,12
150	0,79	863,87	863,95	865,85	0,19	0,08
140	0,79	863,36	863,48	864,57	0,07	0,11
130	0,79	861,95	862,02	863,60	0,14	0,08
120	0,79	861,81	861,91	862,53	0,05	0,10
110	0,79	861,54	861,67	862,11	0,03	0,12
100	0,79	860,72	860,80	861,63	0,07	0,08
90	0,79	859,61	859,68	860,69	0,12	0,08
80	0,79	858,96	859,06	859,79	0,06	0,09
70	0,79	857,94	858,02	859,01	0,10	0,08
60	0,79	857,87	857,96	858,31	0,03	0,10
50	0,79	857,75	857,89	858,08	0,01	0,14

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
40	0,79	857,35	857,42	857,83	0,06	0,07
30	0,79	856,55	856,59	857,01	0,11	0,05
20	0,79	855,44	855,50	856,03	0,08	0,06
10	0,79	853,89	853,94	854,55	0,16	0,05

La Tabla E- 75 recoge los valores dinámicos obtenidos de la simulación hidráulica.

Tabla E- 75: Resultados de la modelación hidráulica (II). Los Pitufos.

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
1150	0,79	1,85	0,43	4,01	1,81
1140	0,79	1,88	0,42	3,77	1,79
1130	0,79	1,84	0,43	3,72	1,73
1120	0,79	2,13	0,37	2,49	1,76
1110	0,79	2,56	0,31	2,23	2,19
1100	0,79	1,92	0,41	2,27	1,44
1090	0,79	1,68	0,47	3,98	1,56
1080	0,79	2,06	0,38	3,25	1,91
1070	0,79	1,24	0,64	4,14	1,01
1060	0,79	3,15	0,25	3,19	3,59
1050	0,79	1,27	0,62	3,81	1,00
1040	0,79	3,88	0,20	2,09	3,97
1030	0,79	2,04	0,39	2,46	1,64
1020	0,79	3,82	0,21	1,85	3,64
1010	0,79	2,16	0,37	2,47	1,79
1000	0,79	2,91	0,27	1,91	2,46
990	0,79	2,90	0,27	1,76	2,35
980	0,79	2,82	0,28	2,17	2,50
970	0,79	1,92	0,41	2,94	1,63
960	0,79	2,42	0,33	2,63	2,20
950	0,79	2,37	0,33	2,31	1,99

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
940	0,79	3,06	0,26	1,90	2,65
930	0,79	2,45	0,32	1,81	1,85
920	0,79	2,05	0,39	2,07	1,51
910	0,79	1,47	0,54	2,50	1,02
900	0,79	2,21	0,36	2,04	1,68
890	0,79	1,23	0,64	4,31	1,01
880	0,79	0,68	1,16	3,93	0,40
870	0,79	1,06	0,74	4,43	0,83
860	0,79	1,08	0,73	2,87	0,69
850	0,79	1,35	0,59	3,21	1,01
840	0,79	1,77	0,45	2,78	1,41
830	0,79	1,03	0,77	3,44	0,69
820	0,79	0,70	1,13	7,06	0,56
810	0,79	0,97	0,81	5,30	0,79
800	0,79	0,90	0,88	6,03	0,75
790	0,79	0,89	0,88	4,76	0,66
780	0,79	1,20	0,66	4,51	1,01
770	0,79	0,90	0,87	4,02	0,62
760	0,79	0,80	0,98	6,20	0,64
750	0,79	1,08	0,73	6,26	1,01
740	0,79	0,52	1,53	6,57	0,34
730	0,79	1,24	0,64	4,12	1,01
720	0,79	1,03	0,77	4,47	0,79
710	0,79	1,01	0,78	3,87	0,72
700	0,79	1,21	0,65	4,45	1,01
690	0,79	0,74	1,06	5,32	0,53
680	0,79	1,26	0,63	3,99	1,01
670	0,79	0,40	2,00	8,29	0,26
660	0,79	0,43	1,82	9,57	0,32
650	0,79	0,52	1,53	9,03	0,40

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
640	0,79	1,17	0,68	4,91	1,00
630	0,79	0,64	1,23	7,36	0,50
620	0,79	0,68	1,17	9,00	0,60
610	0,79	0,84	0,95	8,84	0,78
600	0,79	1,18	0,67	4,79	1,01
590	0,79	0,36	2,19	8,61	0,23
580	0,79	0,51	1,54	7,79	0,37
570	0,79	0,63	1,25	7,71	0,50
560	0,79	1,14	0,69	5,25	1,00
550	0,79	0,59	1,34	7,03	0,43
540	0,79	1,22	0,65	4,35	1,01
530	0,79	0,51	1,53	7,24	0,36
520	0,79	0,78	1,01	6,02	0,61
510	0,79	1,27	0,62	3,82	1,00
500	0,79	0,54	1,45	7,27	0,39
490	0,79	0,72	1,10	6,80	0,57
480	0,79	1,13	0,70	5,48	1,01
470	0,79	0,35	2,25	9,70	0,23
460	0,79	0,45	1,74	12,96	0,39
450	0,79	0,87	0,91	11,77	1,00
440	0,79	1,06	0,75	10,58	1,27
430	0,79	1,07	0,74	9,84	1,22
420	0,79	1,54	0,51	8,12	1,96
410	0,79	2,00	0,40	10,76	3,13
400	0,79	0,98	0,84	18,12	1,36
390	0,79	2,44	0,32	11,95	4,73
380	0,79	2,23	0,37	10,46	3,52
370	0,79	2,01	0,39	17,11	4,26
360	0,79	1,44	0,55	19,56	2,68
350	0,79	2,13	0,39	9,74	3,23

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
340	0,79	2,29	0,35	10,97	4,12
330	0,79	1,64	0,48	17,55	3,16
320	0,79	1,61	0,50	18,76	3,09
310	0,79	1,63	0,48	16,90	3,08
300	0,79	1,54	0,53	18,78	2,78
290	0,79	1,33	0,63	27,02	2,54
280	0,79	1,71	0,48	14,04	2,63
270	0,79	0,63	1,15	23,01	0,96
260	0,79	2,33	0,35	13,25	4,41
250	0,79	1,67	0,48	12,44	2,68
240	0,79	3,38	0,23	4,50	4,74
230	0,79	3,69	0,21	6,02	6,25
220	0,79	6,15	0,13	2,92	9,36
210	0,79	5,85	0,13	2,47	8,00
200	0,79	5,40	0,15	2,74	7,46
190	0,79	4,33	0,18	3,46	6,01
180	0,79	4,98	0,16	2,34	6,10
170	0,79	6,99	0,11	1,57	8,32
160	0,79	8,18	0,10	1,55	10,47
150	0,79	6,10	0,13	2,42	8,43
140	0,79	4,64	0,17	2,19	5,32
130	0,79	5,57	0,14	2,42	7,35
120	0,79	3,49	0,23	3,70	4,50
110	0,79	2,95	0,27	3,68	3,49
100	0,79	4,04	0,20	3,41	5,38
90	0,79	4,44	0,18	3,87	6,62
80	0,79	3,80	0,21	3,37	4,87
70	0,79	4,40	0,18	3,47	6,18
60	0,79	2,60	0,30	5,30	3,46
50	0,79	1,94	0,41	5,33	2,24

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
40	0,79	2,86	0,28	7,24	4,67
30	0,79	2,87	0,28	11,57	5,74
20	0,79	3,23	0,24	6,62	5,36
10	0,79	3,47	0,23	8,80	6,88

Finalmente, los valores máximos de profundidad, velocidad y ancho de flujo se muestran en la Tabla E- 76.

Tabla E- 76: Valores máximos de interés. Los Pitufos.

H _{máx} [m]	V _{máx} [m/s]	W _{máx} [m]
0,46	8,18	27,02

E.2.4.15 Los Quillayes

La Tabla E- 77 muestra los resultados obtenidos de la modelación hidráulica relacionados con las cotas, profundidad y pendiente de fricción.

Tabla E- 77: Resultados de la modelación hidráulica (I). Los Quillayes.

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
480	4,90	1025,69	1026,40	1026,46	0,03	0,71
470	4,90	1025,19	1025,73	1025,90	0,15	0,54
460	4,90	1023,92	1024,96	1025,02	0,02	1,04
450	4,90	1023,81	1024,65	1024,74	0,04	0,84
440	4,90	1023,21	1023,87	1024,07	0,14	0,66
430	4,90	1021,91	1022,86	1022,95	0,03	0,95
420	4,90	1021,55	1022,14	1022,34	0,14	0,59
410	4,90	1019,69	1020,12	1020,39	0,29	0,42
400	4,90	1018,00	1018,65	1018,74	0,05	0,64
390	4,90	1017,19	1017,72	1017,88	0,15	0,53
380	4,90	1015,61	1016,08	1016,27	0,18	0,48

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
370	4,90	1013,73	1014,22	1014,44	0,19	0,49
360	4,90	1011,73	1012,21	1012,44	0,21	0,47
350	4,90	1009,73	1010,44	1010,68	0,15	0,71
340	4,90	1007,90	1008,89	1008,98	0,03	0,98
330	4,90	1007,60	1008,17	1008,38	0,14	0,57
320	4,90	1005,72	1006,26	1006,55	0,25	0,54
310	4,90	1003,35	1003,91	1004,17	0,23	0,56
300	4,90	1001,61	1002,18	1002,37	0,14	0,57
290	4,90	999,90	1000,57	1000,81	0,17	0,67
280	4,90	998,37	999,00	999,19	0,15	0,63
270	4,90	996,79	997,29	997,52	0,18	0,51
260	4,90	995,03	995,64	995,84	0,15	0,60
250	4,90	993,20	993,76	994,02	0,22	0,56
240	4,90	990,93	991,54	991,83	0,22	0,61
230	4,90	989,72	990,37	990,45	0,04	0,66
220	4,90	989,10	989,57	989,72	0,15	0,47
210	4,90	987,87	988,61	988,65	0,02	0,74
200	4,90	987,64	988,38	988,43	0,02	0,74
190	4,90	987,16	987,75	987,92	0,15	0,59
180	4,90	985,85	986,11	987,33	0,02	0,26
170	4,90	985,57	985,87	987,10	0,02	0,30
160	4,90	984,54	984,79	986,73	0,04	0,26
150	4,90	983,73	983,96	986,20	0,07	0,23
140	4,90	983,16	983,44	984,92	0,19	0,28
130	4,90	981,80	982,44	982,58	0,09	0,64
120	4,90	980,56	981,25	981,47	0,14	0,69
110	4,90	979,76	980,42	980,51	0,05	0,65
100	4,90	979,24	979,72	979,82	0,10	0,49
90	4,90	977,82	978,41	978,55	0,16	0,59

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
80	4,90	976,00	976,87	976,95	0,05	0,87
70	4,90	975,35	975,97	976,16	0,14	0,62
60	4,90	973,91	974,89	974,95	0,02	0,98
50	4,90	973,68	974,27	974,47	0,14	0,58
40	4,90	972,02	973,10	973,23	0,07	1,07
30	4,90	971,60	972,20	972,35	0,12	0,60
20	4,90	970,21	970,85	971,03	0,14	0,64
10	4,90	965,98	966,43	967,59	1,44	0,44
1	4,90	965,44	965,79	965,84	0,05	0,36

La Tabla E- 78 recoge los valores dinámicos obtenidos de la simulación hidráulica.

Tabla E- 78: Resultados de la modelación hidráulica (II). Los Quillayes.

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área [m²]	Flujo	Ancho [m]	Froude
480	4,90	1,05	4,66		9,26	0,47
470	4,90	1,82	2,69		8,17	1,01
460	4,90	1,12	4,38		6,40	0,43
450	4,90	1,32	3,71		6,19	0,54
440	4,90	2,01	2,44		6,05	1,01
430	4,90	1,30	3,76		5,84	0,52
420	4,90	1,95	2,51		6,53	1,01
410	4,90	2,31	2,12		7,39	1,37
400	4,90	1,35	3,64		8,12	0,64
390	4,90	1,80	2,73		8,43	1,01
380	4,90	1,93	2,54		8,10	1,10
370	4,90	2,08	2,36		7,02	1,15
360	4,90	2,14	2,29		7,16	1,21
350	4,90	2,17	2,25		5,05	1,04
340	4,90	1,36	3,61		4,77	0,50
330	4,90	2,00	2,45		6,17	1,01

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área [m²]	Flujo	Ancho [m]	Froude
320	4,90	2,36	2,07		6,24	1,31
310	4,90	2,25	2,18		6,59	1,25
300	4,90	1,95	2,52		6,69	1,01
290	4,90	2,20	2,23		5,52	1,10
280	4,90	1,91	2,56		7,32	1,03
270	4,90	2,10	2,34		6,71	1,13
260	4,90	2,01	2,44		6,51	1,05
250	4,90	2,26	2,17		6,37	1,24
240	4,90	2,38	2,06		5,45	1,24
230	4,90	1,20	4,08		8,93	0,57
220	4,90	1,69	2,89		10,11	1,01
210	4,90	0,93	5,27		9,71	0,40
200	4,90	0,97	5,04		10,26	0,44
190	4,90	1,81	2,71		8,24	1,01
180	4,90	4,90	1,00		5,44	3,65
170	4,90	4,90	1,00		5,64	3,72
160	4,90	6,16	0,80		4,51	4,68
150	4,90	6,63	0,74		5,60	5,83
140	4,90	5,39	0,91		5,32	4,17
130	4,90	1,66	2,95		7,04	0,82
120	4,90	2,06	2,38		5,62	1,01
110	4,90	1,33	3,69		7,72	0,61
100	4,90	1,36	3,61		13,11	0,82
90	4,90	1,64	2,98		11,16	1,01
80	4,90	1,25	3,91		8,80	0,60
70	4,90	1,94	2,53		6,72	1,01
60	4,90	1,09	4,51		7,01	0,43
50	4,90	1,97	2,48		6,40	1,01
40	4,90	1,61	3,05		5,70	0,70
30	4,90	1,73	2,83		7,95	0,93

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área [m²]	Flujo	Ancho [m]	Froude
20	4,90	1,86	2,63		7,53	1,01
10	4,90	4,77	1,03		3,96	2,99
1	4,90	0,96	5,48		26,48	0,59

Finalmente, los valores máximos de profundidad, velocidad y ancho de flujo se muestran en la Tabla E- 79.

Tabla E- 79: Valores máximos de interés. Los Quillayes.

H _{máx} [m]	v _{máx} [m/s]	w _{máx} [m]
1,07	6,63	26,48

E.2.4.16 Oscura

La Tabla E- 80 muestra los resultados obtenidos de la modelación hidráulica relacionados con las cotas, profundidad y pendiente de fricción.

Tabla E- 80: Resultados de la modelación hidráulica (I). Oscura.

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
1120	7,08	1039,11	1039,78	1039,90	0,08	0,67
1110	7,08	1038,27	1038,94	1039,07	0,08	0,67
1100	7,08	1037,21	1037,81	1038,02	0,14	0,61
1090	7,08	1035,75	1036,39	1036,61	0,14	0,64
1080	7,08	1033,32	1033,84	1034,31	0,41	0,52
1070	7,08	1030,24	1030,82	1031,13	0,25	0,58
1060	7,08	1029,24	1029,77	1029,87	0,09	0,53
1050	7,08	1028,51	1029,20	1029,26	0,04	0,69
1040	7,08	1028,11	1028,77	1028,83	0,04	0,66
1030	7,08	1027,59	1028,25	1028,33	0,06	0,66
1020	7,08	1027,01	1027,67	1027,75	0,06	0,66
1010	7,08	1026,44	1027,09	1027,17	0,06	0,65
1000	7,08	1025,58	1026,12	1026,29	0,15	0,54
990	7,08	1024,00	1024,50	1024,70	0,18	0,50
980	7,08	1022,40	1023,02	1023,19	0,14	0,62

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
970	7,08	1020,23	1020,78	1021,17	0,30	0,55
960	7,08	1019,44	1020,16	1020,21	0,03	0,72
950	7,08	1019,17	1019,87	1019,92	0,03	0,70
940	7,08	1018,82	1019,64	1019,68	0,02	0,83
930	7,08	1018,59	1019,41	1019,46	0,03	0,82
920	7,08	1018,34	1019,03	1019,11	0,05	0,69
910	7,08	1017,92	1018,68	1018,73	0,03	0,76
900	7,08	1017,41	1018,12	1018,26	0,09	0,71
890	7,08	1016,36	1016,97	1017,17	0,14	0,61
880	7,08	1014,25	1014,65	1014,99	0,38	0,39
870	7,08	1012,20	1012,74	1012,91	0,15	0,54
860	7,08	1009,88	1010,28	1010,63	0,40	0,41
850	7,08	1008,44	1008,95	1009,11	0,14	0,51
840	7,08	1006,61	1007,08	1007,31	0,23	0,47
830	7,08	1005,25	1005,85	1006,03	0,13	0,59
820	7,08	1001,08	1001,47	1003,38	0,62	0,39
810	7,08	1000,80	1001,33	1001,59	0,05	0,53
800	7,08	999,95	1000,31	1000,67	0,18	0,36
790	7,08	999,65	1000,30	1000,35	0,01	0,65
780	7,08	999,56	1000,18	1000,26	0,01	0,62
770	7,08	999,30	999,86	1000,05	0,04	0,57
760	7,08	998,01	998,42	999,24	0,24	0,42
750	7,08	997,53	998,07	998,25	0,09	0,55
740	7,08	996,42	996,98	997,17	0,14	0,56
730	7,08	995,69	996,33	996,39	0,03	0,64
720	7,08	995,39	996,07	996,12	0,02	0,68
710	7,08	994,92	995,45	995,62	0,15	0,53
700	7,08	993,97	994,83	994,87	0,02	0,86
690	7,08	993,77	994,74	994,76	0,01	0,97

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
680	7,08	993,71	994,67	994,69	0,01	0,95
670	7,08	993,64	994,52	994,57	0,02	0,88
660	7,08	993,30	993,93	994,13	0,14	0,63
650	7,08	992,03	992,84	992,98	0,06	0,81
640	7,08	991,12	991,87	992,08	0,13	0,75
630	7,08	989,69	990,32	990,58	0,17	0,63
620	7,08	987,97	988,39	988,64	0,23	0,42
610	7,08	986,09	986,82	987,05	0,13	0,73
600	7,08	984,50	985,16	985,44	0,20	0,66
590	7,08	983,24	983,95	984,16	0,14	0,70
580	7,08	981,65	982,25	982,53	0,20	0,61
570	7,08	979,85	980,75	980,83	0,03	0,90
560	7,08	979,35	980,01	980,23	0,14	0,66
550	7,08	977,78	978,58	978,84	0,14	0,80
540	7,08	976,03	976,61	976,97	0,25	0,58
530	7,08	974,12	975,03	975,14	0,05	0,91
520	7,08	973,44	974,15	974,37	0,14	0,70
510	7,08	971,94	972,86	972,97	0,05	0,92
500	7,08	971,23	972,00	972,22	0,14	0,77
490	7,08	969,61	970,38	970,70	0,17	0,77
480	7,08	968,08	968,81	969,11	0,15	0,73
470	7,08	966,07	966,77	967,20	0,26	0,70
460	7,08	964,86	965,58	965,80	0,14	0,71
450	7,08	962,54	962,95	963,44	0,48	0,41
440	7,08	959,81	960,52	960,68	0,09	0,71
430	7,08	958,63	959,37	959,60	0,13	0,74
420	7,08	957,87	958,96	959,05	0,03	1,09
410	7,08	957,61	958,29	958,52	0,13	0,67
400	7,08	955,88	956,52	956,87	0,20	0,63

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
390	7,08	954,29	955,30	955,50	0,10	1,01
380	7,08	953,42	954,13	954,36	0,14	0,71
370	7,08	951,45	952,06	952,47	0,27	0,61
360	7,08	949,53	950,18	950,42	0,15	0,65
350	7,08	947,84	948,59	948,74	0,07	0,75
340	7,08	946,79	947,51	947,75	0,13	0,72
330	7,08	945,82	946,74	946,88	0,05	0,92
320	7,08	945,03	945,82	946,08	0,13	0,79
310	7,08	943,59	944,30	944,58	0,17	0,71
300	7,08	942,09	943,18	943,35	0,07	1,08
290	7,08	941,34	942,12	942,40	0,13	0,79
280	7,08	939,97	940,93	941,03	0,04	0,96
270	7,08	939,69	940,36	940,50	0,07	0,67
260	7,08	938,67	939,31	939,51	0,14	0,64
250	7,08	937,88	938,84	938,90	0,02	0,96
240	7,08	937,72	938,56	938,64	0,04	0,84
230	7,08	937,20	937,81	938,00	0,14	0,61
220	7,08	935,77	936,76	936,83	0,03	0,99
210	7,08	935,40	936,21	936,38	0,09	0,81
200	7,08	934,13	935,00	935,28	0,13	0,88
190	7,08	932,37	933,08	933,51	0,24	0,71
180	7,08	930,42	931,24	931,52	0,16	0,82
170	7,08	929,23	929,92	930,14	0,13	0,69
160	7,08	927,87	928,69	928,77	0,03	0,82
150	7,08	927,62	928,36	928,43	0,03	0,74
140	7,08	927,03	927,61	927,81	0,14	0,58
130	7,08	925,75	926,62	926,68	0,02	0,87
120	7,08	925,41	926,02	926,22	0,14	0,61
110	7,08	924,26	925,22	925,34	0,05	0,96

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
100	7,08	923,64	924,36	924,58	0,14	0,72
90	7,08	921,92	922,98	923,07	0,04	1,05
80	7,08	921,66	922,55	922,66	0,05	0,89
70	7,08	920,94	921,65	921,91	0,13	0,70
60	7,08	919,97	921,05	921,14	0,03	1,08
50	7,08	919,63	920,33	920,59	0,13	0,71
40	7,08	917,99	918,94	919,03	0,04	0,96
30	7,08	917,86	918,62	918,69	0,03	0,76
20	7,08	917,64	918,24	918,31	0,05	0,60
10	7,08	917,26	917,83	917,89	0,04	0,58

La Tabla E- 81 recoge los valores dinámicos obtenidos de la simulación hidráulica.

Tabla E- 81: Resultados de la modelación hidráulica (II). Oscura.

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
1120	7,08	1,56	4,54	11,30	0,79
1110	7,08	1,60	4,44	10,62	0,79
1100	7,08	2,00	3,54	8,84	1,01
1090	7,08	2,07	3,42	8,37	1,03
1080	7,08	3,05	2,32	6,93	1,68
1070	7,08	2,46	2,88	8,16	1,32
1060	7,08	1,39	5,10	16,42	0,79
1050	7,08	1,09	6,52	16,76	0,56
1040	7,08	1,12	6,32	16,19	0,57
1030	7,08	1,26	5,63	14,75	0,65
1020	7,08	1,27	5,56	14,32	0,65
1010	7,08	1,30	5,47	13,76	0,66
1000	7,08	1,83	3,88	11,68	1,01
990	7,08	1,97	3,59	11,04	1,10
980	7,08	1,88	3,77	10,74	1,01

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
970	7,08	2,76	2,57	7,07	1,46
960	7,08	1,00	7,10	14,79	0,46
950	7,08	1,00	7,08	16,77	0,49
940	7,08	0,84	8,43	17,32	0,38
930	7,08	0,97	7,29	15,37	0,45
920	7,08	1,26	5,64	13,36	0,62
910	7,08	1,00	7,05	15,18	0,47
900	7,08	1,65	4,29	10,21	0,81
890	7,08	1,96	3,61	9,31	1,01
880	7,08	2,61	2,71	9,73	1,58
870	7,08	1,84	3,85	11,41	1,01
860	7,08	2,60	2,72	10,32	1,62
850	7,08	1,80	3,94	12,11	1,00
840	7,08	2,11	3,35	11,40	1,24
830	7,08	1,89	3,75	10,56	1,01
820	7,08	6,12	1,16	4,64	3,91
810	7,08	2,24	3,16	9,43	1,23
800	7,08	2,65	2,67	11,98	1,79
790	7,08	0,97	7,29	16,28	0,46
780	7,08	1,20	5,91	14,59	0,60
770	7,08	1,92	3,69	10,11	1,01
760	7,08	4,01	1,77	6,77	2,51
750	7,08	1,86	3,82	10,25	0,97
740	7,08	1,92	3,69	10,05	1,01
730	7,08	1,01	6,98	15,88	0,49
720	7,08	0,91	7,80	17,14	0,43
710	7,08	1,81	3,91	11,94	1,01
700	7,08	0,92	7,69	13,21	0,39
690	7,08	0,63	11,25	15,95	0,24
680	7,08	0,70	10,14	14,34	0,26

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
670	7,08	1,00	7,05	11,59	0,41
660	7,08	1,98	3,57	9,12	1,01
650	7,08	1,61	4,39	8,30	0,71
640	7,08	2,04	3,48	8,20	1,00
630	7,08	2,26	3,14	7,55	1,12
620	7,08	2,22	3,20	9,98	1,25
610	7,08	2,13	3,33	7,38	1,01
600	7,08	2,33	3,03	7,78	1,19
590	7,08	2,05	3,46	8,28	1,01
580	7,08	2,34	3,03	7,79	1,20
570	7,08	1,27	5,58	9,10	0,52
560	7,08	2,07	3,43	8,04	1,01
550	7,08	2,23	3,18	6,77	1,04
540	7,08	2,67	2,66	6,72	1,35
530	7,08	1,48	4,80	8,49	0,63
520	7,08	2,09	3,40	7,81	1,01
510	7,08	1,41	5,01	9,03	0,61
500	7,08	2,10	3,37	7,67	1,01
490	7,08	2,47	2,87	5,93	1,13
480	7,08	2,41	2,94	5,52	1,06
470	7,08	2,90	2,44	5,35	1,37
460	7,08	2,08	3,40	7,91	1,01
450	7,08	3,09	2,29	7,62	1,80
440	7,08	1,77	3,99	8,53	0,83
430	7,08	2,13	3,33	7,20	1,00
420	7,08	1,27	5,55	7,66	0,48
410	7,08	2,13	3,32	7,26	1,01
400	7,08	2,64	2,68	5,75	1,23
390	7,08	2,00	3,54	6,61	0,87
380	7,08	2,11	3,35	7,53	1,01

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
370	7,08	2,81	2,52	6,26	1,41
360	7,08	2,18	3,24	7,52	1,06
350	7,08	1,70	4,17	8,28	0,76
340	7,08	2,17	3,26	6,97	1,01
330	7,08	1,63	4,36	6,86	0,65
320	7,08	2,25	3,15	6,19	1,01
310	7,08	2,37	2,99	6,62	1,13
300	7,08	1,86	3,80	6,05	0,75
290	7,08	2,32	3,06	5,69	1,01
280	7,08	1,44	4,91	7,79	0,58
270	7,08	1,65	4,29	8,70	0,75
260	7,08	2,00	3,54	8,85	1,01
250	7,08	1,04	6,78	10,11	0,41
240	7,08	1,26	5,62	10,05	0,54
230	7,08	1,97	3,60	9,29	1,01
220	7,08	1,15	6,15	9,67	0,46
210	7,08	1,86	3,81	7,68	0,84
200	7,08	2,32	3,05	5,69	1,01
190	7,08	2,89	2,45	5,15	1,34
180	7,08	2,36	3,00	6,39	1,10
170	7,08	2,10	3,38	7,67	1,01
160	7,08	1,22	5,79	10,25	0,52
150	7,08	1,19	5,93	11,26	0,53
140	7,08	1,95	3,62	9,48	1,01
130	7,08	1,05	6,74	10,87	0,43
120	7,08	2,00	3,54	8,81	1,01
110	7,08	1,50	4,73	7,87	0,62
100	7,08	2,09	3,39	7,84	1,01
90	7,08	1,35	5,23	8,52	0,55
80	7,08	1,48	4,78	8,09	0,61

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
70	7,08	2,27	3,12	6,02	1,01
60	7,08	1,32	5,37	7,39	0,49
50	7,08	2,23	3,17	6,33	1,01
40	7,08	1,33	5,34	8,89	0,55
30	7,08	1,14	6,23	12,03	0,50
20	7,08	1,19	5,96	14,44	0,59
10	7,08	1,02	6,97	18,76	0,53

Finalmente, los valores máximos de profundidad, velocidad y ancho de flujo se muestran en la Tabla E- 82.

Tabla E- 82: Valores máximos de interés. Oscura.

H _{máx} [m]	V _{máx} [m/s]	W _{máx} [m]
1,09	6,12	18,76

E.2.4.17 Q2

La Tabla E- 83 muestra los resultados obtenidos de la modelación hidráulica relacionados con las cotas, profundidad y pendiente de fricción.

Tabla E- 83: Resultados de la modelación hidráulica (I). Q2.

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
1260	0,77	1026,13	1026,29	1026,40	0,11	0,17
1250	0,77	1024,07	1024,19	1024,46	0,45	0,12
1240	0,77	1022,78	1022,99	1023,07	0,06	0,22
1230	0,77	1021,21	1021,38	1021,71	0,48	0,17
1220	0,77	1019,84	1020,05	1020,14	0,07	0,20
1210	0,77	1019,25	1019,48	1019,55	0,05	0,23
1200	0,77	1017,82	1017,93	1018,31	0,71	0,11
1190	0,77	1016,60	1016,82	1016,90	0,05	0,21
1180	0,77	1015,62	1015,76	1015,91	0,23	0,14
1170	0,77	1014,65	1014,83	1014,89	0,05	0,18
1160	0,77	1013,65	1013,83	1013,98	0,18	0,18

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
1150	0,77	1012,69	1012,87	1012,94	0,07	0,18
1140	0,77	1011,70	1011,88	1012,00	0,14	0,18
1130	0,77	1011,06	1011,29	1011,33	0,13	0,23
1120	0,77	1009,59	1009,82	1009,88	0,16	0,23
1110	0,77	1007,96	1008,28	1008,36	0,14	0,32
1100	0,77	1006,40	1006,62	1006,70	0,19	0,23
1090	0,77	1003,90	1004,22	1004,25	0,04	0,32
1080	0,77	1003,09	1003,42	1003,51	0,18	0,33
1070	0,77	1001,88	1002,21	1002,24	0,04	0,33
1060	0,77	1001,13	1001,39	1001,46	0,19	0,25
1050	0,77	999,76	1000,06	1000,09	0,05	0,30
1040	0,77	999,03	999,26	999,32	0,15	0,23
1030	0,77	997,56	997,81	997,86	0,14	0,25
1020	0,77	996,52	996,78	996,81	0,08	0,25
1010	0,77	995,64	995,90	995,93	0,09	0,25
1000	0,77	994,68	994,87	994,90	0,12	0,18
990	0,77	993,76	994,06	994,09	0,06	0,30
980	0,77	992,83	993,03	993,09	0,20	0,20
970	0,77	991,76	991,99	992,02	0,06	0,24
960	0,77	990,87	991,04	991,09	0,18	0,17
950	0,77	989,78	990,04	990,07	0,06	0,26
940	0,77	988,79	988,94	988,99	0,21	0,14
930	0,77	987,89	988,16	988,17	0,03	0,27
920	0,77	987,56	987,76	987,78	0,06	0,20
910	0,77	986,83	986,99	987,02	0,10	0,16
900	0,77	986,18	986,37	986,39	0,04	0,19
890	0,77	985,35	985,49	985,54	0,23	0,14
880	0,77	984,28	984,47	984,49	0,05	0,19
870	0,77	983,36	983,50	983,54	0,21	0,14

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} ^{nivel} [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
860	0,77	982,64	982,80	982,81	0,03	0,16
840	0,77	981,15	981,35	981,41	0,20	0,20
830	0,77	979,98	980,31	980,33	0,02	0,34
820	0,77	979,76	980,05	980,06	0,03	0,29
810	0,77	979,22	979,40	979,45	0,21	0,17
800	0,77	978,07	978,30	978,31	0,03	0,23
790	0,77	977,61	977,92	977,94	0,04	0,31
780	0,77	976,84	977,07	977,14	0,19	0,23
770	0,77	975,91	976,26	976,27	0,01	0,35
760	0,77	975,76	976,09	976,11	0,02	0,33
750	0,77	975,37	975,60	975,66	0,19	0,23
740	0,77	974,05	974,35	974,36	0,03	0,30
730	0,77	973,75	974,08	974,09	0,02	0,33
720	0,77	973,31	973,53	973,59	0,20	0,22
710	0,77	972,00	972,36	972,38	0,04	0,36
700	0,77	971,69	971,99	972,01	0,03	0,30
690	0,77	971,10	971,27	971,32	0,22	0,17
680	0,77	969,93	970,21	970,22	0,02	0,27
670	0,77	969,53	969,75	969,79	0,12	0,21
660	0,77	968,60	968,84	968,87	0,07	0,25
650	0,77	967,47	967,71	967,79	0,19	0,25
640	0,77	965,80	966,16	966,17	0,02	0,36
630	0,77	965,42	965,67	965,74	0,19	0,24
620	0,77	964,00	964,47	964,51	0,04	0,47
610	0,77	963,85	964,20	964,22	0,02	0,36
600	0,77	963,47	963,73	963,78	0,12	0,26
590	0,77	962,29	962,55	962,60	0,11	0,26
580	0,77	961,81	962,16	962,17	0,02	0,35
570	0,77	961,38	961,60	961,67	0,20	0,23

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} ^{nivel} [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
560	0,77	959,99	960,44	960,45	0,02	0,44
550	0,77	959,79	960,06	960,09	0,07	0,27
540	0,77	958,71	958,91	958,99	0,19	0,21
530	0,77	957,87	958,19	958,21	0,02	0,33
520	0,77	957,69	958,00	958,01	0,02	0,31
510	0,77	957,28	957,48	957,54	0,20	0,21
500	0,77	955,97	956,26	956,27	0,03	0,28
490	0,77	955,67	955,98	956,00	0,02	0,31
480	0,77	955,20	955,40	955,46	0,20	0,20
470	0,77	954,03	954,24	954,32	0,07	0,21
460	0,77	953,41	953,61	953,68	0,06	0,20
450	0,77	952,38	952,52	952,68	0,22	0,14
440	0,77	951,64	951,89	951,97	0,05	0,26
430	0,77	950,42	950,61	950,96	0,28	0,19
420	0,77	949,88	950,20	950,21	0,01	0,31
410	0,77	949,79	950,10	950,11	0,02	0,31
400	0,77	949,36	949,55	949,61	0,20	0,19
390	0,77	948,02	948,33	948,36	0,05	0,31
380	0,77	947,48	947,77	947,80	0,07	0,29
370	0,77	946,35	946,66	946,75	0,18	0,30
360	0,77	945,92	946,32	946,33	0,02	0,40
350	0,77	945,80	946,14	946,15	0,02	0,34
340	0,77	945,33	945,59	945,67	0,19	0,26
330	0,77	943,94	944,31	944,35	0,05	0,37
320	0,77	943,20	943,42	943,50	0,19	0,23
310	0,77	941,94	942,40	942,41	0,00	0,46
300	0,77	941,94	942,35	942,35	0,01	0,41
290	0,77	941,90	942,27	942,28	0,01	0,37
280	0,77	941,85	942,20	942,20	0,01	0,35

Perfil	Q [m ³ /s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
270	0,77	941,77	942,07	942,08	0,02	0,30
260	0,77	941,45	941,68	941,70	0,07	0,23
250	0,77	940,68	940,87	940,90	0,09	0,19
240	0,77	939,70	939,90	939,93	0,10	0,20
230	0,77	938,23	938,50	938,58	0,19	0,27
220	0,77	937,90	938,26	938,27	0,01	0,36
210	0,77	937,80	938,17	938,18	0,01	0,37
200	0,77	937,71	938,03	938,05	0,02	0,33
190	0,77	937,21	937,44	937,52	0,19	0,23
180	0,77	935,98	936,36	936,37	0,03	0,38
170	0,77	935,88	936,22	936,23	0,01	0,34
160	0,77	935,80	936,10	936,11	0,02	0,31
150	0,77	935,61	935,81	935,85	0,05	0,20
140	0,77	935,13	935,29	935,34	0,05	0,17
130	0,77	934,22	934,34	934,50	0,18	0,12
120	0,77	933,87	934,06	934,07	0,00	0,19
110	0,77	933,77	933,92	933,97	0,03	0,15
100	0,77	933,46	933,56	933,65	0,03	0,10
90	0,77	933,07	933,13	933,36	0,02	0,07
80	0,77	932,63	932,70	933,03	0,04	0,06
70	0,77	932,22	932,27	932,59	0,04	0,06
60	0,77	931,53	931,67	931,88	0,12	0,14
39	0,77	929,25	929,47	929,73	0,09	0,21
29	0,77	927,79	927,88	928,17	0,26	0,08
20	0,77	927,11	927,24	927,34	0,04	0,12
10	0,77	926,33	926,44	926,64	0,12	0,11

La Tabla E- 84 recoge los valores dinámicos obtenidos de la simulación hidráulica.

Tabla E- 84: Resultados de la modelación hidráulica (II). Q2.

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
1260	0,77	1,44	0,54	5,42	1,42
1250	0,77	2,29	0,34	4,80	2,76
1240	0,77	1,29	0,64	5,74	1,14
1230	0,77	2,56	0,30	3,79	2,90
1220	0,77	1,39	0,55	4,17	1,22
1210	0,77	1,19	0,65	4,58	1,01
1200	0,77	2,71	0,28	4,40	3,41
1190	0,77	1,28	0,60	4,10	1,07
1180	0,77	1,72	0,45	5,99	2,01
1170	0,77	1,10	0,70	6,17	1,04
1160	0,77	1,73	0,45	4,76	1,80
1150	0,77	1,18	0,65	5,91	1,13
1140	0,77	1,53	0,50	5,53	1,62
1130	0,77	0,96	0,80	6,17	0,84
1120	0,77	1,02	0,75	5,74	0,90
1110	0,77	1,24	0,62	3,27	0,91
1100	0,77	1,20	0,64	4,45	1,01
1090	0,77	0,77	1,00	4,04	0,49
1080	0,77	1,33	0,58	3,28	1,01
1070	0,77	0,75	1,03	4,52	0,50
1060	0,77	1,21	0,64	4,39	1,01
1050	0,77	0,73	1,06	5,43	0,52
1040	0,77	1,06	0,73	5,01	0,88
1030	0,77	1,04	0,74	5,12	0,88
1020	0,77	0,80	0,96	6,44	0,67
1010	0,77	0,83	0,93	6,35	0,69
1000	0,77	0,80	0,97	8,99	0,76
990	0,77	0,75	1,03	5,97	0,57
980	0,77	1,10	0,70	5,75	1,01
970	0,77	0,68	1,13	7,40	0,55

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
960	0,77	0,96	0,81	8,12	0,93
950	0,77	0,68	1,14	8,81	0,58
940	0,77	1,00	0,77	7,78	1,00
930	0,77	0,51	1,51	9,25	0,39
920	0,77	0,62	1,26	11,24	0,56
910	0,77	0,72	1,09	10,78	0,69
900	0,77	0,56	1,45	13,61	0,48
890	0,77	0,94	0,82	9,19	1,01
880	0,77	0,57	1,35	12,16	0,52
870	0,77	0,90	0,90	11,71	0,98
860	0,77	0,45	1,83	17,50	0,41
840	0,77	1,09	0,70	5,85	1,00
830	0,77	0,54	1,44	7,14	0,38
820	0,77	0,47	1,63	10,93	0,39
810	0,77	1,03	0,75	7,08	1,01
800	0,77	0,54	1,46	9,72	0,42
790	0,77	0,63	1,23	7,34	0,49
780	0,77	1,20	0,64	4,38	1,00
770	0,77	0,42	1,83	8,45	0,29
760	0,77	0,49	1,61	8,42	0,34
750	0,77	1,12	0,69	5,37	1,00
740	0,77	0,55	1,40	8,54	0,43
730	0,77	0,48	1,60	8,58	0,36
720	0,77	1,10	0,70	5,66	1,00
710	0,77	0,66	1,17	6,49	0,50
700	0,77	0,55	1,40	8,41	0,43
690	0,77	1,00	0,77	7,97	1,01
680	0,77	0,49	1,62	9,52	0,36
670	0,77	0,88	0,88	7,14	0,80
660	0,77	0,77	1,01	6,64	0,62

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
650	0,77	1,24	0,62	3,99	1,01
640	0,77	0,51	1,50	6,33	0,34
630	0,77	1,24	0,62	4,03	1,01
620	0,77	0,82	0,93	3,13	0,48
610	0,77	0,58	1,33	5,58	0,38
600	0,77	0,97	0,80	5,34	0,80
590	0,77	0,96	0,80	5,23	0,79
580	0,77	0,52	1,48	7,03	0,36
570	0,77	1,15	0,67	5,14	1,01
560	0,77	0,58	1,34	5,37	0,37
550	0,77	0,79	0,97	5,99	0,63
540	0,77	1,21	0,64	4,33	1,01
530	0,77	0,47	1,65	8,05	0,33
520	0,77	0,46	1,66	9,11	0,34
510	0,77	1,10	0,70	5,80	1,01
500	0,77	0,56	1,37	7,86	0,43
490	0,77	0,50	1,56	8,83	0,37
480	0,77	1,08	0,71	6,00	1,00
470	0,77	1,27	0,61	5,02	1,17
460	0,77	1,16	0,66	5,43	1,06
450	0,77	1,77	0,44	5,36	1,98
440	0,77	1,19	0,65	4,66	1,02
430	0,77	2,63	0,29	2,30	2,35
420	0,77	0,56	1,38	6,08	0,37
410	0,77	0,50	1,55	8,12	0,36
400	0,77	1,09	0,71	5,95	1,01
390	0,77	0,68	1,14	6,37	0,51
380	0,77	0,79	0,97	5,72	0,62
370	0,77	1,38	0,56	2,89	1,01
360	0,77	0,53	1,44	5,15	0,32

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
350	0,77	0,53	1,45	6,54	0,36
340	0,77	1,23	0,63	4,15	1,01
330	0,77	0,80	0,96	4,16	0,53
320	0,77	1,21	0,64	4,32	1,01
310	0,77	0,33	2,32	6,33	0,17
300	0,77	0,40	1,91	5,87	0,23
290	0,77	0,36	2,11	7,51	0,22
280	0,77	0,36	2,20	9,19	0,22
270	0,77	0,48	1,60	9,11	0,37
260	0,77	0,69	1,12	8,55	0,60
250	0,77	0,76	1,06	9,75	0,69
240	0,77	0,80	0,99	8,62	0,71
230	0,77	1,24	0,62	4,06	1,01
220	0,77	0,42	1,85	6,84	0,25
210	0,77	0,38	2,16	9,23	0,23
200	0,77	0,53	1,47	7,87	0,38
190	0,77	1,21	0,64	4,31	1,01
180	0,77	0,59	1,31	5,93	0,40
170	0,77	0,36	2,16	10,03	0,24
160	0,77	0,41	1,90	10,77	0,30
150	0,77	0,91	0,85	7,66	0,87
140	0,77	1,01	0,79	8,36	0,97
130	0,77	1,79	0,43	5,88	2,12
120	0,77	0,45	1,94	18,88	0,40
110	0,77	0,95	0,82	9,44	0,98
100	0,77	1,32	0,59	9,05	1,60
90	0,77	2,10	0,37	7,55	3,03
80	0,77	2,56	0,30	6,96	3,92
70	0,77	2,49	0,31	7,47	3,91
60	0,77	2,03	0,38	5,18	2,39

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
39	0,77	2,25	0,34	3,20	2,19
29	0,77	2,41	0,32	6,04	3,35
20	0,77	1,40	0,56	6,90	1,50
10	0,77	1,97	0,39	5,53	2,36

Finalmente, los valores máximos de profundidad, velocidad y ancho de flujo se muestran en la Tabla E- 85.

Tabla E- 85: Valores máximos de interés. Q2.

H _{máx} [m]	V _{máx} [m/s]	W _{máx} [m]
0,47	2,71	18,88

E.2.4.18 Q3

La Tabla E- 86 muestra los resultados obtenidos de la modelación hidráulica relacionados con las cotas, profundidad y pendiente de fricción.

Tabla E- 86: Resultados de la modelación hidráulica (I). Q3.

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{nivel agua} [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
817	0,31	998,36	998,48	998,66	0,27	0,12
810	0,31	996,42	996,51	996,64	0,29	0,09
800	0,31	993,38	993,45	993,55	0,34	0,07
790	0,31	991,22	991,26	991,34	0,14	0,11
780	0,31	989,27	989,35	989,46	0,27	0,09
770	0,31	987,63	987,73	987,81	0,11	0,10
761	0,31	986,47	986,52	986,58	0,18	0,08
750	0,31	985,30	985,40	985,44	0,07	0,10
740	0,31	984,30	984,34	984,40	0,14	0,10
730	0,31	983,72	983,77	983,79	0,06	0,07
723	0,31	983,43	983,53	983,54	0,01	0,10
710	0,31	983,15	983,26	983,28	0,04	0,11
700	0,31	982,77	982,87	982,90	0,04	0,11
690	0,31	982,11	982,21	982,28	0,11	0,10

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{nivel} agua [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
680	0,31	981,61	981,73	981,77	0,05	0,12
670	0,31	981,07	981,20	981,24	0,06	0,13
660	0,31	980,06	980,20	980,29	0,18	0,14
650	0,31	979,64	979,84	979,86	0,05	0,20
640	0,31	978,78	978,90	978,95	0,21	0,12
630	0,31	977,94	978,16	978,17	0,03	0,22
620	0,31	977,69	977,91	977,92	0,02	0,23
610	0,31	977,23	977,38	977,43	0,20	0,15
600	0,31	975,94	976,24	976,24	0,01	0,29
590	0,31	975,89	976,14	976,14	0,02	0,25
580	0,31	975,63	975,83	975,85	0,06	0,20
570	0,31	974,69	974,82	974,87	0,22	0,14
560	0,31	973,77	974,02	974,03	0,02	0,26
550	0,31	973,41	973,57	973,62	0,21	0,16
540	0,31	971,94	972,22	972,23	0,01	0,28
530	0,31	971,85	972,09	972,10	0,02	0,24
520	0,31	971,69	971,93	971,94	0,01	0,25
510	0,31	971,38	971,54	971,59	0,22	0,16
500	0,31	969,88	970,08	970,11	0,10	0,20
490	0,31	968,90	969,11	969,13	0,09	0,21
480	0,31	967,54	967,73	967,79	0,22	0,19
470	0,31	965,79	965,98	966,00	0,06	0,20
460	0,31	965,11	965,30	965,32	0,08	0,19
450	0,31	963,85	964,03	964,09	0,21	0,19
440	0,31	962,09	962,45	962,48	0,06	0,36
433	0,31	961,52	961,68	961,73	0,21	0,16
420	0,31	958,60	958,81	958,85	0,12	0,21
410	0,31	957,36	957,57	957,61	0,13	0,21
400	0,31	955,72	955,86	955,90	0,22	0,14

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{nivel} agua [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
390	0,31	953,88	954,09	954,10	0,04	0,21
380	0,31	953,15	953,32	953,37	0,23	0,18
370	0,31	951,82	951,98	952,00	0,04	0,17
360	0,31	951,06	951,21	951,26	0,22	0,15
350	0,31	949,63	949,80	949,82	0,08	0,17
340	0,31	948,35	948,49	948,54	0,22	0,15
330	0,31	947,68	947,88	947,89	0,02	0,21
320	0,31	947,23	947,37	947,42	0,21	0,14
310	0,31	946,10	946,31	946,33	0,05	0,21
300	0,31	945,21	945,36	945,41	0,21	0,15
290	0,31	943,98	944,22	944,24	0,05	0,24
280	0,31	943,59	943,72	943,76	0,05	0,13
270	0,31	943,06	943,19	943,23	0,06	0,14
260	0,31	941,96	942,06	942,20	0,23	0,10
250	0,31	941,37	941,51	941,54	0,05	0,14
240	0,31	940,55	940,66	940,74	0,16	0,11
230	0,31	939,78	939,91	939,93	0,03	0,13
220	0,31	939,41	939,53	939,57	0,05	0,12
210	0,31	938,91	939,01	939,04	0,05	0,10
200	0,31	938,14	938,22	938,28	0,12	0,08
190	0,31	936,96	937,06	937,13	0,11	0,10
180	0,31	935,92	936,12	936,12	0,00	0,20
170	0,31	935,92	936,08	936,10	0,01	0,16
160	0,31	935,79	935,91	935,95	0,03	0,12
150	0,31	935,40	935,52	935,56	0,05	0,11
140	0,31	934,72	934,80	934,87	0,11	0,08
130	0,31	933,94	934,00	934,09	0,06	0,06
120	0,31	933,80	933,96	933,97	0,01	0,16
110	0,31	933,71	933,82	933,86	0,03	0,11

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{nivel agua} [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
100	0,31	933,40	933,51	933,54	0,03	0,10
90	0,31	932,93	933,02	933,09	0,07	0,08
80	0,31	932,36	932,45	932,49	0,05	0,09
70	0,31	931,30	931,39	931,60	0,19	0,10
60	0,31	929,84	929,92	930,03	0,13	0,08
50	0,31	929,14	929,21	929,27	0,05	0,08
40	0,31	928,41	928,49	928,55	0,12	0,07
30	0,31	924,00	924,04	925,13	3,34	0,04
20	0,31	924,00	924,10	924,10	0,00	0,10
10	0,31	924,00	924,10	924,10	0,00	0,10

La Tabla E- 87 recoge los valores dinámicos obtenidos de la simulación hidráulica.

Tabla E- 87: Resultados de la modelación hidráulica (II). Q3.

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área [m²]	Flujo	Ancho [m]	Froude
817	0,31	1,88	0,16		2,12	2,15
810	0,31	1,59	0,20		3,63	2,12
800	0,31	1,52	0,22		5,40	2,23
790	0,31	0,69	0,27		4,70	1,32
780	0,31	1,32	0,21		4,17	1,98
770	0,31	1,29	0,28		4,72	1,41
761	0,31	0,81	0,28		6,44	1,52
750	0,31	0,85	0,37		5,94	1,06
740	0,31	0,58	0,29		6,00	1,26
730	0,31	0,66	0,48		10,78	0,95
723	0,31	0,46	0,74		11,17	0,51
710	0,31	0,76	0,48		7,79	0,81
700	0,31	0,78	0,45		7,30	0,84
690	0,31	1,21	0,28		4,92	1,38
680	0,31	0,89	0,40		5,83	0,92

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área [m²]	Flujo	Ancho [m]	Froude
670	0,31	0,99	0,34		4,47	1,03
660	0,31	1,36	0,22		2,85	1,51
650	0,31	0,61	0,62		10,36	0,51
640	0,31	0,94	0,34		4,11	0,99
630	0,31	0,50	0,63		4,33	0,40
620	0,31	0,45	0,74		5,70	0,35
610	0,31	0,96	0,33		3,75	0,97
600	0,31	0,28	1,14		5,32	0,19
590	0,31	0,40	0,77		4,72	0,32
580	0,31	0,59	0,53		4,40	0,53
570	0,31	0,93	0,33		3,76	0,99
560	0,31	0,39	0,81		5,14	0,30
550	0,31	1,01	0,31		2,98	1,01
540	0,31	0,35	0,88		3,87	0,24
530	0,31	0,39	0,81		5,74	0,32
520	0,31	0,36	0,91		6,67	0,28
510	0,31	0,95	0,33		3,51	1,00
500	0,31	0,79	0,39		3,18	0,72
490	0,31	0,76	0,41		3,24	0,68
480	0,31	1,06	0,29		2,66	1,02
470	0,31	0,62	0,52		4,31	0,55
460	0,31	0,68	0,46		3,90	0,63
450	0,31	1,06	0,29		2,58	1,01
440	0,31	0,79	0,39		2,09	0,59
433	0,31	1,02	0,30		2,89	1,01
420	0,31	0,90	0,35		2,50	0,77
410	0,31	0,86	0,36		3,14	0,81
400	0,31	0,94	0,33		3,68	1,01
390	0,31	0,49	0,63		4,67	0,43
380	0,31	0,96	0,32		3,57	1,01

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área [m²]	Flujo	Ancho [m]	Froude
370	0,31	0,49	0,64		5,31	0,43
360	0,31	0,95	0,33		3,55	1,00
350	0,31	0,70	0,47		4,44	0,64
340	0,31	0,97	0,32		3,39	1,01
330	0,31	0,42	0,79		6,58	0,34
320	0,31	0,96	0,33		3,76	0,98
310	0,31	0,57	0,56		5,18	0,51
300	0,31	0,96	0,33		3,62	0,99
290	0,31	0,61	0,52		3,66	0,50
280	0,31	0,89	0,37		4,69	0,95
270	0,31	0,91	0,34		4,24	1,01
260	0,31	1,63	0,19		2,73	1,98
250	0,31	0,84	0,37		4,84	0,92
240	0,31	1,28	0,24		4,11	1,61
230	0,31	0,67	0,50		6,90	0,70
220	0,31	0,82	0,39		5,62	0,95
210	0,31	0,81	0,40		6,68	0,95
200	0,31	1,08	0,30		5,29	1,39
190	0,31	1,23	0,25		4,52	1,63
180	0,31	0,26	1,30		8,77	0,20
170	0,31	0,57	0,58		5,87	0,51
160	0,31	0,85	0,37		5,38	0,96
150	0,31	0,92	0,35		5,57	1,10
140	0,31	1,26	0,27		6,39	1,66
130	0,31	1,35	0,23		5,89	2,21
120	0,31	0,48	0,76		8,91	0,43
110	0,31	0,84	0,39		6,09	0,94
100	0,31	0,86	0,39		7,13	1,00
90	0,31	1,26	0,26		5,55	1,75
80	0,31	0,86	0,38		7,34	1,11

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área [m²]	Flujo	Ancho [m]	Froude
70	0,31	2,02	0,15		2,97	2,85
60	0,31	1,45	0,22		5,61	2,24
50	0,31	1,01	0,31		6,68	1,43
40	0,31	1,08	0,29		6,37	1,63
30	0,31	4,62	0,07		2,07	8,20
20	0,31	0,09	3,40		14,78	0,09
10	0,31	0,05	5,56		25,98	0,05

Finalmente, los valores máximos de profundidad, velocidad y ancho de flujo se muestran en la Tabla E- 88.

Tabla E- 88: Valores máximos de interés. Q3.

H _{máx} [m]	V _{máx} [m/s]	W _{máx} [m]
0,36	4,62	25,98

E.2.4.19 Q7

La Tabla E- 89 muestra los resultados obtenidos de la modelación hidráulica relacionados con las cotas, profundidad y pendiente de fricción.

Tabla E- 89: Resultados de la modelación hidráulica (I). Q7.

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
1090	0,80	1154,89	1154,98	1155,35	0,31	0,09
1080	0,80	1151,82	1151,92	1152,40	0,28	0,09
1070	0,80	1148,89	1148,98	1149,30	0,33	0,09
1060	0,80	1146,04	1146,15	1146,62	0,22	0,11
1050	0,80	1143,98	1144,03	1144,25	0,24	0,05
1040	0,80	1141,03	1141,09	1141,43	0,31	0,07
1030	0,80	1138,61	1138,66	1138,79	0,23	0,04
1020	0,80	1135,47	1135,53	1135,77	0,41	0,06
1010	0,80	1132,66	1132,72	1132,80	0,80	0,06
999	0,80	1129,21	1129,40	1129,45	0,17	0,19
990	0,80	1126,98	1127,07	1127,14	0,37	0,09

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} ^{nivel} [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
980	0,80	1123,65	1123,87	1123,94	0,31	0,22
970	0,80	1121,10	1121,31	1121,37	0,22	0,21
960	0,80	1118,25	1118,31	1118,36	0,41	0,06
950	0,80	1113,40	1113,47	1113,55	0,58	0,07
940	0,80	1108,75	1108,79	1108,83	0,59	0,04
930	0,80	1103,14	1103,34	1103,55	0,54	0,20
920	0,80	1099,45	1099,69	1099,75	0,28	0,25
910	0,80	1095,53	1095,76	1095,95	0,55	0,23
900	0,80	1091,96	1092,17	1092,26	0,25	0,21
890	0,80	1087,85	1087,98	1088,14	0,83	0,13
880	0,80	1084,64	1084,78	1084,84	0,21	0,14
870	0,80	1078,21	1078,42	1079,34	3,80	0,21
860	0,80	1073,87	1074,12	1074,16	0,09	0,25
850	0,80	1073,32	1073,47	1073,48	0,06	0,14
840	0,80	1072,35	1072,48	1072,51	0,20	0,13
830	0,80	1068,07	1068,29	1068,64	1,01	0,22
820	0,80	1064,01	1064,38	1064,45	0,22	0,37
810	0,80	1059,57	1059,78	1060,18	1,13	0,21
800	0,80	1054,26	1054,44	1054,55	0,33	0,18
790	0,80	1051,67	1051,85	1051,92	0,21	0,18
780	0,80	1049,50	1049,77	1049,87	0,20	0,28
770	0,80	1047,23	1047,48	1047,58	0,27	0,25
760	0,80	1044,85	1045,08	1045,16	0,22	0,24
750	0,80	1042,33	1042,61	1042,75	0,27	0,28
740	0,80	1039,96	1040,29	1040,41	0,20	0,33
730	0,80	1037,79	1038,14	1038,25	0,23	0,35
720	0,80	1035,77	1036,01	1036,10	0,20	0,25
710	0,80	1033,54	1033,75	1033,84	0,25	0,21
700	0,80	1031,02	1031,25	1031,34	0,25	0,23

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
690	0,80	1029,26	1029,43	1029,48	0,21	0,17
680	0,80	1027,66	1027,90	1027,93	0,09	0,24
670	0,80	1026,38	1026,55	1026,60	0,22	0,17
660	0,80	1024,75	1024,90	1024,96	0,13	0,15
650	0,80	1023,25	1023,46	1023,51	0,13	0,21
640	0,80	1021,63	1021,85	1021,91	0,21	0,22
630	0,80	1019,88	1020,12	1020,38	0,11	0,23
620	0,80	1018,70	1018,91	1018,99	0,16	0,21
610	0,80	1016,64	1016,83	1016,92	0,29	0,19
600	0,80	1014,87	1015,00	1015,73	0,06	0,13
590	0,80	1013,45	1013,56	1013,84	2,11	0,11
580	0,80	1011,82	1011,97	1012,02	0,06	0,15
570	0,80	1010,55	1010,70	1010,76	0,42	0,15
560	0,80	1008,74	1009,05	1009,15	0,18	0,31
550	0,80	1005,95	1006,12	1006,25	0,54	0,16
540	0,80	1003,93	1004,26	1004,27	0,02	0,32
530	0,80	1003,74	1004,03	1004,05	0,02	0,29
520	0,80	1003,41	1003,72	1003,74	0,04	0,30
510	0,80	1002,73	1002,95	1003,00	0,18	0,22
500	0,80	1001,87	1002,14	1002,17	0,05	0,28
490	0,80	1001,14	1001,36	1001,40	0,14	0,21
480	0,80	999,95	1000,23	1000,27	0,09	0,27
470	0,80	999,05	999,27	999,30	0,10	0,22
460	0,80	997,65	997,89	997,96	0,19	0,23
450	0,80	996,19	996,49	996,52	0,06	0,30
440	0,80	995,67	995,98	996,00	0,04	0,30
430	0,80	994,90	995,13	995,20	0,20	0,24
420	0,80	993,90	994,12	994,15	0,06	0,22
410	0,80	993,53	993,75	993,76	0,03	0,22

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} ^{nivel} [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
400	0,80	992,96	993,13	993,18	0,20	0,17
390	0,80	992,36	992,45	992,65	0,02	0,09
380	0,80	991,60	991,66	992,20	0,09	0,06
370	0,80	990,53	990,61	990,81	0,20	0,09
360	0,80	989,68	989,80	989,83	0,06	0,11
350	0,80	988,73	988,88	988,97	0,14	0,15
340	0,80	988,11	988,21	988,24	0,05	0,11
330	0,80	987,27	987,37	987,54	0,09	0,10
320	0,80	986,46	986,52	986,87	0,05	0,07
310	0,80	985,72	985,80	986,32	0,06	0,08
300	0,80	985,25	985,32	985,77	0,05	0,07
290	0,80	984,55	984,62	985,09	0,10	0,07
280	0,80	983,85	983,92	984,04	0,09	0,07
270	0,80	983,09	983,18	983,27	0,07	0,09
260	0,80	982,33	982,44	982,56	0,08	0,11
250	0,80	981,56	981,70	981,84	0,07	0,14
240	0,80	980,78	980,91	981,08	0,08	0,14
230	0,80	979,96	980,05	980,18	0,10	0,09
220	0,80	979,73	979,94	979,95	0,00	0,20
210	0,80	979,66	979,82	979,87	0,02	0,16
200	0,80	979,35	979,49	979,58	0,05	0,14
190	0,80	978,94	979,13	979,20	0,03	0,19
180	0,80	978,09	978,20	978,51	0,23	0,12
170	0,80	977,49	977,66	977,74	0,03	0,17
160	0,80	976,80	976,93	977,16	0,12	0,13
150	0,80	975,85	975,96	976,10	0,09	0,11
140	0,80	975,53	975,69	975,73	0,02	0,16
130	0,80	974,94	975,02	975,42	0,04	0,08
120	0,80	974,31	974,38	974,88	0,08	0,07

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
110	0,80	973,86	973,95	974,08	0,06	0,09
100	0,80	973,52	973,64	973,69	0,02	0,12
90	0,80	972,96	973,10	973,26	0,09	0,14
80	0,80	972,61	972,72	972,77	0,03	0,11
70	0,80	972,25	972,33	972,39	0,05	0,08
60	0,80	971,87	971,95	971,99	0,03	0,08
50	0,80	971,58	971,68	971,74	0,02	0,09
40	0,80	971,37	971,48	971,58	0,01	0,11
30	0,80	971,05	971,14	971,31	0,11	0,09
20	0,80	970,63	970,77	970,82	0,02	0,14
10	0,80	970,34	970,45	970,51	0,04	0,11

La Tabla E- 90 recoge los valores dinámicos obtenidos de la simulación hidráulica.

Tabla E- 90: Resultados de la modelación hidráulica (II). Q7.

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
1090	0,80	2,71	0,30	5,26	3,65
1080	0,80	3,10	0,26	3,50	3,64
1070	0,80	2,47	0,32	7,02	3,68
1060	0,80	3,02	0,26	3,06	3,28
1050	0,80	2,07	0,39	8,58	3,12
1040	0,80	2,63	0,31	6,16	3,64
1030	0,80	1,62	0,49	12,17	2,54
1020	0,80	2,16	0,37	7,08	3,01
1010	0,80	1,29	0,62	11,40	1,76
999	0,80	1,01	0,84	8,87	0,93
990	0,80	1,15	0,71	9,17	1,29
980	0,80	1,19	0,67	6,82	1,20
970	0,80	1,12	0,71	6,01	1,04
960	0,80	0,98	0,82	13,71	1,27

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
950	0,80	1,23	0,65	9,93	1,54
940	0,80	0,93	0,88	21,71	1,45
930	0,80	2,01	0,41	3,05	1,68
920	0,80	1,10	0,73	7,73	1,14
910	0,80	1,93	0,41	3,05	1,67
900	0,80	1,40	0,66	6,04	1,16
890	0,80	1,80	0,48	7,40	1,94
880	0,80	1,06	0,75	6,59	1,01
870	0,80	4,25	0,19	1,80	4,19
860	0,80	0,91	0,88	5,07	0,69
850	0,80	0,51	1,56	15,36	0,51
840	0,80	0,77	1,11	18,83	0,92
830	0,80	2,63	0,30	2,20	2,26
820	0,80	1,15	0,70	5,62	1,04
810	0,80	2,79	0,29	2,07	2,39
800	0,80	1,46	0,55	4,19	1,29
790	0,80	1,20	0,66	4,97	1,05
780	0,80	1,38	0,58	3,31	1,05
770	0,80	1,41	0,57	4,01	1,19
760	0,80	1,25	0,64	4,52	1,07
750	0,80	1,64	0,49	2,65	1,22
740	0,80	1,53	0,52	2,56	1,08
730	0,80	1,47	0,54	3,08	1,12
720	0,80	1,32	0,61	3,76	1,05
710	0,80	1,33	0,60	4,40	1,15
700	0,80	1,37	0,58	3,98	1,14
690	0,80	1,05	0,77	7,05	1,01
680	0,80	0,74	1,09	8,84	0,67
670	0,80	0,99	0,81	8,18	1,01
660	0,80	1,03	0,77	8,00	1,06

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
650	0,80	0,96	0,84	5,95	0,82
640	0,80	1,09	0,73	6,19	1,02
630	0,80	2,28	0,35	2,78	2,05
620	0,80	1,26	0,64	5,04	1,13
610	0,80	1,29	0,62	5,18	1,20
600	0,80	3,77	0,21	2,86	4,42
590	0,80	2,35	0,34	5,22	2,94
580	0,80	0,96	0,83	9,93	1,06
570	0,80	1,05	0,77	11,70	1,31
560	0,80	1,39	0,58	3,00	1,01
550	0,80	1,57	0,51	5,15	1,60
540	0,80	0,55	1,45	6,02	0,36
530	0,80	0,50	1,60	8,88	0,38
520	0,80	0,60	1,33	7,98	0,47
510	0,80	1,06	0,75	5,89	0,95
500	0,80	0,66	1,21	7,29	0,52
490	0,80	0,97	0,82	6,16	0,85
480	0,80	0,92	0,87	5,22	0,72
470	0,80	0,84	0,95	6,85	0,72
460	0,80	1,18	0,68	4,79	1,00
450	0,80	0,80	1,00	5,64	0,60
440	0,80	0,65	1,23	7,01	0,49
430	0,80	1,13	0,70	5,44	1,01
420	0,80	0,68	1,18	7,88	0,56
410	0,80	0,42	1,92	16,04	0,38
400	0,80	1,03	0,77	7,54	1,03
390	0,80	1,96	0,41	8,32	2,84
380	0,80	3,25	0,25	6,86	5,49
370	0,80	1,93	0,41	9,96	3,03
360	0,80	0,83	0,97	13,66	1,00

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
350	0,80	1,36	0,59	7,34	1,54
340	0,80	0,68	1,18	20,96	0,91
330	0,80	1,80	0,44	7,27	2,33
320	0,80	2,60	0,31	7,51	4,10
310	0,80	3,22	0,25	5,05	4,62
300	0,80	2,98	0,27	5,70	4,37
290	0,80	3,02	0,26	6,19	4,67
280	0,80	1,55	0,52	16,39	2,71
270	0,80	1,33	0,60	9,99	1,73
260	0,80	1,53	0,52	8,37	1,96
250	0,80	1,63	0,49	6,11	1,83
240	0,80	1,82	0,44	5,24	2,01
230	0,80	1,61	0,50	8,17	2,09
220	0,80	0,49	1,62	14,86	0,48
210	0,80	0,97	0,83	8,65	1,00
200	0,80	1,29	0,62	8,22	1,49
190	0,80	1,19	0,67	7,45	1,26
180	0,80	2,45	0,33	5,45	3,19
170	0,80	1,27	0,63	6,63	1,31
160	0,80	2,13	0,38	4,60	2,37
150	0,80	1,64	0,49	7,58	2,06
140	0,80	0,88	0,91	11,91	1,01
130	0,80	2,83	0,29	5,79	3,88
120	0,80	3,13	0,26	6,78	5,15
110	0,80	1,58	0,51	8,95	2,11
100	0,80	0,95	0,86	12,97	1,09
90	0,80	1,76	0,45	5,92	2,03
80	0,80	0,98	0,82	11,11	1,15
70	0,80	1,12	0,72	13,12	1,52
60	0,80	0,92	0,87	15,16	1,22

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
50	0,80	1,14	0,70	12,72	1,54
40	0,80	1,41	0,57	9,98	1,89
30	0,80	1,78	0,45	6,87	2,23
20	0,80	1,01	0,82	10,93	1,10
10	0,80	1,17	0,73	11,75	1,39

Finalmente, los valores máximos de profundidad, velocidad y ancho de flujo se muestran en la Tabla E- 91.

Tabla E- 91: Valores máximos de interés. Q7.

H _{máx} [m]	V _{máx} [m/s]	W _{máx} [m]
0,37	4,25	21,71

E.2.4.20 Q9

La Tabla E- 92 muestra los resultados obtenidos de la modelación hidráulica relacionados con las cotas, profundidad y pendiente de fricción.

Tabla E- 92: Resultados de la modelación hidráulica (I). Q9.

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
610	0,32	1033,76	1033,86	1034,01	0,29	0,10
600	0,32	1030,85	1030,96	1031,08	0,29	0,10
590	0,32	1027,25	1027,37	1027,58	0,43	0,12
580	0,32	1023,74	1023,85	1024,04	0,30	0,11
570	0,32	1019,83	1019,88	1020,02	0,57	0,05
560	0,32	1014,42	1014,57	1014,88	0,46	0,15
550	0,32	1011,20	1011,25	1011,34	0,27	0,05
540	0,32	1003,01	1003,11	1003,78	5,48	0,10
530	0,32	1001,21	1001,35	1001,40	0,23	0,15
520	0,32	998,48	998,71	998,73	0,10	0,23
510	0,32	991,22	991,26	992,91	33,91	0,04
500	0,32	987,56	987,68	987,73	0,13	0,12

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} ^{nivel} [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
490	0,32	984,08	984,16	984,41	1,74	0,08
480	0,32	979,97	980,30	980,34	0,15	0,33
470	0,32	978,27	978,46	978,51	0,22	0,19
460	0,32	975,84	975,92	975,96	0,30	0,08
450	0,32	973,99	974,15	974,22	0,11	0,16
440	0,32	971,91	972,03	972,28	0,39	0,13
430	0,32	970,38	970,52	970,60	0,09	0,14
420	0,32	969,10	969,25	969,31	0,20	0,15
410	0,32	967,34	967,48	967,51	0,15	0,14
400	0,32	965,69	965,82	965,86	0,18	0,13
390	0,32	964,09	964,30	964,33	0,12	0,21
380	0,32	962,88	963,07	963,10	0,13	0,19
370	0,32	961,26	961,38	961,42	0,22	0,13
360	0,32	958,91	959,03	959,17	0,23	0,12
350	0,32	955,88	955,94	956,07	0,45	0,06
340	0,32	955,41	955,56	955,58	0,03	0,14
330	0,32	954,97	955,12	955,16	0,06	0,14
320	0,32	953,69	953,77	953,94	0,40	0,08
310	0,32	953,15	953,30	953,35	0,06	0,15
300	0,32	951,59	951,68	951,92	0,86	0,08
290	0,32	949,93	950,03	950,08	0,07	0,10
280	0,32	948,54	948,67	948,81	0,26	0,13
270	0,32	947,38	947,44	947,79	0,05	0,06
260	0,32	946,48	946,55	947,09	0,09	0,07
250	0,32	945,40	945,46	946,10	0,11	0,06
240	0,32	944,53	944,59	945,10	0,08	0,06
230	0,32	943,59	943,66	944,24	0,09	0,07
220	0,32	942,76	942,81	943,26	0,10	0,05
210	0,32	941,52	941,57	942,13	0,12	0,05

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
200	0,32	940,62	940,65	940,95	0,10	0,03
190	0,32	939,45	939,49	939,83	0,12	0,04
180	0,32	938,42	938,47	938,80	0,09	0,04
170	0,32	937,29	937,32	937,88	0,27	0,03
160	0,32	936,14	936,19	936,48	0,08	0,05
150	0,32	935,33	935,36	935,64	0,09	0,03
140	0,32	934,58	934,63	934,90	0,06	0,05
130	0,32	933,72	933,67	933,90	0,06	0,05
120	0,32	932,31	932,34	932,93	0,28	0,03
110	0,32	931,31	931,36	931,71	0,06	0,06
100	0,32	930,49	930,54	930,93	0,10	0,05
90	0,32	928,97	929,03	929,76	0,14	0,06
80	0,32	926,29	926,37	927,94	0,22	0,08
70	0,32	924,44	924,48	925,87	0,38	0,03
60	0,32	923,42	923,46	923,79	0,10	0,04
50	0,32	922,61	922,66	922,87	0,08	0,05
40	0,32	921,86	921,89	922,16	0,07	0,04
30	0,32	920,77	920,88	920,89	0,10	0,11
20	0,32	919,22	919,43	919,47	0,25	0,21
10	0,32	913,73	913,81	914,04	1,86	0,08

La Tabla E- 93 recoge los valores dinámicos obtenidos de la simulación hidráulica.

Tabla E- 93: Resultados de la modelación hidráulica (II). Q9.

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
610	0,32	1,71	0,19	2,96	2,17
600	0,32	1,59	0,20	3,55	2,13
590	0,32	2,03	0,16	2,57	2,61

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
580	0,32	1,91	0,17	2,27	2,24
570	0,32	1,68	0,19	5,08	2,78
560	0,32	2,48	0,13	1,63	2,81
550	0,32	1,32	0,24	5,36	1,98
540	0,32	3,63	0,09	1,42	4,65
530	0,32	0,90	0,36	4,37	1,00
520	0,32	0,63	0,51	5,94	0,69
510	0,32	5,68	0,06	1,85	10,38
500	0,32	0,97	0,33	3,40	1,00
490	0,32	2,23	0,14	2,34	2,87
480	0,32	0,86	0,37	3,48	0,84
470	0,32	1,04	0,31	2,96	1,02
460	0,32	0,87	0,37	6,21	1,13
450	0,32	1,17	0,27	3,78	1,38
440	0,32	2,23	0,14	1,90	2,59
430	0,32	1,21	0,27	2,89	1,27
420	0,32	1,10	0,29	3,14	1,16
410	0,32	0,77	0,42	4,74	0,83
400	0,32	0,89	0,36	4,40	1,00
390	0,32	0,82	0,39	3,20	0,75
380	0,32	0,84	0,38	3,40	0,80
370	0,32	0,91	0,35	4,07	1,00
360	0,32	1,64	0,20	2,75	1,96
350	0,32	1,60	0,20	4,85	2,51
340	0,32	0,71	0,45	5,21	0,76
330	0,32	0,93	0,34	4,00	1,01
320	0,32	1,83	0,17	3,17	2,50
310	0,32	0,96	0,33	3,57	1,01
300	0,32	2,19	0,15	3,60	3,47
290	0,32	1,00	0,32	4,12	1,14

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
280	0,32	1,70	0,19	2,72	2,06
270	0,32	2,59	0,12	3,30	4,28
260	0,32	3,24	0,10	2,73	5,44
250	0,32	3,55	0,09	2,57	6,05
240	0,32	3,17	0,10	2,81	5,33
230	0,32	3,37	0,10	2,46	5,47
220	0,32	2,98	0,11	3,78	5,63
210	0,32	3,31	0,10	3,32	6,18
200	0,32	2,41	0,13	6,35	5,33
190	0,32	2,58	0,12	6,21	5,83
180	0,32	2,55	0,13	4,90	5,10
170	0,32	3,31	0,10	6,06	8,38
160	0,32	2,42	0,13	5,17	4,82
150	0,32	2,33	0,14	6,39	5,07
140	0,32	2,31	0,14	4,88	4,38
130	0,32		0,15	5,60	0,00
120	0,32	3,40	0,09	5,72	8,47
110	0,32	2,59	0,12	3,72	4,54
100	0,32	2,78	0,12	4,26	5,40
90	0,32	3,77	0,08	2,64	6,72
80	0,32	5,54	0,06	1,42	8,77
70	0,32	5,23	0,06	2,47	10,60
60	0,32	2,56	0,12	5,48	5,42
50	0,32	2,03	0,16	8,03	4,61
40	0,32	2,28	0,14	5,29	4,46
30	0,32	0,48	0,64	9,98	0,63
20	0,32	0,90	0,36	4,71	1,04
10	0,32	2,13	0,15	2,41	2,73

Finalmente, los valores máximos de profundidad, velocidad y ancho de flujo se muestran en la Tabla E- 94.

Tabla E- 94: Valores máximos de interés. Q9.

H _{máx} [m]	V _{máx} [m/s]	W _{máx} [m]
0,33	5,68	9,98

E.2.4.21 Q10

La Tabla E- 95 muestra los resultados obtenidos de la modelación hidráulica relacionados con las cotas, profundidad y pendiente de fricción.

Tabla E- 95: Resultados de la modelación hidráulica (I). Q10.

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} ^{nivel} [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
1210	0,55	1128,54	1128,74	1128,83	0,30	0,19
1200	0,55	1125,50	1125,68	1125,78	0,31	0,18
1190	0,55	1123,23	1123,39	1123,44	0,21	0,15
1180	0,55	1121,64	1121,72	1122,36	0,06	0,08
1170	0,55	1120,12	1120,18	1121,39	0,16	0,06
1160	0,55	1115,20	1115,29	1119,99	0,60	0,09
1150	0,55	1112,59	1112,75	1112,89	0,54	0,16
1140	0,55	1110,82	1111,03	1111,09	0,20	0,21
1130	0,55	1107,67	1107,93	1108,09	0,49	0,26
1120	0,55	1104,15	1104,31	1104,39	0,29	0,16
1110	0,55	1100,08	1100,26	1100,43	0,58	0,18
1100	0,55	1095,67	1095,89	1096,02	0,35	0,22
1090	0,55	1091,01	1091,28	1091,50	0,62	0,27
1080	0,55	1088,35	1088,59	1088,67	0,19	0,24
1070	0,55	1085,55	1085,77	1085,90	0,42	0,22
1060	0,55	1081,96	1082,25	1082,37	0,30	0,29
1050	0,55	1079,72	1079,95	1080,03	0,19	0,23
1040	0,55	1077,48	1077,74	1077,83	0,25	0,26
1030	0,55	1075,04	1075,27	1075,37	0,24	0,23

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} ^{nivel} [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
1020	0,55	1072,51	1072,75	1072,85	0,26	0,24
1010	0,55	1069,70	1069,84	1069,92	0,33	0,14
1000	0,55	1067,64	1067,83	1067,88	0,16	0,19
990	0,55	1066,49	1066,81	1066,84	0,07	0,32
980	0,55	1065,63	1065,85	1065,90	0,13	0,22
970	0,55	1064,54	1064,80	1064,84	0,08	0,26
960	0,55	1063,39	1063,63	1063,69	0,17	0,24
950	0,55	1061,60	1061,84	1061,92	0,19	0,24
940	0,55	1059,38	1059,60	1059,68	0,27	0,22
930	0,55	1057,67	1057,89	1057,96	0,20	0,22
920	0,55	1055,80	1056,02	1056,07	0,12	0,22
910	0,55	1054,16	1054,47	1054,55	0,20	0,31
900	0,55	1052,02	1052,42	1052,52	0,21	0,40
890	0,55	1049,72	1049,97	1050,09	0,29	0,25
880	0,55	1047,30	1047,53	1047,60	0,21	0,22
870	0,55	1044,62	1044,82	1044,93	0,35	0,20
860	0,55	1041,91	1042,15	1042,24	0,21	0,23
850	0,55	1039,37	1039,61	1039,71	0,30	0,24
840	0,55	1036,81	1037,05	1037,13	0,22	0,24
830	0,55	1033,61	1033,83	1033,98	0,48	0,22
820	0,55	1030,06	1030,19	1030,28	0,29	0,13
810	0,55	1026,11	1026,33	1026,50	0,50	0,22
800	0,55	1023,08	1023,30	1023,38	0,21	0,22
790	0,55	1019,75	1019,93	1020,11	0,58	0,18
780	0,55	1017,59	1017,84	1017,91	0,20	0,25
770	0,55	1015,52	1015,73	1015,80	0,23	0,21
760	0,55	1013,44	1013,63	1013,73	0,38	0,18
750	0,55	1010,18	1010,48	1010,59	0,26	0,30
740	0,55	1007,87	1008,24	1008,28	0,06	0,37

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
730	0,55	1006,96	1007,26	1007,33	0,15	0,30
720	0,55	1005,31	1005,54	1005,60	0,19	0,22
710	0,55	1003,65	1003,88	1003,91	0,12	0,23
700	0,55	1002,11	1002,35	1002,42	0,19	0,24
690	0,55	999,94	1000,21	1000,33	0,23	0,27
680	0,55	997,72	997,91	997,98	0,23	0,19
670	0,55	995,91	996,24	996,26	0,02	0,33
660	0,55	995,47	995,67	995,73	0,20	0,20
650	0,55	993,97	994,33	994,35	0,04	0,36
640	0,55	993,64	993,90	993,92	0,05	0,26
630	0,55	992,89	993,10	993,14	0,15	0,21
620	0,55	991,39	991,64	991,69	0,14	0,25
610	0,55	989,66	989,89	989,96	0,21	0,23
600	0,55	988,04	988,28	988,31	0,08	0,24
590	0,55	987,21	987,45	987,48	0,09	0,24
580	0,55	985,92	986,18	986,23	0,19	0,26
570	0,55	985,31	985,45	985,77	0,02	0,14
560	0,55	983,85	983,90	985,24	0,17	0,05
550	0,55	982,58	982,65	983,61	0,13	0,07
540	0,55	981,64	981,73	982,49	0,09	0,09
530	0,55	981,18	981,27	981,79	0,05	0,09
520	0,55	979,93	980,01	980,98	0,14	0,08
510	0,55	979,06	979,13	979,80	0,09	0,07
500	0,55	978,10	978,14	978,72	0,13	0,04
490	0,55	976,82	976,88	977,55	0,11	0,06
480	0,55	975,49	975,56	976,43	0,11	0,07
470	0,55	974,16	974,24	975,18	0,14	0,08
460	0,55	972,93	972,99	973,76	0,14	0,06
450	0,55	971,63	971,71	972,53	0,11	0,08

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
440	0,55	970,52	970,59	971,43	0,11	0,07
430	0,55	969,66	969,74	970,44	0,08	0,08
420	0,55	969,35	969,44	969,83	0,04	0,09
410	0,55	968,60	968,68	969,31	0,07	0,08
400	0,55	967,65	967,72	968,44	0,10	0,07
390	0,55	967,18	967,26	967,68	0,05	0,08
380	0,55	966,52	966,58	967,05	0,09	0,06
370	0,55	965,65	965,70	966,06	0,10	0,05
360	0,55	964,91	964,99	965,38	0,05	0,08
350	0,55	964,00	964,10	964,72	0,09	0,10
340	0,55	963,10	963,18	963,86	0,08	0,08
330	0,55	961,87	961,95	962,85	0,12	0,08
320	0,55	961,11	961,20	961,90	0,07	0,09
310	0,55	959,98	960,05	961,01	0,11	0,07
300	0,55	959,45	959,51	960,01	0,07	0,06
290	0,55	958,91	959,01	959,44	0,05	0,10
280	0,55	957,92	957,98	958,71	0,12	0,06
270	0,55	956,97	957,06	957,75	0,08	0,09
260	0,55	955,98	956,05	956,83	0,11	0,07
250	0,55	954,88	954,95	955,72	0,11	0,07
240	0,55	953,63	953,72	954,69	0,09	0,09
230	0,55	952,21	952,35	953,70	0,10	0,14
220	0,55	951,28	951,36	952,43	0,15	0,08
210	0,55	949,73	949,80	950,96	0,14	0,07
200	0,55	948,42	948,48	949,47	0,15	0,06
190	0,55	946,89	946,96	948,09	0,13	0,07
180	0,55	945,32	945,39	946,65	0,16	0,07
170	0,55	943,71	943,80	944,98	0,17	0,09
160	0,55	941,98	942,08	943,46	0,13	0,10

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} ^{nivel} [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
150	0,55	940,49	940,54	942,00	0,34	0,05
140	0,55	939,29	939,35	939,97	0,11	0,06
130	0,55	938,28	938,35	938,91	0,10	0,07
120	0,55	937,24	937,31	937,95	0,09	0,07
110	0,55	935,98	936,03	936,86	0,13	0,05
100	0,55	935,32	935,39	935,91	0,06	0,07
90	0,55	934,62	934,68	935,20	0,08	0,06
80	0,55	933,96	934,02	934,42	0,07	0,06
70	0,55	933,24	933,30	933,72	0,07	0,06
60	0,55	932,56	932,61	933,02	0,07	0,05
50	0,55	931,84	931,90	932,36	0,06	0,06
40	0,55	931,10	931,15	931,65	0,08	0,05
30	0,55	930,20	930,27	930,85	0,08	0,07
20	0,55	927,13	927,27	928,12	9,47	0,14
10	0,55	923,81	924,05	924,10	0,22	0,23

La Tabla E- 96 recoge los valores dinámicos obtenidos de la simulación hidráulica.

Tabla E- 96: Resultados de la modelación hidráulica (II). Q10.

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
1210	0,55	1,33	0,41	3,46	1,23
1200	0,55	1,36	0,40	3,28	1,24
1190	0,55	1,02	0,54	5,21	1,01
1180	0,55	3,54	0,16	2,80	4,79
1170	0,55	4,87	0,11	2,66	7,53
1160	0,55	9,60	0,06	1,31	14,64
1150	0,55	1,63	0,34	3,21	1,61
1140	0,55	1,13	0,48	3,81	1,02
1130	0,55	1,76	0,31	2,42	1,56
1120	0,55	1,26	0,44	3,83	1,19

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
1110	0,55	1,84	0,30	2,46	1,69
1100	0,55	1,63	0,34	2,26	1,34
1090	0,55	2,05	0,27	1,94	1,75
1080	0,55	1,22	0,45	3,06	1,01
1070	0,55	1,62	0,34	2,67	1,46
1060	0,55	1,55	0,35	2,26	1,25
1050	0,55	1,22	0,45	3,03	1,01
1040	0,55	1,35	0,41	2,90	1,15
1030	0,55	1,39	0,40	2,56	1,13
1020	0,55	1,41	0,39	2,66	1,18
1010	0,55	1,19	0,46	4,82	1,23
1000	0,55	0,96	0,57	4,88	0,90
990	0,55	0,87	0,63	3,30	0,63
980	0,55	0,93	0,59	4,59	0,83
970	0,55	0,89	0,62	3,54	0,69
960	0,55	1,12	0,49	3,38	0,94
950	0,55	1,26	0,44	2,70	1,01
940	0,55	1,31	0,42	3,30	1,17
930	0,55	1,18	0,47	3,38	1,02
920	0,55	0,99	0,56	3,60	0,80
910	0,55	1,23	0,45	3,03	1,02
900	0,55	1,44	0,38	1,96	1,04
890	0,55	1,52	0,36	2,38	1,24
880	0,55	1,24	0,44	3,15	1,05
870	0,55	1,47	0,37	2,94	1,32
860	0,55	1,37	0,40	2,42	1,07
850	0,55	1,41	0,39	2,96	1,24
840	0,55	1,26	0,44	3,14	1,07
830	0,55	1,71	0,32	2,57	1,54
820	0,55	1,28	0,43	3,65	1,20

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
810	0,55	1,84	0,30	2,22	1,60
800	0,55	1,24	0,44	3,08	1,05
790	0,55	1,84	0,30	2,46	1,69
780	0,55	1,19	0,46	3,30	1,01
770	0,55	1,21	0,45	3,53	1,08
760	0,55	1,46	0,38	3,22	1,37
750	0,55	1,49	0,37	2,26	1,18
740	0,55	0,90	0,61	2,76	0,61
730	0,55	1,15	0,48	2,97	0,91
720	0,55	1,17	0,47	3,44	1,00
710	0,55	0,83	0,67	5,66	0,77
700	0,55	1,24	0,45	2,88	1,00
690	0,55	1,53	0,36	1,86	1,11
680	0,55	1,17	0,47	3,95	1,08
670	0,55	0,58	0,94	3,89	0,38
660	0,55	1,11	0,49	3,98	1,01
650	0,55	0,62	0,89	5,01	0,47
640	0,55	0,62	0,89	5,81	0,51
630	0,55	0,98	0,56	4,33	0,87
620	0,55	1,01	0,54	3,90	0,87
610	0,55	1,09	0,50	4,30	1,02
600	0,55	0,75	0,73	5,07	0,64
590	0,55	0,79	0,70	5,07	0,68
580	0,55	1,04	0,53	4,45	0,96
570	0,55	2,51	0,22	2,79	2,86
560	0,55	5,13	0,11	2,46	7,84
550	0,55	4,34	0,13	3,11	6,87
540	0,55	3,88	0,14	2,94	5,64
530	0,55	3,20	0,17	3,10	4,33
520	0,55	4,36	0,13	3,16	6,97

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
510	0,55	3,63	0,15	3,51	5,58
500	0,55	3,37	0,16	5,67	6,35
490	0,55	3,61	0,15	4,12	6,00
480	0,55	4,13	0,13	3,11	6,37
470	0,55	4,31	0,13	3,18	6,86
460	0,55	3,88	0,14	4,20	6,75
450	0,55	4,01	0,14	3,23	6,20
440	0,55	4,07	0,14	3,16	6,27
430	0,55	3,71	0,15	3,19	5,49
420	0,55	2,75	0,20	3,57	3,71
410	0,55	3,52	0,16	3,30	5,17
400	0,55	3,77	0,15	3,63	6,00
390	0,55	2,88	0,19	3,96	4,18
380	0,55	3,01	0,18	5,66	5,35
370	0,55	2,66	0,21	8,72	5,51
360	0,55	2,75	0,20	4,48	4,16
350	0,55	3,50	0,16	3,81	5,49
340	0,55	3,67	0,15	3,34	5,53
330	0,55	4,21	0,13	3,05	6,48
320	0,55	3,71	0,15	2,80	5,14
310	0,55	4,34	0,13	2,72	6,42
300	0,55	3,14	0,18	4,18	4,89
290	0,55	2,92	0,19	3,69	4,13
280	0,55	3,78	0,15	4,11	6,41
270	0,55	3,70	0,15	3,03	5,32
260	0,55	3,93	0,14	3,47	6,24
250	0,55	3,89	0,14	3,53	6,20
240	0,55	4,36	0,13	2,32	5,97
230	0,55	5,16	0,11	1,55	6,28
220	0,55	4,59	0,12	2,92	7,24

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
210	0,55	4,78	0,11	2,54	7,17
200	0,55	4,42	0,12	3,18	7,12
190	0,55	4,69	0,12	2,47	6,88
180	0,55	4,97	0,11	2,49	7,52
170	0,55	4,82	0,11	2,87	7,72
160	0,55	5,22	0,11	1,93	7,12
150	0,55	5,35	0,10	3,71	10,27
140	0,55	3,49	0,16	4,59	6,01
130	0,55	3,31	0,17	4,89	5,72
120	0,55	3,54	0,16	3,85	5,63
110	0,55	4,04	0,14	3,58	6,61
100	0,55	3,21	0,17	3,67	4,74
90	0,55	3,20	0,17	4,63	5,29
80	0,55	2,80	0,20	5,57	4,77
70	0,55	2,88	0,19	5,38	4,87
60	0,55	2,84	0,19	5,42	4,79
50	0,55	2,98	0,18	4,58	4,74
40	0,55	3,12	0,18	4,70	5,15
30	0,55	3,37	0,16	4,00	5,31
20	0,55	4,08	0,13	2,76	5,90
10	0,55	1,05	0,52	4,93	1,03

Finalmente, los valores máximos de profundidad, velocidad y ancho de flujo se muestran en la Tabla E- 97.

Tabla E- 97: Valores máximos de interés. Q10.

H _{máx} [m]	V _{máx} [m/s]	w _{máx} [m]
0,4	9,6	8,72

E.2.4.22 Q11

La Tabla E- 98 muestra los resultados obtenidos de la modelación hidráulica relacionados con las cotas, profundidad y pendiente de fricción.

Tabla E- 98: Resultados de la modelación hidráulica (I). Q11.

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} ^{nivel} [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
1040	0,66	1134,29	1134,45	1134,56	0,40	0,16
1030	0,66	1130,25	1130,55	1130,69	0,37	0,30
1020	0,66	1127,75	1127,95	1128,00	0,21	0,20
1010	0,66	1124,96	1125,16	1125,27	0,38	0,20
1000	0,66	1122,23	1122,48	1122,56	0,20	0,25
990	0,66	1119,15	1119,27	1119,37	0,57	0,11
980	0,66	1115,73	1115,95	1116,01	0,22	0,22
970	0,66	1112,86	1113,06	1113,14	0,39	0,20
960	0,66	1109,56	1109,77	1109,83	0,29	0,21
950	0,66	1106,93	1107,14	1107,22	0,24	0,22
940	0,66	1103,84	1104,02	1104,16	0,40	0,18
930	0,66	1101,14	1101,42	1101,50	0,19	0,27
920	0,66	1097,98	1098,19	1098,39	0,58	0,20
910	0,66	1095,31	1095,58	1095,66	0,20	0,27
900	0,66	1092,19	1092,42	1092,60	0,54	0,23
890	0,66	1089,26	1089,46	1089,51	0,18	0,19
880	0,66	1087,38	1087,59	1087,65	0,20	0,20
870	0,66	1085,41	1085,64	1085,70	0,17	0,23
860	0,66	1083,61	1083,80	1083,87	0,20	0,20
850	0,66	1081,54	1081,78	1081,85	0,20	0,24
840	0,66	1079,31	1079,55	1079,64	0,24	0,24
830	0,66	1077,26	1077,51	1077,59	0,19	0,26
820	0,66	1075,10	1075,36	1075,45	0,24	0,26
810	0,66	1072,95	1073,22	1073,31	0,19	0,28
800	0,66	1070,43	1070,61	1070,72	0,36	0,18
790	0,66	1067,81	1068,06	1068,09	0,06	0,25
780	0,66	1067,01	1067,29	1067,34	0,10	0,28
770	0,66	1065,70	1065,93	1066,00	0,19	0,23

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
760	0,66	1064,45	1064,77	1064,82	0,08	0,31
750	0,66	1063,30	1063,56	1063,63	0,19	0,25
740	0,66	1060,75	1061,01	1061,15	0,34	0,26
730	0,66	1058,06	1058,31	1058,41	0,22	0,25
720	0,66	1056,20	1056,48	1056,58	0,18	0,28
710	0,66	1053,43	1053,63	1053,78	0,48	0,20
700	0,66	1049,68	1049,97	1050,10	0,29	0,29
690	0,66	1047,34	1047,54	1047,72	0,20	0,19
680	0,66	1044,46	1044,61	1044,93	0,42	0,15
670	0,66	1041,48	1041,65	1041,89	0,23	0,17
660	0,66	1039,21	1039,34	1039,52	0,24	0,13
650	0,66	1037,70	1037,77	1038,22	0,08	0,07
640	0,66	1037,16	1037,24	1037,62	0,04	0,08
630	0,66	1036,36	1036,43	1037,01	0,08	0,07
620	0,66	1034,90	1034,93	1035,69	0,24	0,03
610	0,66	1032,21	1032,40	1032,51	0,37	0,19
600	0,66	1029,68	1029,89	1029,95	0,20	0,21
590	0,66	1027,52	1027,72	1027,78	0,24	0,19
580	0,66	1025,24	1025,46	1025,53	0,21	0,22
570	0,66	1021,30	1021,53	1021,84	0,79	0,23
560	0,66	1018,68	1018,95	1019,03	0,19	0,27
550	0,66	1016,21	1016,46	1016,59	0,32	0,25
540	0,66	1014,15	1014,54	1014,58	0,08	0,39
530	0,66	1013,27	1013,53	1013,58	0,12	0,25
520	0,66	1011,70	1011,99	1012,07	0,19	0,29
510	0,66	1009,42	1009,64	1009,73	0,30	0,22
500	0,66	1007,86	1008,03	1008,09	0,21	0,17
490	0,66	1006,65	1006,85	1006,94	0,07	0,19
480	0,66	1005,30	1005,58	1005,68	0,28	0,28

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} ^{nivel} [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
470	0,66	1003,78	1003,99	1004,06	0,19	0,21
460	0,66	1002,39	1002,63	1002,67	0,11	0,24
450	0,66	1001,11	1001,35	1001,40	0,15	0,23
440	0,66	999,37	999,59	999,66	0,20	0,23
430	0,66	997,89	998,17	998,19	0,04	0,28
420	0,66	997,24	997,46	997,52	0,15	0,21
410	0,66	995,93	996,07	996,33	0,10	0,15
400	0,66	995,67	995,89	995,95	0,02	0,22
390	0,66	994,88	994,96	995,40	0,45	0,07
380	0,66	993,36	993,53	993,74	0,08	0,17
370	0,66	991,81	991,93	992,41	0,25	0,13
360	0,66	990,11	990,27	990,57	0,13	0,16
350	0,66	987,79	987,87	988,30	0,46	0,08
340	0,66	987,65	987,87	987,94	0,02	0,22
330	0,66	986,60	986,70	987,38	0,46	0,10
320	0,66	985,37	985,52	985,71	0,08	0,15
310	0,66	983,88	983,98	984,41	0,26	0,09
300	0,66	982,84	983,01	983,19	0,06	0,17
290	0,66	981,58	981,72	982,12	0,21	0,13
280	0,66	979,90	980,03	980,26	0,16	0,13
270	0,66	978,56	978,67	978,86	0,12	0,11
260	0,66	977,28	977,37	977,53	0,14	0,09
250	0,66	975,89	975,97	976,12	0,14	0,08
240	0,66	975,10	975,22	975,30	0,05	0,12
230	0,66	974,13	974,20	974,70	0,06	0,07
220	0,66	971,61	971,67	973,03	0,20	0,07
210	0,66	970,18	970,26	971,29	0,14	0,07
200	0,66	969,13	969,22	969,96	0,11	0,09
190	0,66	967,98	968,06	968,81	0,12	0,08

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
180	0,66	967,27	967,34	967,88	0,07	0,07
170	0,66	966,19	966,24	966,88	0,16	0,05
160	0,66	965,15	965,23	965,80	0,07	0,09
150	0,66	964,38	964,46	965,00	0,08	0,08
140	0,66	963,32	963,40	964,05	0,11	0,08
130	0,66	962,34	962,40	963,02	0,10	0,05
120	0,66	961,23	961,31	961,99	0,11	0,07
110	0,66	960,10	960,21	960,91	0,11	0,10
100	0,66	957,88	957,94	958,92	0,20	0,05
90	0,66	957,18	957,24	957,69	0,07	0,06
80	0,66	956,24	956,29	956,85	0,11	0,05
70	0,66	955,32	955,38	955,86	0,08	0,06
60	0,66	954,29	954,37	954,94	0,10	0,08
50	0,66	952,47	952,58	953,79	0,12	0,11
40	0,66	950,46	950,53	952,17	0,22	0,07
30	0,66	945,20	945,30	949,23	0,35	0,10
20	0,66	939,05	939,16	941,90	3,64	0,11
10	0,66	936,28	936,47	936,52	0,21	0,18

La Tabla E- 99 recoge los valores dinámicos obtenidos de la simulación hidráulica.

Tabla E- 99: Resultados de la modelación hidráulica (II). Q11.

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
1040	0,66	1,41	0,47	4,45	1,39
1030	0,66	1,66	0,40	2,72	1,38
1020	0,66	1,05	0,63	5,79	1,01
1010	0,66	1,49	0,44	3,66	1,37
1000	0,66	1,21	0,54	3,86	1,03
990	0,66	1,39	0,47	5,98	1,58
980	0,66	1,07	0,62	5,65	1,03

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
970	0,66	1,30	0,51	5,31	1,34
960	0,66	1,15	0,58	5,79	1,16
950	0,66	1,21	0,54	4,37	1,10
940	0,66	1,64	0,40	3,01	1,43
930	0,66	1,23	0,54	3,53	1,01
920	0,66	1,98	0,33	2,45	1,72
910	0,66	1,23	0,54	3,66	1,02
900	0,66	1,88	0,35	2,62	1,64
890	0,66	1,00	0,66	5,59	0,93
880	0,66	1,13	0,58	4,52	1,00
870	0,66	1,12	0,59	4,14	0,94
860	0,66	1,12	0,59	4,68	1,01
850	0,66	1,18	0,56	4,10	1,03
840	0,66	1,31	0,50	3,63	1,12
830	0,66	1,22	0,54	3,69	1,01
820	0,66	1,36	0,48	3,22	1,12
810	0,66	1,28	0,52	3,25	1,03
800	0,66	1,44	0,46	3,85	1,34
790	0,66	0,78	0,85	4,58	0,58
780	0,66	0,96	0,69	4,03	0,74
770	0,66	1,17	0,57	4,03	1,00
760	0,66	0,98	0,67	3,23	0,69
750	0,66	1,24	0,53	3,44	1,01
740	0,66	1,64	0,40	2,62	1,34
730	0,66	1,42	0,46	2,75	1,10
720	0,66	1,37	0,48	2,58	1,01
710	0,66	1,73	0,38	3,02	1,55
700	0,66	1,61	0,41	2,42	1,25
690	0,66	1,93	0,34	2,83	1,77
680	0,66	2,48	0,27	3,16	2,74

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
670	0,66	2,17	0,30	2,77	2,09
660	0,66	1,90	0,35	4,08	2,08
650	0,66	2,98	0,22	6,37	5,10
640	0,66	2,72	0,24	5,24	4,04
630	0,66	3,37	0,20	4,77	5,32
620	0,66	3,87	0,17	6,05	7,35
610	0,66	1,42	0,46	4,13	1,35
600	0,66	1,15	0,58	4,36	1,01
590	0,66	1,11	0,59	5,45	1,08
580	0,66	1,21	0,54	3,95	1,05
570	0,66	2,47	0,27	1,73	2,01
560	0,66	1,26	0,52	3,30	1,01
550	0,66	1,63	0,41	2,58	1,31
540	0,66	0,95	0,69	3,61	0,69
530	0,66	0,98	0,67	4,45	0,81
520	0,66	1,26	0,52	3,30	1,01
510	0,66	1,35	0,49	3,94	1,22
500	0,66	1,08	0,61	5,28	1,01
490	0,66	1,36	0,48	3,93	1,24
480	0,66	1,41	0,47	3,30	1,20
470	0,66	1,21	0,55	3,72	1,01
460	0,66	0,92	0,72	4,77	0,76
450	0,66	1,02	0,65	4,87	0,89
440	0,66	1,16	0,57	4,24	1,01
430	0,66	0,62	1,06	5,81	0,46
420	0,66	1,14	0,58	4,31	1,00
410	0,66	2,23	0,30	2,93	2,24
400	0,66	1,10	0,60	4,95	1,01
390	0,66	2,95	0,22	4,69	4,32
380	0,66	2,01	0,33	3,32	2,04

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
370	0,66	3,05	0,22	2,73	3,46
360	0,66	2,45	0,27	2,97	2,60
350	0,66	2,88	0,23	5,02	4,30
340	0,66	1,16	0,57	4,24	1,01
330	0,66	3,66	0,18	2,76	4,57
320	0,66	1,92	0,34	3,53	1,97
310	0,66	2,90	0,23	3,23	3,49
300	0,66	1,88	0,35	3,27	1,84
290	0,66	2,80	0,24	3,00	3,19
280	0,66	2,17	0,30	4,55	2,67
270	0,66	1,94	0,34	5,07	2,39
260	0,66	1,79	0,37	6,79	2,44
250	0,66	1,71	0,39	7,73	2,43
240	0,66	1,26	0,52	7,62	1,54
230	0,66	3,15	0,21	4,60	4,71
220	0,66	5,16	0,13	3,22	8,25
210	0,66	4,50	0,15	3,50	7,02
200	0,66	3,83	0,17	4,43	6,19
190	0,66	3,85	0,17	4,56	6,34
180	0,66	3,25	0,20	4,53	4,89
170	0,66	3,54	0,19	7,21	7,03
160	0,66	3,33	0,20	4,61	5,14
150	0,66	3,25	0,20	5,37	5,35
140	0,66	3,58	0,18	5,12	6,01
130	0,66	3,51	0,19	4,95	5,75
120	0,66	3,67	0,18	4,89	6,11
110	0,66	3,72	0,18	4,54	6,02
100	0,66	4,39	0,15	4,96	8,05
90	0,66	2,98	0,22	5,55	4,77
80	0,66	3,31	0,20	6,32	5,96

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
70	0,66	3,07	0,22	6,30	5,30
60	0,66	3,36	0,20	5,59	5,71
50	0,66	4,88	0,14	2,56	6,77
40	0,66	5,68	0,12	2,71	8,75
30	0,66	8,78	0,08	1,30	11,64
20	0,66	7,34	0,09	1,70	10,20
10	0,66	1,04	0,64	5,80	1,00

Finalmente, los valores máximos de profundidad, velocidad y ancho de flujo se muestran en la Tabla E- 100.

Tabla E- 100: Valores máximos de interés. Q11.

H _{máx} [m]	V _{máx} [m/s]	W _{máx} [m]
0,39	8,78	7,73

E.2.4.23 Q12

La Tabla E- 101 muestra los resultados obtenidos de la modelación hidráulica relacionados con las cotas, profundidad y pendiente de fricción.

Tabla E- 101: Resultados de la modelación hidráulica (I). Q12.

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
370	0,97	1077,42	1077,60	1078,07	0,54	0,18
360	0,97	1071,98	1072,24	1072,90	0,49	0,25
350	0,97	1068,48	1068,61	1068,88	0,32	0,17
340	0,97	1065,86	1065,97	1066,13	0,23	0,11
330	0,97	1062,35	1062,52	1062,95	0,45	0,17
320	0,97	1058,48	1058,70	1059,08	0,34	0,22
310	0,97	1055,42	1055,58	1055,86	0,30	0,16
300	0,97	1052,74	1052,86	1053,10	0,25	0,12
290	0,97	1050,17	1050,35	1050,60	0,25	0,18
280	0,97	1048,75	1048,96	1049,10	0,10	0,21
270	0,97	1045,85	1045,92	1046,58	1,53	0,08

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
260	0,97	1043,70	1043,83	1043,92	0,10	0,13
250	0,97	1042,20	1042,29	1042,44	0,25	0,09
240	0,97	1040,29	1040,38	1040,49	0,16	0,09
230	0,97	1038,26	1038,45	1038,63	0,23	0,18
220	0,97	1036,22	1036,35	1036,52	0,20	0,13
210	0,97	1035,05	1035,28	1035,36	0,07	0,23
200	0,97	1033,90	1033,99	1034,13	0,24	0,09
190	0,97	1032,50	1032,60	1032,66	0,10	0,09
180	0,97	1030,85	1031,00	1031,21	0,23	0,15
170	0,97	1029,61	1029,79	1029,86	0,09	0,17
160	0,97	1028,16	1028,29	1028,47	0,26	0,23
150	0,97	1026,89	1027,09	1027,18	0,08	0,20
140	0,97	1025,85	1026,05	1026,18	0,14	0,20
130	0,97	1024,51	1024,71	1024,85	0,14	0,20
120	0,97	1023,38	1023,54	1023,64	0,11	0,16
110	0,97	1022,09	1022,20	1022,32	0,16	0,11
100	0,97	1020,00	1020,20	1020,40	0,24	0,20
90	0,97	1018,55	1018,74	1018,85	0,10	0,19
80	0,97	1016,81	1017,01	1017,29	0,25	0,20
70	0,97	1015,58	1015,78	1015,87	0,09	0,19
60	0,97	1014,50	1014,67	1014,79	0,14	0,17
50	0,97	1012,12	1012,31	1012,70	0,33	0,19
40	0,97	1009,44	1009,57	1009,75	0,26	0,13
30	0,97	1005,76	1006,05	1006,61	0,38	0,29
20	0,97	999,91	999,99	1000,52	1,34	0,08
10	0,97	997,80	997,95	998,05	0,09	0,15

La Tabla E- 102 recoge los valores dinámicos obtenidos de la simulación hidráulica.

Tabla E- 102: Resultados de la modelación hidráulica (II). Q12.

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
370	0,97	3,06	0,32	3,34	3,17
360	0,97	3,61	0,27	1,98	3,13
350	0,97	2,29	0,42	4,64	2,42
340	0,97	1,80	0,54	6,72	2,03
330	0,97	2,91	0,33	3,25	2,90
320	0,97	2,75	0,35	3,03	2,57
310	0,97	2,34	0,41	4,22	2,38
300	0,97	2,16	0,45	4,44	2,17
290	0,97	2,22	0,44	4,13	2,18
280	0,97	1,66	0,59	4,25	1,42
270	0,97	3,58	0,27	4,90	4,87
260	0,97	1,33	0,73	7,43	1,35
250	0,97	1,75	0,56	7,56	2,06
240	0,97	1,45	0,67	8,41	1,65
230	0,97	1,88	0,51	5,80	2,02
220	0,97	1,82	0,53	5,71	1,91
210	0,97	1,26	0,77	6,90	1,20
200	0,97	1,70	0,59	8,50	2,03
190	0,97	1,14	0,88	12,07	1,30
180	0,97	2,06	0,47	4,99	2,07
170	0,97	1,22	0,80	8,55	1,26
160	0,97	1,88	0,52	6,45	2,12
150	0,97	1,31	0,74	6,41	1,22
140	0,97	1,56	0,62	6,38	1,60
130	0,97	1,67	0,58	5,43	1,62
120	0,97	1,44	0,69	7,28	1,47
110	0,97	1,52	0,65	7,95	1,67
100	0,97	1,97	0,50	5,81	2,09
90	0,97	1,47	0,66	6,08	1,42
80	0,97	2,36	0,41	3,57	2,21

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
70	0,97	1,39	0,70	6,55	1,30
60	0,97	1,51	0,64	7,23	1,61
50	0,97	2,76	0,35	2,92	2,54
40	0,97	1,86	0,52	6,60	2,11
30	0,97	3,30	0,29	2,06	2,79
20	0,97	3,22	0,30	5,80	4,51
10	0,97	1,40	0,69	6,27	1,35

Finalmente, los valores máximos de profundidad, velocidad y ancho de flujo se muestran en la Tabla E- 103.

Tabla E- 103: Valores máximos de interés. Q12.

H _{máx} [m]	V _{máx} [m/s]	W _{máx} [m]
0,29	3,61	12,07

E.2.4.24 Q13

La Tabla E- 104 muestra los resultados obtenidos de la modelación hidráulica relacionados con las cotas, profundidad y pendiente de fricción.

Tabla E- 104: Resultados de la modelación hidráulica (I). Q13.

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{nivel} agua [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
730	0,94	1017,89	1018,02	1018,64	0,15	0,12
720	0,94	1016,53	1016,73	1017,40	0,11	0,20
710	0,94	1010,94	1011,00	1014,33	2,03	0,06
700	0,94	1010,68	1010,75	1011,02	0,07	0,09
690	0,94	1009,84	1009,93	1010,17	0,09	0,09
680	0,94	1008,44	1008,51	1008,87	0,21	0,07
670	0,94	1006,72	1006,81	1007,19	0,13	0,09
660	0,94	1005,26	1005,35	1005,81	0,15	0,09
650	0,94	1003,74	1003,83	1004,22	0,17	0,08
640	0,94	1002,13	1002,22	1002,45	0,18	0,08

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} ^{nivel} [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
630	0,94	1000,39	1000,54	1000,69	0,17	0,15
620	0,94	998,42	998,56	998,67	0,25	0,14
610	0,94	996,46	996,57	996,70	0,16	0,11
600	0,94	994,50	994,54	994,98	0,17	0,08
590	0,94	992,83	992,97	993,62	0,19	0,14
580	0,94	991,16	991,29	991,89	0,15	0,13
570	0,94	989,31	989,44	990,15	0,20	0,13
560	0,94	987,70	987,86	988,02	0,19	0,16
550	0,94	985,86	985,99	986,41	0,13	0,13
540	0,94	984,41	984,49	984,88	0,18	0,08
530	0,94	982,85	983,00	983,25	0,14	0,15
520	0,94	981,10	981,21	981,41	0,24	0,11
510	0,94	979,28	979,37	979,63	0,14	0,09
500	0,94	977,76	977,89	978,02	0,18	0,13
490	0,94	976,43	976,63	976,74	0,09	0,20
480	0,94	975,33	975,47	975,59	0,14	0,15
470	0,94	973,99	974,14	974,25	0,13	0,15
460	0,94	972,76	972,84	973,32	0,07	0,08
450	0,94	971,50	971,62	972,07	0,31	0,12
440	0,94	970,13	970,29	970,38	0,09	0,17
430	0,94	968,82	968,94	969,08	0,19	0,13
420	0,94	967,52	967,67	967,75	0,10	0,14
410	0,94	966,18	966,32	966,44	0,18	0,14
400	0,94	964,90	965,04	965,11	0,10	0,14
390	0,94	963,60	963,71	963,82	0,17	0,11
380	0,94	962,26	962,39	962,47	0,11	0,13
370	0,94	960,90	961,05	961,17	0,16	0,14
360	0,94	959,65	959,89	959,99	0,09	0,24
350	0,94	958,62	958,78	958,90	0,14	0,16

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
340	0,94	957,36	957,45	958,03	0,05	0,09
330	0,94	956,05	956,13	957,16	0,14	0,08
320	0,94	955,11	955,17	955,97	0,09	0,06
310	0,94	954,18	954,27	954,98	0,10	0,09
300	0,94	953,08	953,18	953,99	0,10	0,10
290	0,94	952,04	952,18	952,23	0,00	0,14
280	0,94	950,60	950,68	952,03	0,16	0,09
270	0,94	949,26	949,42	949,69	0,26	0,16
260	0,94	947,87	948,13	948,26	0,09	0,26
250	0,94	946,50	946,71	947,00	0,19	0,20
240	0,94	945,30	945,47	945,58	0,10	0,17
230	0,94	943,83	944,02	944,27	0,17	0,19
220	0,94	942,51	942,68	942,83	0,12	0,18
210	0,94	941,19	941,30	941,46	0,16	0,12
200	0,94	939,79	939,97	940,11	0,12	0,18
190	0,94	938,36	938,45	939,10	0,08	0,09
180	0,94	937,32	937,40	938,10	0,13	0,08
170	0,94	936,23	936,30	936,82	0,12	0,07
160	0,94	934,70	934,80	935,75	0,09	0,10
150	0,94	933,63	933,70	934,62	0,14	0,08
140	0,94	932,56	932,77	932,79	0,06	0,21
130	0,94	931,59	931,75	931,79	0,22	0,16
120	0,94	929,38	929,57	929,62	0,22	0,19
110	0,94	925,91	926,05	926,20	0,61	0,14
100	0,94	924,00	924,24	924,30	0,21	0,24
90	0,94	923,50	923,64	923,69	0,03	0,13
80	0,94	922,85	922,93	923,13	0,16	0,08
70	0,94	922,21	922,32	922,38	0,04	0,11
60	0,94	921,50	921,60	921,74	0,12	0,10

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} ^{nivel} [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
50	0,94	920,55	920,68	920,80	0,08	0,13
40	0,94	919,19	919,35	919,65	0,18	0,16
30	0,94	916,31	916,49	917,27	0,31	0,18
20	0,94	913,75	913,94	914,03	0,30	0,19
10	0,94	910,91	911,19	911,28	0,25	0,28

La Tabla E- 105 recoge los valores dinámicos obtenidos de la simulación hidráulica.

Tabla E- 105: Resultados de la modelación hidráulica (II). Q13.

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
730	0,94	3,50	0,27	3,39	3,98
720	0,94	3,63	0,26	2,40	3,53
710	0,94	8,09	0,12	3,02	13,15
700	0,94	1,61	0,42	6,79	2,52
690	0,94	2,18	0,43	7,74	2,97
680	0,94	2,68	0,38	8,52	3,97
670	0,94	2,66	0,35	5,81	3,55
660	0,94	3,13	0,32	5,90	3,94
650	0,94	2,78	0,34	6,66	3,94
640	0,94	2,14	0,44	8,79	2,99
630	0,94	1,71	0,55	6,36	1,76
620	0,94	1,51	0,62	10,68	1,99
610	0,94	1,58	0,60	8,73	1,91
600	0,94	1,88	0,33	7,24	3,65
590	0,94	3,58	0,26	4,00	4,46
580	0,94	3,42	0,27	3,73	4,03
570	0,94	3,74	0,25	3,65	4,54
560	0,94	1,78	0,53	5,84	1,88
550	0,94	2,89	0,33	4,99	3,62
540	0,94	2,78	0,34	6,46	3,88

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
530	0,94	2,25	0,42	5,85	2,69
520	0,94	1,99	0,47	6,18	2,30
510	0,94	2,28	0,42	7,11	2,90
500	0,94	1,64	0,57	6,83	1,80
490	0,94	1,44	0,65	5,75	1,37
480	0,94	1,50	0,63	7,07	1,60
470	0,94	1,49	0,63	6,55	1,53
460	0,94	3,09	0,30	5,90	4,34
450	0,94	2,99	0,31	5,17	3,86
440	0,94	1,33	0,71	7,65	1,34
430	0,94	1,64	0,57	6,99	1,82
420	0,94	1,28	0,73	7,86	1,34
410	0,94	1,56	0,60	7,79	1,78
400	0,94	1,25	0,75	8,53	1,34
390	0,94	1,49	0,63	8,42	1,73
380	0,94	1,30	0,73	8,18	1,39
370	0,94	1,54	0,61	7,29	1,70
360	0,94	1,46	0,65	5,28	1,33
350	0,94	1,50	0,63	7,00	1,60
340	0,94	3,39	0,28	4,96	4,57
330	0,94	4,50	0,21	5,07	7,09
320	0,94	3,95	0,24	5,04	5,79
310	0,94	3,75	0,25	6,16	5,95
300	0,94	3,99	0,24	5,40	6,10
290	0,94	0,96	0,98	10,26	1,00
280	0,94	5,14	0,18	4,01	7,69
270	0,94	2,29	0,41	5,34	2,63
260	0,94	1,61	0,58	5,72	1,61
250	0,94	2,40	0,39	3,79	2,38
240	0,94	1,50	0,63	7,74	1,68

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
230	0,94	2,22	0,42	4,18	2,23
220	0,94	1,69	0,55	6,40	1,84
210	0,94	1,75	0,54	7,21	2,05
200	0,94	1,65	0,57	6,68	1,80
190	0,94	3,59	0,26	4,87	4,94
180	0,94	3,69	0,25	7,92	6,58
170	0,94	3,19	0,30	9,54	5,78
160	0,94	4,30	0,22	4,05	5,91
150	0,94	4,25	0,22	5,81	6,94
140	0,94	0,58	1,74	16,92	0,54
130	0,94	0,91	1,04	12,14	0,99
120	0,94	0,99	0,95	9,62	1,01
110	0,94	1,73	0,54	5,18	1,71
100	0,94	1,05	0,89	8,18	1,02
90	0,94	1,07	0,88	11,09	1,21
80	0,94	1,96	0,48	8,33	2,61
70	0,94	1,12	0,84	12,27	1,36
60	0,94	1,64	0,57	10,54	2,24
50	0,94	1,54	0,61	8,90	1,88
40	0,94	2,45	0,38	5,37	2,92
30	0,94	3,92	0,24	2,43	3,98
20	0,94	1,28	0,74	7,15	1,27
10	0,94	1,34	0,70	5,06	1,14

Finalmente, los valores máximos de profundidad, velocidad y ancho de flujo se muestran en la Tabla E- 106.

Tabla E- 106: Valores máximos de interés. Q13.

H _{máx} [m]	v _{máx} [m/s]	w _{máx} [m]
0,28	8,09	16,92

E.2.4.25 Q14

La Tabla E- 107 muestra los resultados obtenidos de la modelación hidráulica relacionados con las cotas, profundidad y pendiente de fricción.

Tabla E- 107: Resultados de la modelación hidráulica (I). Q14.

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
490	0,91	1109,04	1109,27	1110,07	0,77	0,23
480	0,91	1101,39	1101,55	1102,02	1,08	0,16
470	0,91	1096,92	1097,07	1097,35	0,26	0,15
460	0,91	1092,08	1092,26	1092,96	0,89	0,18
450	0,91	1087,05	1087,21	1087,55	0,35	0,16
440	0,91	1081,02	1081,20	1082,10	0,93	0,17
430	0,91	1075,83	1075,94	1076,20	0,33	0,11
420	0,91	1070,34	1070,53	1071,24	0,81	0,19
410	0,91	1065,24	1065,42	1065,81	0,38	0,18
400	0,91	1060,85	1061,04	1061,48	0,50	0,19
390	0,91	1055,91	1056,04	1056,35	0,52	0,14
380	0,91	1049,45	1049,71	1050,20	0,64	0,25
370	0,91	1045,60	1045,73	1046,00	0,29	0,13
360	0,91	1041,40	1041,53	1041,92	0,62	0,13
350	0,91	1036,65	1036,85	1037,17	0,37	0,19
340	0,91	1031,36	1031,61	1032,37	0,62	0,25
330	0,91	1027,66	1027,83	1028,14	0,29	0,18
320	0,91	1024,08	1024,21	1024,52	0,47	0,13
310	0,91	1020,42	1020,59	1020,86	0,29	0,17
300	0,91	1017,44	1017,63	1017,95	0,29	0,18
290	0,91	1013,35	1013,59	1014,18	0,51	0,24
280	0,91	1008,97	1009,25	1009,78	0,38	0,28
270	0,91	1003,63	1003,91	1004,79	0,67	0,27
260	0,91	998,57	998,73	999,15	0,46	0,16
250	0,91	994,16	994,29	994,66	0,44	0,12
240	0,91	989,83	989,94	990,27	0,44	0,11

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} ^{nivel} [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
230	0,91	984,98	985,23	985,79	0,46	0,25
220	0,91	981,39	981,57	981,86	0,33	0,18
210	0,91	978,27	978,42	978,63	0,31	0,16
200	0,91	975,39	975,53	975,75	0,27	0,14
190	0,91	971,66	971,80	972,24	0,47	0,14
180	0,91	969,11	969,24	969,42	0,18	0,13
170	0,91	966,05	966,12	966,42	0,60	0,07
160	0,91	962,06	962,16	962,39	0,29	0,10
150	0,91	958,61	958,73	959,04	0,39	0,12
140	0,91	955,69	955,96	956,24	0,21	0,26
130	0,91	953,74	953,91	954,10	0,21	0,17
123	0,91	953,66	953,86	953,88	0,02	0,21
118	0,91	951,96	952,04	953,40	3,98	0,08
112	0,91	949,73	949,83	949,95	0,20	0,10
105	0,91	948,68	948,79	948,88	0,10	0,11
96	0,91	946,33	946,46	946,93	0,57	0,13
89	0,91	943,72	943,94	944,31	0,27	0,23
80	0,91	941,01	941,16	941,44	0,40	0,15
70	0,91	936,90	937,10	937,54	0,38	0,20
60	0,91	932,13	932,33	932,96	0,57	0,21
50	0,91	927,81	927,94	928,47	0,36	0,13
40	0,91	922,64	922,71	923,33	0,79	0,07
30	0,91	915,34	915,60	916,68	0,56	0,26
20	0,91	909,57	909,71	910,75	0,63	0,15
10	0,91	905,04	905,29	905,96	0,36	0,25

La Tabla E- 108 recoge los valores dinámicos obtenidos de la simulación hidráulica.

Tabla E- 108: Resultados de la modelación hidráulica (II). Q14.

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
490	0,91	3,97	0,23	2,03	3,77
480	0,91	3,09	0,30	5,64	4,09
470	0,91	2,33	0,39	3,53	2,23
460	0,91	3,71	0,25	2,78	3,98
450	0,91	2,60	0,35	3,40	2,58
440	0,91	4,23	0,22	2,05	4,17
430	0,91	2,27	0,40	4,57	2,44
420	0,91	3,74	0,24	2,54	3,86
410	0,91	2,75	0,33	3,09	2,69
400	0,91	2,93	0,31	3,24	3,03
390	0,91	2,47	0,37	5,18	2,95
380	0,91	3,11	0,29	3,37	3,36
370	0,91	2,30	0,40	3,96	2,33
360	0,91	2,79	0,33	4,34	3,25
350	0,91	2,52	0,36	3,82	2,62
340	0,91	3,87	0,23	1,87	3,48
330	0,91	2,46	0,37	3,36	2,37
320	0,91	2,48	0,37	4,72	2,84
310	0,91	2,29	0,40	4,06	2,34
300	0,91	2,51	0,36	3,18	2,37
290	0,91	3,40	0,27	2,25	3,14
280	0,91	3,22	0,28	2,05	2,77
270	0,91	4,16	0,22	1,61	3,60
260	0,91	2,88	0,32	3,21	2,93
250	0,91	2,69	0,34	3,67	2,82
240	0,91	2,55	0,36	4,18	2,79
230	0,91	3,31	0,27	2,20	2,99
220	0,91	2,40	0,38	3,94	2,47
210	0,91	2,03	0,45	5,75	2,33
200	0,91	2,10	0,43	4,72	2,21

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
190	0,91	2,94	0,31	3,11	2,98
180	0,91	1,85	0,49	4,78	1,84
170	0,91	2,41	0,38	6,14	3,09
160	0,91	2,14	0,42	4,73	2,28
150	0,91	2,47	0,37	4,21	2,66
140	0,91	2,36	0,38	2,87	2,06
130	0,91	1,94	0,47	5,16	2,00
123	0,91	0,44	1,54	16,31	0,55
118	0,91	5,16	0,18	3,78	7,63
112	0,91	1,53	0,60	9,41	1,85
105	0,91	1,30	0,71	8,17	1,38
96	0,91	3,03	0,30	3,34	3,23
89	0,91	2,66	0,34	2,58	2,33
80	0,91	2,32	0,39	4,97	2,64
70	0,91	2,93	0,31	2,61	2,72
60	0,91	3,51	0,26	2,23	3,29
50	0,91	3,23	0,28	2,78	3,25
40	0,91	3,47	0,26	4,24	4,45
30	0,91	4,59	0,20	1,52	4,06
20	0,91	4,52	0,20	1,79	4,31
10	0,91	3,62	0,25	2,07	3,32

Finalmente, los valores máximos de profundidad, velocidad y ancho de flujo se muestran en la Tabla E- 109.

Tabla E- 109: Valores máximos de interés. Q14.

H _{máx} [m]	V _{máx} [m/s]	w _{máx} [m]
0,28	5,16	16,31

E.2.4.26 Q15

La Tabla E- 110 muestra los resultados obtenidos de la modelación hidráulica relacionados con las cotas, profundidad y pendiente de fricción.

Tabla E- 110: Resultados de la modelación hidráulica (I). Q15.

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} ^{nivel} [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
113	1,40	987,62	988,19	988,20	0,01	0,57
108	1,40	986,05	986,60	986,61	0,01	0,55
103	1,40	984,66	985,08	985,09	0,01	0,42
98	1,40	982,79	983,18	983,19	0,01	0,39
93	1,40	980,63	981,09	981,10	0,01	0,46
88	1,40	979,00	979,56	979,57	0,01	0,56
83	1,40	977,56	978,17	978,18	0,01	0,61
78	1,40	976,13	976,52	976,54	0,01	0,39
73	1,40	974,19	974,62	974,63	0,01	0,43
68	1,40	972,49	972,91	972,92	0,01	0,42
63	1,40	970,24	970,76	970,77	0,02	0,52
58	1,40	968,71	969,27	969,27	0,00	0,56
53	1,40	967,43	967,82	967,83	0,02	0,38
48	1,40	965,77	966,20	966,20	0,01	0,43
43	1,40	964,10	964,40	964,42	0,02	0,30
38	1,40	962,43	962,89	962,90	0,00	0,46
33	1,40	960,89	961,19	961,21	0,03	0,30
28	1,40	959,48	959,93	959,93	0,00	0,45
23	1,40	958,21	958,32	958,35	0,09	0,11
18	1,40	956,21	956,60	956,60	0,00	0,39
13	1,40	954,44	954,68	954,75	0,15	0,24
8	1,40	952,80	952,85	952,98	1,38	0,05
3	1,40	950,80	950,93	950,99	0,21	0,13

La Tabla E- 111 recoge los valores dinámicos obtenidos de la simulación hidráulica.

Tabla E- 111: Resultados de la modelación hidráulica (II). Q15.

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
113	1,40	0,50	2,81	6,99	0,25

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
108	1,40	0,50	2,83	6,97	0,25
103	1,40	0,45	3,16	9,29	0,24
98	1,40	0,54	2,60	8,17	0,31
93	1,40	0,50	2,90	8,37	0,26
88	1,40	0,47	3,17	8,96	0,23
83	1,40	0,47	3,05	8,90	0,24
78	1,40	0,46	3,04	10,75	0,27
73	1,40	0,47	2,96	9,61	0,27
68	1,40	0,45	3,20	9,97	0,24
63	1,40	0,57	2,46	8,82	0,34
58	1,40	0,38	3,84	10,34	0,19
53	1,40	0,52	2,72	11,04	0,32
48	1,40	0,39	3,78	12,45	0,20
43	1,40	0,59	2,40	9,74	0,36
38	1,40	0,35	4,37	15,69	0,18
33	1,40	0,66	2,38	12,71	0,43
28	1,40	0,28	5,37	16,54	0,15
23	1,40	0,69	2,03	19,12	0,67
18	1,40	0,26	5,88	27,88	0,15
13	1,40	1,20	1,29	9,79	0,93
8	1,40	1,63	0,89	18,14	2,29
3	1,40	1,08	1,31	11,53	1,01

Finalmente, los valores máximos de profundidad, velocidad y ancho de flujo se muestran en la Tabla E- 112.

Tabla E- 112: Valores máximos de interés. Q15.

H _{máx} [m]	V _{máx} [m/s]	W _{máx} [m]
0,61	1,63	27,88

E.2.4.27 Q16

La Tabla E- 113 muestra los resultados obtenidos de la modelación hidráulica relacionados con las cotas, profundidad y pendiente de fricción.

Tabla E- 113: Resultados de la modelación hidráulica (I). Q16.

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} ^{nivel} [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
310	1,85	1098,60	1098,82	1099,11	0,22	0,22
300	1,85	1096,40	1096,65	1096,95	0,21	0,25
290	1,85	1094,29	1094,44	1094,69	0,23	0,15
280	1,85	1092,01	1092,19	1092,46	0,22	0,18
270	1,85	1089,87	1090,14	1090,42	0,19	0,27
260	1,85	1088,00	1088,20	1088,46	0,20	0,20
250	1,85	1085,91	1086,16	1086,49	0,20	0,25
240	1,85	1084,28	1084,50	1084,72	0,15	0,22
230	1,85	1082,33	1082,54	1082,86	0,23	0,22
220	1,85	1080,46	1080,70	1080,96	0,16	0,25
210	1,85	1078,43	1078,68	1079,04	0,23	0,25
200	1,85	1076,48	1076,72	1076,99	0,18	0,24
190	1,85	1072,69	1072,82	1073,52	0,94	0,13
180	1,85	1070,16	1070,36	1070,54	0,13	0,20
170	1,85	1067,07	1067,17	1067,68	0,94	0,10
160	1,85	1063,93	1064,15	1064,42	0,16	0,22
150	1,85	1060,82	1061,04	1061,68	0,55	0,22
140	1,85	1057,22	1057,47	1057,89	0,27	0,26
130	1,85	1052,71	1052,90	1053,79	0,68	0,19
120	1,85	1049,13	1049,37	1049,81	0,25	0,24
110	1,85	1046,10	1046,28	1046,74	0,39	0,18
100	1,85	1041,95	1042,18	1042,69	0,41	0,23
90	1,85	1037,81	1038,07	1038,62	0,40	0,25
80	1,85	1033,51	1033,81	1034,51	0,42	0,30
70	1,85	1029,52	1029,71	1030,17	0,43	0,19
110	1,85	1029,33	1029,58	1030,02	0,23	0,25
100	1,85	1027,01	1027,33	1027,82	0,21	0,32

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} ^{nivel} [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
90	1,85	1024,50	1024,79	1025,39	0,28	0,29
80	1,85	1021,83	1022,19	1022,77	0,24	0,36
70	1,85	1019,53	1019,87	1020,35	0,23	0,34
60	1,85	1013,58	1013,71	1015,21	1,75	0,13
50	1,85	1004,77	1005,11	1006,20	0,54	0,34
40	1,85	1002,42	1002,79	1003,27	0,17	0,37
30	1,85	999,01	999,40	1000,55	0,48	0,39
20	1,85	996,69	997,11	997,53	0,18	0,42
10	1,85	983,75	983,98	991,70	4,65	0,23
2	1,85	977,51	977,84	979,73	0,61	0,33

La Tabla E- 114 recoge los valores dinámicos obtenidos de la simulación hidráulica.

Tabla E- 114: Resultados de la modelación hidráulica (II). Q16.

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
310	1,85	2,38	0,78	6,07	2,12
300	1,85	2,45	0,75	5,43	2,10
290	1,85	2,24	0,85	8,56	2,13
280	1,85	2,30	0,82	7,19	2,09
270	1,85	2,35	0,79	5,71	2,02
260	1,85	2,25	0,82	6,40	2,00
250	1,85	2,53	0,73	4,75	2,06
240	1,85	2,11	0,88	6,24	1,80
230	1,85	2,50	0,74	5,52	2,18
220	1,85	2,23	0,83	5,58	1,84
210	1,85	2,64	0,70	4,87	2,23
200	1,85	2,31	0,80	5,53	1,94
190	1,85	3,70	0,50	5,98	4,08
180	1,85	1,88	0,98	7,55	1,66
170	1,85	3,18	0,59	9,55	3,94

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
160	1,85	2,27	0,82	5,37	1,86
150	1,85	3,52	0,53	4,53	3,31
140	1,85	2,86	0,65	4,40	2,39
130	1,85	4,20	0,44	3,40	3,72
120	1,85	2,96	0,63	3,80	2,33
110	1,85	2,98	0,62	5,36	2,79
100	1,85	3,15	0,59	4,84	2,88
90	1,85	3,30	0,56	4,16	2,87
80	1,85	3,69	0,50	3,23	3,00
70	1,85	3,00	0,62	5,61	2,90
110	1,85	2,95	0,63	3,64	2,27
100	1,85	3,09	0,60	2,96	2,19
90	1,85	3,44	0,54	2,82	2,51
80	1,85	3,36	0,55	2,66	2,36
70	1,85	3,06	0,60	3,34	2,29
60	1,85	5,42	0,34	3,65	5,67
50	1,85	4,63	0,40	2,13	3,41
40	1,85	3,08	0,60	2,43	1,97
30	1,85	4,75	0,39	1,73	3,20
20	1,85	2,87	0,65	3,16	2,02
10	1,85	12,31	0,15	1,29	11,51
2	1,85	6,10	0,30	1,55	4,41

Finalmente, los valores máximos de profundidad, velocidad y ancho de flujo se muestran en la Tabla E- 115.

Tabla E- 115: Valores máximos de interés. Q16.

H _{máx} [m]	V _{máx} [m/s]	W _{máx} [m]
0,42	12,31	9,55

E.2.4.28 Q17

La Tabla E- 116 muestra los resultados obtenidos de la modelación hidráulica relacionados con las cotas, profundidad y pendiente de fricción.

Tabla E- 116: Resultados de la modelación hidráulica (I). Q17.

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
230	0,39	1041,21	1041,42	1041,46	0,12	0,21
220	0,39	1039,68	1039,84	1039,89	0,20	0,19
210	0,39	1037,28	1037,56	1037,64	0,25	0,28
200	0,39	1032,48	1032,59	1032,74	1,28	0,11
190	0,39	1030,48	1030,67	1030,71	0,16	0,19
180	0,39	1028,66	1028,81	1028,86	0,21	0,15
170	0,39	1025,12	1025,20	1025,32	0,83	0,13
160	0,39	1019,68	1019,76	1019,89	0,53	0,13
150	0,39	1015,52	1015,65	1015,72	0,32	0,13
140	0,39	1011,14	1011,31	1011,46	0,58	0,18
130	0,39	1008,62	1008,74	1008,79	0,21	0,13
120	0,39	1005,72	1005,88	1005,97	0,37	0,18
110	0,39	1002,79	1002,98	1003,06	0,26	0,18
100	0,39	999,75	999,88	999,96	0,42	0,14
90	0,39	998,00	998,05	998,07	0,27	0,05
80	0,39	992,33	992,47	992,75	1,16	0,13
70	0,39	989,13	989,30	989,35	0,21	0,16
60	0,39	986,97	987,12	987,16	0,20	0,15
50	0,39	984,96	985,10	985,14	0,20	0,14
40	0,39	982,85	982,93	982,97	0,23	0,08
30	0,39	980,45	980,55	980,59	0,25	0,09
20	0,39	976,79	976,97	977,34	0,44	0,18
10	0,39	973,37	973,47	973,67	0,34	0,10
3	0,39	971,00	971,13	971,36	0,34	0,12

La

Tabla E- 117 recoge los valores dinámicos obtenidos de la simulación hidráulica.

Tabla E- 117: Resultados de la modelación hidráulica (II). Q17.

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
230	0,39	0,91	0,45	3,62	0,77
220	0,39	0,88	0,41	4,25	0,96
210	0,39	1,27	0,31	2,20	1,09
200	0,39	1,82	0,23	4,17	2,29
190	0,39	0,87	0,45	4,50	0,88
180	0,39	0,99	0,39	3,89	1,00
170	0,39	1,03	0,26	4,03	1,68
160	0,39	0,91	0,26	2,99	1,38
150	0,39	1,21	0,33	3,58	1,22
140	0,39	1,76	0,24	2,34	1,67
130	0,39	0,95	0,41	4,35	0,99
120	0,39	1,30	0,29	2,68	1,32
110	0,39	1,31	0,32	2,67	1,15
100	0,39	1,42	0,33	4,51	1,41
90	0,39	0,69	0,57	11,59	0,99
80	0,39	2,37	0,16	1,54	2,31
70	0,39	0,97	0,40	4,10	0,99
60	0,39	0,95	0,41	4,22	0,97
50	0,39	0,90	0,44	5,35	0,96
40	0,39	0,85	0,47	6,77	1,00
30	0,39	0,93	0,44	5,72	1,04
20	0,39	2,72	0,14	1,50	2,81
10	0,39	2,06	0,20	3,16	2,42
3	0,39	2,30	0,20	3,17	2,48

Finalmente, los valores máximos de profundidad, velocidad y ancho de flujo se muestran en la Tabla E- 118.

Tabla E- 118: Valores máximos de interés. Q17.

H _{máx} [m]	V _{máx} [m/s]	W _{máx} [m]
0,28	2,72	11,59

E.2.4.29 Q18

La Tabla E- 119 muestra los resultados obtenidos de la modelación hidráulica relacionados con las cotas, profundidad y pendiente de fricción.

Tabla E- 119: Resultados de la modelación hidráulica (I). Q18.

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
270	0,27	1059,05	1059,15	1059,45	0,50	0,10
260	0,27	1054,04	1054,13	1054,34	0,52	0,10
250	0,27	1049,13	1049,20	1049,45	0,63	0,07
240	0,27	1043,13	1043,25	1043,53	0,56	0,12
230	0,27	1037,59	1037,74	1037,85	0,56	0,15
220	0,27	1032,36	1032,55	1032,64	0,48	0,19
210	0,27	1029,32	1029,43	1029,45	0,10	0,11
200	0,27	1027,86	1027,99	1028,03	0,23	0,13
190	0,27	1023,36	1023,51	1023,64	1,13	0,14
180	0,27	1018,61	1018,89	1018,97	0,25	0,28
170	0,27	1013,89	1013,99	1014,08	1,33	0,10
160	0,27	1008,80	1008,94	1009,00	0,27	0,14
150	0,27	1004,66	1004,80	1004,90	0,70	0,14
140	0,27	998,50	998,67	998,78	0,54	0,17
130	0,27	994,78	994,93	995,00	0,28	0,15
120	0,27	990,80	990,87	990,95	0,64	0,07
110	0,27	988,27	988,42	988,46	0,23	0,15
100	0,27	986,13	986,29	986,32	0,20	0,16
90	0,27	983,91	983,97	983,99	0,26	0,05
80	0,27	981,40	981,62	981,67	0,22	0,22
70	0,27	977,94	978,01	978,15	0,46	0,07

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} ^{nivel} [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
60	0,27	976,84	976,97	977,01	0,06	0,13
50	0,27	975,28	975,36	975,56	0,65	0,08
40	0,27	971,94	972,07	972,18	0,20	0,13
30	0,27	966,79	966,96	968,08	1,11	0,17
20	0,27	960,03	960,23	960,91	0,54	0,20
10	0,27	951,43	951,59	952,83	1,30	0,16

La Tabla E- 120 recoge los valores dinámicos obtenidos de la simulación hidráulica.

Tabla E- 120: Resultados de la modelación hidráulica (II). Q18.

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
270	0,27	2,42	0,11	1,55	2,87
260	0,27	2,00	0,13	2,59	2,80
250	0,27	2,22	0,12	2,29	3,08
240	0,27	2,33	0,12	1,87	2,99
230	0,27	1,47	0,18	2,08	1,58
220	0,27	1,34	0,20	2,31	1,45
210	0,27	0,58	0,46	5,69	0,65
200	0,27	0,89	0,30	3,76	1,01
190	0,27	1,63	0,17	2,73	2,12
180	0,27	1,29	0,21	1,49	1,11
170	0,27	1,34	0,20	5,22	2,14
160	0,27	1,04	0,26	2,83	1,10
150	0,27	1,41	0,19	2,71	1,69
140	0,27	1,46	0,18	2,04	1,56
130	0,27	1,17	0,23	2,18	1,14
120	0,27	1,19	0,23	3,98	1,59
110	0,27	0,89	0,30	3,80	1,00
100	0,27	0,83	0,33	4,12	0,94
90	0,27	0,70	0,41	9,06	0,99

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
80	0,27	1,01	0,27	2,65	1,02
70	0,27	1,66	0,16	3,83	2,57
60	0,27	0,83	0,32	4,70	1,01
50	0,27	1,94	0,14	3,34	3,02
40	0,27	1,50	0,18	3,72	2,17
30	0,27	4,70	0,06	0,68	5,15
20	0,27	3,66	0,07	0,73	3,66
10	0,27	4,94	0,05	0,68	5,58

Finalmente, los valores máximos de profundidad, velocidad y ancho de flujo se muestran en la Tabla E- 121.

Tabla E- 121: Valores máximos de interés. Q18.

H _{máx} [m]	V _{máx} [m/s]	W _{máx} [m]
0,28	4,94	9,06

E.2.4.30 Q19

La Tabla E- 122 muestra los resultados obtenidos de la modelación hidráulica relacionados con las cotas, profundidad y pendiente de fricción.

Tabla E- 122: Resultados de la modelación hidráulica (I). Q19.

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{nivel} agua [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
390	0,82	943,64	943,75	943,91	0,21	0,11
380	0,82	941,55	941,77	941,97	0,17	0,22
370	0,82	939,20	939,31	940,09	0,19	0,11
360	0,82	937,65	937,72	938,71	0,10	0,07
350	0,82	936,22	936,29	937,20	0,23	0,07
340	0,82	934,24	934,38	934,61	0,24	0,14
330	0,82	932,39	932,53	932,67	0,15	0,14
320	0,82	930,89	931,01	931,16	0,15	0,12
310	0,82	927,16	927,35	928,20	0,78	0,19
300	0,82	925,68	925,77	926,04	0,09	0,09

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
290	0,82	925,17	925,23	925,51	0,03	0,07
280	0,82	924,65	924,72	925,14	0,04	0,07
270	0,82	924,09	924,21	924,34	0,19	0,12
260	0,82	920,29	920,42	921,01	0,77	0,13
250	0,82	919,18	919,35	919,42	0,06	0,17
240	0,82	918,42	918,49	918,88	0,04	0,07
230	0,82	916,28	916,34	917,90	0,24	0,07
220	0,82	914,30	914,44	914,73	0,34	0,14
210	0,82	912,06	912,28	912,47	0,16	0,22
200	0,82	910,46	910,63	910,80	0,18	0,17
190	0,82	909,16	909,32	909,46	0,11	0,16
180	0,82	907,94	908,03	908,63	0,06	0,09
170	0,82	907,52	907,59	908,08	0,05	0,07
160	0,82	906,97	907,06	907,60	0,05	0,08
150	0,82	906,36	906,47	906,61	0,20	0,10
140	0,82	905,41	905,61	905,68	0,05	0,20
130	0,82	904,14	904,28	904,54	0,36	0,13
120	0,82	901,79	901,93	902,08	0,17	0,14
110	0,82	900,40	900,50	900,57	0,13	0,10
100	0,82	896,50	896,71	897,80	1,02	0,20
90	0,82	891,64	891,53	891,75	0,25	0,16
80	0,82	889,22	889,41	889,67	0,19	0,19
70	0,82	886,94	887,10	887,40	0,28	0,17
60	0,82	884,83	885,09	885,30	0,16	0,26
50	0,82	881,97	882,10	882,64	0,52	0,13
40	0,82	879,83	880,17	880,38	0,12	0,33
30	0,82	876,98	877,08	878,62	0,23	0,10
20	0,82	873,20	873,30	876,83	0,32	0,10
10	0,82	870,90	870,93	874,86	1,64	0,03

La Tabla E- 123 recoge los valores dinámicos obtenidos de la simulación hidráulica.

Tabla E- 123: Resultados de la modelación hidráulica (II). Q19.

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
390	0,82	1,96	0,47	6,23	1,99
380	0,82	2,06	0,41	3,52	1,87
370	0,82	4,05	0,24	4,35	5,31
360	0,82	4,51	0,19	4,37	6,27
350	0,82	4,24	0,20	3,93	5,82
340	0,82	2,15	0,40	4,69	2,15
330	0,82	1,73	0,53	6,33	1,71
320	0,82	1,78	0,51	6,09	1,71
310	0,82	4,29	0,21	2,18	3,90
300	0,82	1,93	0,41	7,67	2,28
290	0,82	2,43	0,35	8,17	3,55
280	0,82	3,09	0,30	6,65	3,92
270	0,82	1,71	0,53	8,14	1,84
260	0,82	3,41	0,24	2,79	3,71
250	0,82	1,25	0,75	7,89	1,09
240	0,82	3,11	0,33	9,11	4,09
230	0,82	4,43	0,15	4,42	8,61
220	0,82	2,41	0,35	4,31	2,51
210	0,82	1,98	0,43	3,88	1,81
200	0,82	1,92	0,45	4,46	1,86
190	0,82	1,74	0,51	4,92	1,52
180	0,82	3,66	0,25	5,26	4,80
170	0,82	3,31	0,28	6,47	4,33
160	0,82	3,42	0,26	5,64	4,40
150	0,82	1,83	0,54	9,00	1,91
140	0,82	1,23	0,72	6,47	1,06
130	0,82	2,34	0,37	5,10	2,56
120	0,82	1,81	0,49	5,83	1,82

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
110	0,82	1,03	0,71	11,35	1,43
100	0,82	4,78	0,18	1,78	4,43
90	0,82		0,39	4,20	0,00
80	0,82	2,26	0,36	2,65	1,95
70	0,82	2,46	0,35	3,74	2,35
60	0,82	2,02	0,41	3,13	1,79
50	0,82	3,28	0,25	2,24	3,12
40	0,82	2,03	0,40	2,42	1,59
30	0,82	5,57	0,15	2,78	7,29
20	0,82	8,69	0,10	1,94	11,32
10	0,82	8,84	0,09	5,18	20,93

Finalmente, los valores máximos de profundidad, velocidad y ancho de flujo se muestran en la Tabla E- 124.

Tabla E- 124: Valores máximos de interés. Q19.

H _{máx} [m]	V _{máx} [m/s]	W _{máx} [m]
0,33	8,84	11,35

E.2.4.31 Q21

La Tabla E- 125 muestra los resultados obtenidos de la modelación hidráulica relacionados con las cotas, profundidad y pendiente de fricción.

Tabla E- 125: Resultados de la modelación hidráulica (I). Q21.

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
980	0,65	1040,53	1040,76	1040,91	0,11	0,23
970	0,65	1038,54	1038,73	1039,11	0,34	0,18
960	0,65	1035,89	1036,09	1036,34	0,22	0,20
950	0,65	1031,02	1031,17	1031,94	1,18	0,15
940	0,65	1028,48	1028,71	1028,89	0,13	0,23
930	0,65	1025,78	1025,91	1026,43	0,64	0,13
920	0,65	1021,26	1021,49	1021,87	0,34	0,22

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} ^{nivel} [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
910	0,65	1019,89	1020,11	1020,13	0,01	0,22
900	0,65	1019,70	1019,86	1019,91	0,06	0,17
890	0,65	1016,93	1017,07	1018,22	1,60	0,14
880	0,65	1015,30	1015,63	1015,77	0,08	0,33
870	0,65	1012,71	1012,84	1013,74	1,00	0,13
850	0,65	1012,76	1012,97	1013,03	0,05	0,20
840	0,65	1010,55	1010,68	1011,51	1,54	0,13
830	0,65	1009,76	1009,95	1010,00	0,06	0,18
820	0,65	1008,55	1008,64	1008,83	0,37	0,09
810	0,65	1007,29	1007,47	1007,53	0,06	0,18
800	0,65	1005,93	1006,04	1006,26	0,36	0,11
790	0,65	1004,83	1004,99	1005,05	0,06	0,16
780	0,65	1003,59	1003,68	1003,85	0,39	0,08
770	0,65	1002,49	1002,63	1002,73	0,12	0,14
760	0,65	1001,19	1001,33	1001,45	0,13	0,14
750	0,65	999,78	999,94	1000,05	0,15	0,15
740	0,65	999,04	999,21	999,26	0,05	0,17
730	0,65	997,88	998,00	998,15	0,33	0,12
720	0,65	996,90	997,03	997,08	0,05	0,13
710	0,65	995,76	995,87	996,03	0,28	0,11
700	0,65	994,75	994,88	994,93	0,06	0,13
690	0,65	993,60	993,73	993,89	0,25	0,13
680	0,65	992,55	992,67	992,72	0,06	0,12
670	0,65	991,35	991,48	991,63	0,22	0,13
660	0,65	990,03	990,20	990,26	0,09	0,17
650	0,65	988,69	988,78	988,89	0,22	0,09
640	0,65	987,50	987,65	987,70	0,07	0,15
630	0,65	986,30	986,43	986,56	0,20	0,13
620	0,65	985,23	985,38	985,43	0,07	0,14

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
610	0,65	983,97	984,07	984,19	0,27	0,10
600	0,65	982,79	982,96	983,03	0,06	0,17
590	0,65	981,60	981,73	981,89	0,25	0,12
580	0,65	980,35	980,50	980,57	0,08	0,15
570	0,65	979,00	979,16	979,33	0,22	0,16
560	0,65	977,53	977,72	977,84	0,11	0,20
550	0,65	975,96	976,06	976,25	0,25	0,11
540	0,65	975,01	975,21	975,28	0,06	0,20
530	0,65	973,53	973,65	973,96	0,51	0,11
520	0,65	972,04	972,23	972,32	0,08	0,19
510	0,65	970,77	970,94	971,15	0,20	0,17
500	0,65	969,50	969,70	969,81	0,09	0,19
490	0,65	967,86	968,03	968,31	0,27	0,17
480	0,65	966,13	966,47	966,67	0,11	0,34
470	0,65	965,15	965,34	965,50	0,13	0,19
460	0,65	963,56	963,72	963,92	0,20	0,16
450	0,65	961,88	962,06	962,24	0,14	0,18
440	0,65	960,60	960,83	961,00	0,11	0,24
430	0,65	959,42	959,59	959,75	0,14	0,18
420	0,65	957,87	958,02	958,16	0,18	0,15
410	0,65	957,29	957,51	957,57	0,05	0,22
400	0,65	955,94	956,05	956,38	0,53	0,11
390	0,65	954,10	954,35	954,48	0,09	0,25
380	0,65	951,76	951,88	952,31	0,92	0,12
370	0,65	949,81	950,06	950,15	0,09	0,25
360	0,65	947,64	947,75	948,19	0,70	0,12
350	0,65	945,97	946,23	946,35	0,08	0,26
340	0,65	943,98	944,11	944,63	0,59	0,13
330	0,65	941,87	941,99	942,11	0,13	0,12

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
320	0,65	940,20	940,42	940,62	0,17	0,22
310	0,65	937,74	937,88	938,19	0,37	0,13
300	0,65	935,03	935,22	935,46	0,21	0,19
290	0,65	931,92	932,08	932,49	0,45	0,16
280	0,65	926,93	927,05	927,30	0,59	0,11
270	0,65	919,58	919,73	920,42	0,80	0,15
260	0,65	915,98	916,14	916,30	0,23	0,16
250	0,65	911,46	911,59	911,96	1,04	0,13
240	0,65	908,47	908,62	908,68	0,13	0,14
230	0,65	904,68	904,83	905,67	1,23	0,15
220	0,65	900,34	900,50	900,73	0,25	0,15
210	0,65	897,46	897,50	899,10	0,48	0,05
200	0,65	895,70	895,77	896,44	0,09	0,07
190	0,65	894,53	894,59	895,16	0,10	0,06
180	0,65	893,37	893,42	894,07	0,12	0,05
170	0,65	892,12	892,20	892,93	0,11	0,09
160	0,65	890,98	891,06	891,92	0,09	0,08
150	0,65	889,82	889,89	890,82	0,14	0,07
140	0,65	889,39	889,47	889,93	0,05	0,09
130	0,65	888,63	888,71	889,34	0,07	0,07
120	0,65	887,82	887,91	888,62	0,07	0,08
110	0,65	887,23	887,34	888,02	0,05	0,11
100	0,65	885,91	885,96	887,08	0,22	0,05
90	0,65	885,80	885,89	886,22	0,03	0,10
80	0,65	885,67	885,81	886,01	0,01	0,13
70	0,65	885,15	885,23	885,75	0,05	0,08
60	0,65	884,29	884,34	884,92	0,14	0,05
50	0,65	883,94	884,01	884,24	0,03	0,07
40	0,65	883,88	883,98	884,06	0,01	0,10

Perfil	Q [m³/s]	Cota _{fondo} [m]	Cota _{agua} nivel [m]	Línea energía [m]	Grad. Energía [m/m]	H [m]
30	0,65	883,82	883,93	883,99	0,01	0,11
20	0,65	883,71	883,79	883,90	0,01	0,09
10	0,65	883,51	883,57	883,73	0,03	0,06

La Tabla E- 126 recoge los valores dinámicos obtenidos de la simulación hidráulica.

Tabla E- 126: Resultados de la modelación hidráulica (II). Q21.

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
980	0,65	1,71	0,38	2,86	1,49
970	0,65	2,72	0,24	2,07	2,56
960	0,65	2,18	0,30	2,66	2,08
950	0,65	3,90	0,17	2,17	4,48
940	0,65	1,86	0,35	2,58	1,61
930	0,65	3,20	0,20	2,23	3,38
920	0,65	2,74	0,24	2,03	2,55
910	0,65	0,65	1,01	6,03	0,51
900	0,65	0,96	0,68	7,41	1,01
890	0,65	4,75	0,14	1,65	5,27
880	0,65	1,64	0,40	2,31	1,27
870	0,65	4,22	0,15	1,53	4,23
850	0,65	1,13	0,58	4,53	1,01
840	0,65	4,03	0,16	2,45	5,02
830	0,65	1,01	0,64	6,51	1,02
820	0,65	1,94	0,34	5,24	2,44
810	0,65	1,11	0,59	5,67	1,10
800	0,65	2,09	0,31	4,24	2,47
790	0,65	1,10	0,59	5,28	1,05
780	0,65	1,84	0,35	6,25	2,47
770	0,65	1,40	0,46	5,21	1,50
760	0,65	1,51	0,43	4,57	1,57

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
750	0,65	1,51	0,43	4,89	1,63
740	0,65	1,02	0,64	6,18	1,01
730	0,65	1,73	0,38	6,49	2,29
720	0,65	0,97	0,67	7,01	1,00
710	0,65	1,75	0,37	5,51	2,15
700	0,65	0,96	0,67	7,32	1,01
690	0,65	1,76	0,37	5,02	2,06
680	0,65	1,00	0,65	7,39	1,08
670	0,65	1,71	0,38	4,79	1,94
660	0,65	1,07	0,61	8,19	1,25
650	0,65	1,41	0,46	8,01	1,88
640	0,65	1,01	0,64	7,82	1,13
630	0,65	1,63	0,40	5,16	1,86
620	0,65	1,00	0,65	7,86	1,12
610	0,65	1,54	0,42	7,33	2,05
600	0,65	1,15	0,57	5,22	1,11
590	0,65	1,81	0,36	4,62	2,07
580	0,65	1,16	0,56	5,98	1,21
570	0,65	1,85	0,35	3,94	1,97
560	0,65	1,51	0,43	3,85	1,45
550	0,65	1,93	0,34	3,99	2,13
540	0,65	1,19	0,55	4,43	1,08
530	0,65	2,50	0,26	3,55	2,95
520	0,65	1,34	0,48	3,96	1,23
510	0,65	2,04	0,32	2,92	1,98
500	0,65	1,47	0,44	3,66	1,35
490	0,65	2,38	0,27	2,50	2,29
480	0,65	1,96	0,33	1,88	1,49
470	0,65	1,75	0,37	2,99	1,58
460	0,65	1,98	0,33	3,15	1,96

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
450	0,65	1,83	0,36	2,90	1,67
440	0,65	1,81	0,36	2,45	1,51
430	0,65	1,73	0,38	3,42	1,66
420	0,65	1,71	0,38	4,11	1,79
410	0,65	1,10	0,59	4,76	1,00
400	0,65	2,52	0,26	3,55	2,99
390	0,65	1,57	0,41	3,10	1,38
380	0,65	2,91	0,22	3,76	3,81
370	0,65	1,34	0,48	4,46	1,30
360	0,65	2,94	0,22	3,00	3,45
350	0,65	1,54	0,42	2,88	1,28
340	0,65	3,19	0,20	2,14	3,29
330	0,65	1,49	0,44	4,64	1,54
320	0,65	1,99	0,33	2,71	1,83
310	0,65	2,48	0,26	2,81	2,60
300	0,65	2,19	0,30	2,48	2,02
290	0,65	2,85	0,23	2,31	2,89
280	0,65	2,25	0,29	5,12	3,03
270	0,65	3,69	0,18	1,85	3,82
260	0,65	1,78	0,37	4,63	2,01
250	0,65	2,71	0,24	4,95	3,92
240	0,65	1,15	0,57	8,83	1,45
230	0,65	4,05	0,16	2,03	4,60
220	0,65	2,16	0,30	2,99	2,17
210	0,65	5,60	0,12	5,02	11,78
200	0,65	3,62	0,18	4,44	5,76
190	0,65	3,34	0,19	5,69	5,77
180	0,65	3,56	0,18	5,45	6,21
170	0,65	3,77	0,17	4,46	6,13
160	0,65	4,12	0,16	3,10	5,84

Perfil	Q [m³/s]	Veloc. [m/s]	Área Flujo [m²]	Ancho [m]	Froude
150	0,65	4,28	0,15	3,83	6,85
140	0,65	3,00	0,22	4,25	4,25
130	0,65	3,52	0,18	3,81	5,10
120	0,65	3,74	0,17	3,37	5,25
110	0,65	3,66	0,18	2,63	4,49
100	0,65	4,69	0,14	4,32	8,36
90	0,65	2,55	0,26	4,41	3,38
80	0,65	1,99	0,33	4,24	2,29
70	0,65	3,20	0,20	3,93	4,50
60	0,65	3,38	0,19	7,18	6,60
50	0,65	2,15	0,30	7,16	3,33
40	0,65	1,21	0,54	10,20	1,68
30	0,65	1,13	0,58	10,37	1,53
20	0,65	1,47	0,44	9,13	2,13
10	0,65	1,75	0,37	10,64	2,96

Finalmente, los valores máximos de profundidad, velocidad y ancho de flujo se muestran en la Tabla E- 127.

Tabla E- 127: Valores máximos de interés. Q21.

H _{máx} [m]	V _{máx} [m/s]	W _{máx} [m]
0,34	5,6	10,64

E.3 Conclusiones

Mediante el estudio de los parámetros morfométricos de cada cuenca, se calcularon los caudales instantáneos según el período de retorno. De los distintos métodos utilizados, se seleccionaron los caudales entregados por el método racional para 100 años de período de retorno y 1 hora de duración de lluvia. Estos resultados se muestran en la Tabla E- 128.

Tabla E- 128: Caudales de diseño (Método Racional).

Quebrada	Q _i [m³/s]	Quebrada	Q _i [m³/s]
Afluente Oscura I	0,17	Q2	0,77
Afluente Oscura II	0,23	Q3	0,31
Afluente Oscura III	0,26	Q7	0,80
Chorro de la Vieja	0,62	Q9	0,32
Del Ñinhue	3,91	Q10	0,55
El Parrón	6,79	Q11	0,66
Huallalolén	5,84	Q12	0,97
La Carbonera I	3,42	Q13	0,94
La Laguna	1,15	Q14	0,91
Las Lechuzas	4,24	Q15	1,40
Las Ñipas	1,30	Q16	1,85
Las Varas	6,52	Q17	0,39
Los Clarines	1,10	Q18	0,27
Los Pitufos	0,79	Q19	0,82
Los Quillayes	4,90	Q21	0,65
Oscura	7,08		

La modelación hidráulica de cada cuenca con los caudales antes mencionados se realizó con el software HEC-RAS obteniendo los resultados resumidos en la Tabla E- 129.

Tabla E- 129: Resumen de los resultados de la modelación hidráulica.

Quebrada	S _m [%]	H _{max} [m]	V _{max} [m/s]	W _{max} [m]
Afluente Oscura I	38,76	0,18	4,16	8,86
Afluente Oscura II	39,85	0,21	3,71	5,89
Afluente Oscura III	39,38	0,33	3,26	6,37
Chorro de la Vieja	33,90	0,26	8,33	19,11
Del Ñinhue	56,58	0,51	7,74	14,19

Quebrada	S _m [%]	H _{max} [m]	V _{max} [m/s]	W _{max} [m]
El Parrón	57,01	0,75	7,48	19,79
Huallalolén	65,11	0,62	10,16	22,79
La Carbonera I	38,18	0,87	7,28	13,61
La Laguna	22,68	0,42	9,68	18,9
Las Lechuzas	26,67	0,67	8,07	24,38
Las Ñipas	23,98	0,66	7,08	18,25
Las Varas	44,41	0,69	6,78	28,85
Los Clarines	29,02	0,41	9,34	15,93
Los Pitufos	22,74	0,46	8,18	27,02
Los Quillayes	41,39	1,07	6,63	26,48
Oscura	28,05	1,09	6,12	18,76
Q2	26,89	0,47	2,71	18,88
Q3	29,24	0,36	4,62	25,98
Q7	38,91	0,37	4,25	21,71
Q9	47,02	0,33	5,68	9,98
Q10	47,56	0,4	9,6	8,72
Q11	47,70	0,39	8,78	7,73
Q12	61,91	0,29	3,61	12,07
Q13	61,87	0,28	8,09	16,92
Q14	69,72	0,28	5,16	16,31
Q15	66,49	0,61	1,63	27,88
Q16	56,78	0,42	12,31	9,55
Q17	65,46	0,28	2,72	11,59
Q18	62,58	0,28	4,94	9,06
Q19	55,92	0,33	8,84	11,35
Q21	29,92	0,34	5,6	10,64

Cabe notar que la pendiente media se ha incorporado de los datos morfométricos recopilados anteriormente.

Como se observa en la Tabla E- 129, debido a las fuertes pendientes de las quebradas de estudio, se obtienen velocidades máximas muy altas, estas varían entre 1,63 m/s y 12,31 m/s. Dada esta

situación, será necesario tener en cuenta esta condición para el estudio de socavación del cauce durante un aluvión, y para el arrastre de material sólido por parte de la crecida.

Por otro lado, se obtienen niveles de profundidad (altura de agua) máxima muy bajos, que varían entre 0,18 m y 1,09 m, esto es consecuencia de las velocidades altas y fuertes pendientes existentes en las subcuencas aportantes.

E.4 Finalmente, se observa un ancho de flujo máximo que varía entre 5,89 m y 28,85 m, sin embargo al exportar estos resultados a un sistema de información geográfica (SIG), los valores máximos de ancho de flujo no superan los 20 m. Esta situación se debe a que las secciones transversales son perpendiculares al flujo en el tramo del cauce, pero no así en el resto del trazado de la sección por motivos de compatibilidad con el software de modelación.

Referencias

- Brunner, G. (2010). HEC-RAS River Analysis System User's Manual. Computer Program. Documentation No. CPD-68, Hydrologic Engineering Center, California.
- Chow, V. T. (1994). Hidráulica de Canales Abiertos. Santafé de Bogotá, Colombia: McGraw-Hill.
- Chow, V., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1994). Hidrología Aplicada.
- DGA. (1998). Manual de Cálculo de Crecidas y Caudales Mínimos en Cuencas sin Información Fluviométrica. Santiago: Dirección General de Aguas - Ministerio de Obras Públicas.
- DGA. (1994). Precipitaciones Máximas de 1,2 y 3 Días. Santiago: Dirección General de Aguas - Ministerio de Obras Públicas.
- Farr, T. G., Rosen, P. A., Caro, E., Crippen, R., Duren, R., Hensley, S., y otros. (2007). The Shuttle Radar Topogray Mission. Reviews of Geophysics , 45(2): 1-33.
- Holmgren, P. (1994). Multiple flow direction algorithms for runoff modelling in grid based elevation models: An empirical evaluation. Hydrological Processes , 8 (4), 327-334.
- MINVU. (2005). Guía de Diseño y Especificaciones de Elementos Urbanos de Infraestructuras de Aguas Lluvias. Santiago: Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
- MINVU. (1996). Marco Geográfico. En Técnicas Alternativas para Soluciones de Aguas Lluvias en Sectores Urbanos. Guía de Diseño. Santiago: Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
- MOP. (2012). Instrucciones y Criterios de Diseño. En Manual de Carreteras. Santiago: Ministerio de Obras Públicas.
- Mulvaney, T. (1850). On the use of self-registering rain and flood gauges in making observations on the relations of rainfall and flood discharges in a given catchment. Transactions of Institution of Civil Engineers Ireland , 4:18-31.
- Parra, K. A. (2009). Análisis crítico de los modelos para estimar caudales en cuencas sin registro fluviométrico y propuestas de ajustes para su aplicación en cuencas del sur de Chile.
- Peña, H., & Vidal, F. (1993). Estimación Estadística de la Línea de Nieves durante los Eventos de Precipitación entre las Latitudes 28 y 38 Grados Sur. Congreso Nacional de Ingeniería Hidráulica. Concepción, Chile.
- Rodriguez, E., Morris, C. S., Belz, J. E., Chaplin, E. C., Martin, J. M., Daffer, W., y otros. (2005). An Assessment of the SRTM Topographic Products. Pasadena, California: Jet Propulsion Laboratory.
- Varas, E., & Sánchez, S. (1983). Relaciones Intensidad-Duración-Frecuencia Generalizadas. VI Congreso Nacional de Ingeniería Hidráulica. Santiago, Chile.

ANEXO F REGISTRO FOTOGRÁFICO DE VISITAS A TERRENO

El presente Anexo contiene el registro fotográfico de la visita a terreno realizada el día 25 de Julio de 2013 a las quebradas priorizadas que forman parte del presente estudio. En dicha visita se visitaron los sectores de salida de las quebradas (i) Del Ñilhue, (ii) El Parrón, (iii) Huallalolén, (iv) Novillo Muerto, y (v) Los Pitufos (Nido de Águilas).

FIGURA F-1 Vista hacia aguas arriba de la Quebrada Del Ñilhue:



Se aprecia una clara definición del cauce, con evidente acumulación de sedimentos, y material leñoso producto del arrastre de aguas. La cobertura del cauce comprende principalmente sedimentos, más cobertura herbácea en las laderas. Las zonas más altas presentan cobertura esclerófila, junto con urbanizaciones residenciales cercanas.

FIGURA F-2 Detalle de la obra de atravesio de aguas de la Quebrada Del Ñilhue:



Vista hacia aguas abajo de la quebrada. La obra cuenta con muros de protección a ambos lados, que protegen las viviendas aledañas. Se aprecia acumulación de sedimentos, restos leñosos y basuras en el fondo del canal. El arrastre de material provocó que durante el evento de crecida del 06/09/2009 se colmatara toda la obra, causando el anegamiento del camino a Farellones en este tramo.

FIGURA F-3 Detalle del punto de desborde de aguas en camino a Farellones



Vista hacia la Cordillera desde el camino a Farellones. El desborde de la quebrada Del Ñilhue el día 06/09/2009 provocó un alud sobre el camino a Farellones de aprox. 100 metros de extensión. 50 m aguas abajo del desborde inicial el alud retomó su dirección hacia el estero el Arrayán, con un resultado de 2 viviendas destruidas y 2 personas fallecidas. Actualmente el sector ya cuenta con nuevas urbanizaciones en los tramos afectados por el alud.

FIGURA F-4 Vista hacia aguas abajo de la Quebrada El Parrón



La quebrada cuenta con dos tramos principales, los cuales se unen aprox. 500 m aguas arriba de la confluencia de la quebrada con el camino a Farellones. Se aprecia cobertura esclerófila en el cauce y las laderas de la quebrada, aunque el lecho ha sido angostado mediante acumulación de material no consolidado, para permitir la habilitación de un camino de acceso. Aguas abajo se aprecian viviendas emplazadas en las laderas y directamente sobre el cauce.

FIGURA F-5 Vista hacia aguas abajo de la Quebrada Huallalolén



Se aprecia cobertura esclerófila en las laderas de la quebrada, junto con acumulación de restos leñosos de menor tamaño en el lecho del cauce. El lecho del cauce ha sido intervenido en su tramo izquierdo (vista aguas abajo) para permitir la habilitación de un camino pavimentado (camino Huallalolén), el cual no cuenta con sumideros y cunetas que permitan la conducción de aguas lluvias. El evento de crecida del día 06/09/2009 provocó el desborde de esta quebrada, con resultado de 4 viviendas destruidas en el sector.

FIGURA F-6 Detalle de atravieso de camino en Quebrada Huallalolén



El normal escurrimiento de la quebrada Huallalolén (desde derecha a izquierda en la figura) ha sido intervenido mediante atraviesos de mediante material no consolidado. Se aprecia una enrocado con malla en el tramo inferior del atravieso, aunque no se observa una obra de conducción de aguas lluvias. El escurrimiento de aguas por este tramo durante un evento de crecida probablemente derive en el corte del camino, generación de socavaciones y arrastre de material hacia aguas abajo.

FIGURA F-7 Vista hacia aguas abajo de la Quebrada Novillo Muerto



Se aprecia una buena definición del cauce, con presencia de suelo desnudo en el lecho, y cobertura herbácea y esclerófila en las laderas de la quebrada. La quebrada no posee una urbanización significativa, a excepción del tramo cercano y posterior al cruce con el camino El Cajón, que cuenta con viviendas en las laderas. El evento de crecida del día 06/09/2009 provocó el desborde de esta quebrada, con resultado de 5 viviendas destruidas en el sector.

FIGURA F-8 Vista hacia aguas arriba de la Quebrada Los Pitufos



Se aprecia la intensa intervención del tramo inferior de esta quebrada, producto de las instalaciones del Colegio Nido de Águilas, urbanizaciones residenciales, caminos pavimentados, y movimiento de tierras para generar terraplenes (e.g. punto de captura de la fotografía). La cobertura del tramo alto de la quebrada se compone principalmente de formaciones esclerófilas y herbáceas.

ANEXO G MAPAS DETALLADOS DE ELEMENTOS EXPUESTOS

El presente Anexo contiene los mapas detallados de los elementos expuestos en cada una de las cuencas analizadas y en los sectores de los Cerros Isla.

En estas figuras se ha resaltado en color negro las edificaciones, en color lila los predios y en color rojo la vialidad que pudiese verse afectada en caso de ocurrir un peligro.

