

2014

# INFORME ETAPA I Recopilación de Antecedentes y Trabajos de Terreno Campaña N°1

“ANÁLISIS MEJORAMIENTO DESEMBOCADURA RÍO QUEULE, TOLTÉN”, REGIÓN DE LA ARAUCANÍA”



QProject S.A.

04/06/2014



---

## Contenido

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES</b>               | <b>7</b>  |
| 1.1      | Introducción                                     | 7         |
| 1.2      | Listado de la información recopilada             | 7         |
| 1.3      | Estado actual de la desembocadura del río Queule | 8         |
| 1.4      | Evolución histórica de la desembocadura          | 9         |
| 1.5      | Topografía y batimetría                          | 15        |
| 1.6      | Hidrología                                       | 16        |
| 1.7      | Mareas   | 21        |
| 1.8      | Oleaje   | 22        |
| 1.9      | Sedimentos                                       | 23        |
| 1.10     | Corrientes                                       | 27        |
| 1.11     | Conclusiones del Análisis de Antecedentes        | 29        |
| <b>2</b> | <b>EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA DESEMBOCADURA</b>   | <b>30</b> |
| 2.1      | Problemas para la navegabilidad                  | 30        |
| 2.2      | Proyectos y estudios                             | 31        |
| <b>3</b> | <b>TRABAJOS DE TERRENO</b>                       | <b>35</b> |

---

---

|            |                                       |           |
|------------|---------------------------------------|-----------|
| <b>3.1</b> | <b>Topografía y batimetría</b>        | <b>35</b> |
| 3.1.1      | Instrumental                          | 35        |
| 3.1.2      | Enlace geodésico                      | 36        |
| 3.1.3      | Apoyo geodésico                       | 36        |
| 3.1.4      | Levantamiento Batimétrico             | 36        |
| 3.1.5      | Posicionamiento GPS                   | 40        |
| 3.1.6      | Observaciones de mareas               | 41        |
| 3.1.7      | Sondaje                               | 42        |
| <b>3.2</b> | <b>Análisis de vientos</b>            | <b>43</b> |
| <b>3.3</b> | <b>Materiales y métodos</b>           | <b>43</b> |
| 3.3.1      | Objetivos                             | 47        |
| 3.3.2      | Análisis preliminar de la información | 47        |
| 3.3.3      | Análisis preliminar de la información | 48        |
| <b>3.4</b> | <b>Estudio de mareas</b>              | <b>52</b> |
| 3.4.1      | Introducción y objetivo               | 52        |
| 3.4.2      | Metodología                           | 53        |
| 3.4.3      | Sector Fluvial                        | 56        |
| 3.4.4      | Sector Marino                         | 59        |

---

---

|            |                                  |            |
|------------|----------------------------------|------------|
| 3.4.5      | Procesamiento de datos           | 61         |
| 3.4.6      | Resultados                       | 63         |
| 3.4.7      | Conclusiones                     | 77         |
| <b>3.5</b> | <b>Estudio de corrientes</b>     | <b>79</b>  |
| 3.5.1      | Metodología                      | 79         |
| 3.5.2      | Condiciones de Fondeo            | 83         |
| 3.5.3      | Análisis estadístico             | 87         |
| <b>3.6</b> | <b>Estudio de oleaje in situ</b> | <b>131</b> |
| 3.6.1      | Metodología                      | 131        |
| 3.6.2      | Oleaje Operacional               | 133        |
| <b>3.7</b> | <b>Aforos</b>                    | <b>147</b> |
| 3.7.1      | Materiales y Métodos             | 147        |
| 3.7.2      | Resultados                       | 151        |
| 3.7.3      | Conclusiones                     | 159        |
| <b>3.8</b> | <b>Estudio de sedimentos</b>     | <b>160</b> |
| 3.8.1      | Introducción                     | 160        |
| 3.8.2      | Materiales y Métodos             | 161        |
| 3.8.3      | Resultados                       | 172        |

---

---

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 3.8.4    | Conclusiones Análisis de Sedimentos  | 195        |
| <b>4</b> | <b>ANÁLISIS PRODUCTIVO DEL SECTOR PESQUERO ARTESANAL</b>                               | <b>197</b> |
| 4.1      | Metodología  | 197        |
| 4.2      | Antecedentes Generales   | 198        |
| 4.3      | Características del Sector Pesquero Artesanal  | 200        |
| 4.4      | Registro Pesquero Artesanal (RPA)  | 202        |
| 4.5      | Desembarque Artesanal  | 206        |
| 4.6      | Medidas de Administración Pesquera   | 216        |
| 4.7      | Áreas de Manejo y Extracción de Recursos Bentónicos (AMERB)                            | 218        |
| 4.8      | Cuotas Áreas de Manejo y por Especie   | 220        |
| 4.9      | Antecedentes Esfuerzo Pesquero (Recursos asociados a AMERB)                            | 221        |
| 4.10     | Comercialización Recursos Pesqueros  | 223        |
| 4.11     | Proyecciones de Desembarque  | 223        |
| 4.12     | Conclusiones   | 229        |
| <b>5</b> | <b>RESULTADOS ACTIVIDADES DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA REALIZADAS DURANTE ETAPA N° 1</b> | <b>230</b> |
| 5.1      | Entrega de Plan de Participación Ciudadana   | 232        |
| 5.2      | Identificación de Actores Relevantes   | 232        |
| 5.3      | Primera Reunión con la Ciudadanía  | 236        |

---

---

|  |  |            |
|--|--|------------|
| <b>5.4</b>   | <b>Desarrollo de la actividad PAC</b>  | <b>238</b> |
| <b>5.5</b>   | <b>Resultados</b>  | <b>243</b> |
| <b>5.6</b>   | <b>Identificación de proyectos complementarios en el área de influencia.</b> | <b>246</b> |
| <b>5.7</b>   | <b>Identificación de posibles Conflictos</b>                                 | <b>247</b> |
| <b>5.8</b>   | <b>Mapa de Percepciones</b>  | <b>249</b> |
| <b><i>ANEXO PLANO TOPO BATIMÉTRICO PRIMERA CAMPAÑA DE MEDICIONES</i></b> |  | <b>251</b> |

---

## 1 RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES

### 1.1 Introducción

Como paso inicial al presente estudio de “Análisis del mejoramiento de la desembocadura del Río Queule Toltén” se realiza el presente análisis de antecedentes, según lo requerido por la DOP del Ministerio de Obras Públicas.

### 1.2 Listado de la información recopilada

Para realizar el trabajo de gabinete fue necesario recopilar cartas, planos y antecedentes de estudios anteriores. La mayor parte de la información se obtuvo del estudio de “Mejoramiento de las desembocaduras del estero Marga-Marga y de los ríos Mataquito, Carampangue y Queule” realizado por el INH en 1999, INH (1999). La base de datos de imágenes históricas de la zona fue completa mediante el Google Earth.

---

### 1.3 Estado actual de la desembocadura del río Queule

La desembocadura del río Queule, se localiza en un entorno de gran belleza natural. En la zona de la desembocadura se encuentra el cordón Queule en la margen izquierda del río, mientras que en la margen derecha se desarrolla una barra o flecha, la cual se extiende de Norte a Sur. Este tipo de barras es una situación típica de desembocaduras en ríos en lugares con baja pendiente, hidrología irregular y con una configuración morfológica y régimen marítimo característicos de la zona. Bajo estas condiciones, cuando la energía aportada por el caudal del río en la desembocadura es mayor que la energía del oleaje la desembocadura tiende a “abrirse”, y la barra retrocede hacia el Norte. Por el contrario, cuando prima la energía aportada por el oleaje la barra tiende a “cerrarse”, avanzando hacia el Sur. Esta situación natural genera serios trastornos en las actividades pesqueras de tipo artesanal, provocando dificultades en la navegación de los pescadores.

Por otra parte, en su margen izquierda, el río Queule se topa contra el cordón, por lo cual no puede desplazarse más hacia la izquierda o hacia el Sur, produciéndose un importante angostamiento en su desembocadura.

Por lo tanto, la dinámica de la desembocadura del río Queule tiene dos componentes principales, una fija compuesta por el cordón en la margen izquierda al Sur de la desembocadura, la cual no es sobrepasada por el río e incluso se encuentra forestada; y una móvil que corresponde a la gran barra que avanza desde el Norte hacia el Sur. Esta parte móvil estaría en un aparente equilibrio, condicionado a las características de escurrimiento del río y de las mareas.

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** 0 muestra una vista ortogonal de la desembocadura del río Queule, donde se puede apreciar la extensa barra, además del cordón Queule, el cual penetra aproximadamente 1,5km en el mar. Se puede observar el importante estrechamiento en la zona de la desembocadura, producto del avance de la barra hacia el Sur.

Figura N°1 Ortofoto Desembocadura Río Queule.

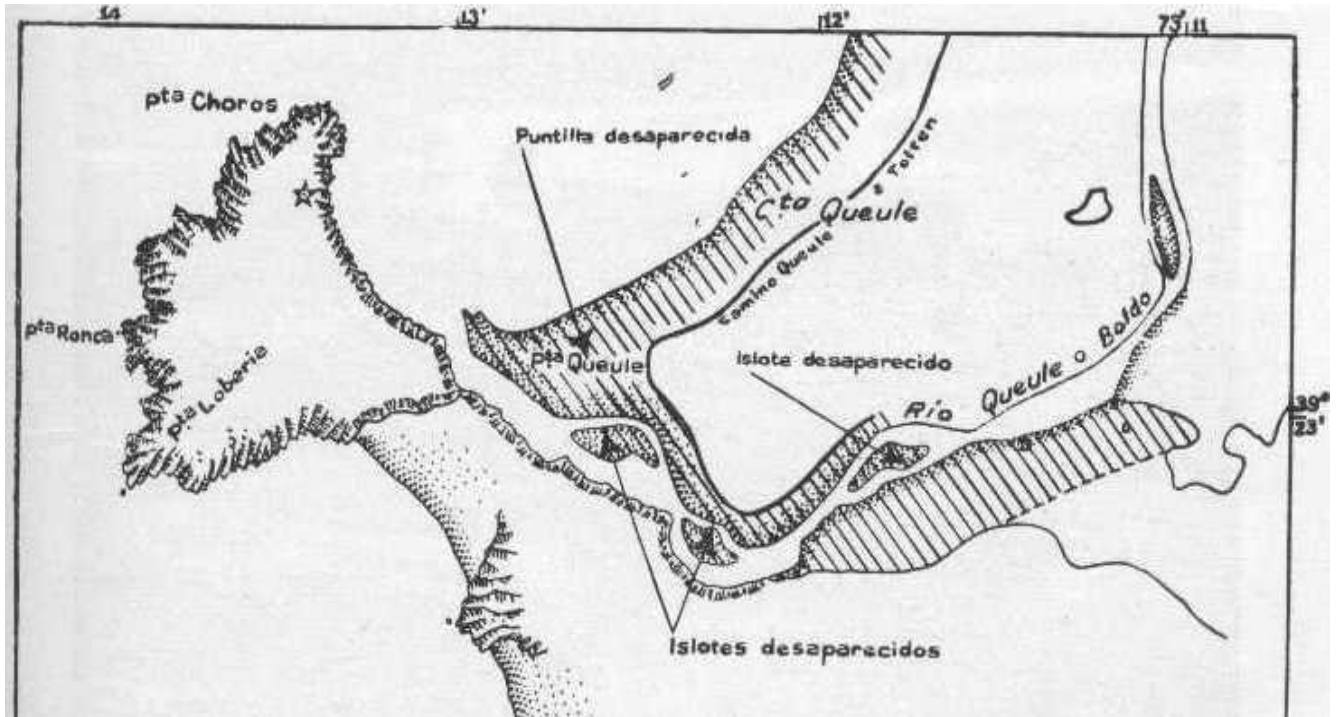


Fuente: Recopilación del Consultor.

#### 1.4 Evolución histórica de la desembocadura

La primera referencia histórica de cambios en la desembocadura del río Queule la encontramos tras el maremoto de 1960 durante el cual se produjo un descenso del terreno de aproximadamente 1.5m. El impacto de este maremoto puede observarse en la 0; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** extraída de la publicación N° 3012 del Departamento de Navegación e Hidrografía de la Armada. Antes del maremoto la desembocadura del río estaba compuesta por un meandro, como se observa en 0. Luego del terremoto la desembocadura se estrecha y se produce un pequeño estuario como se observa en la 0.

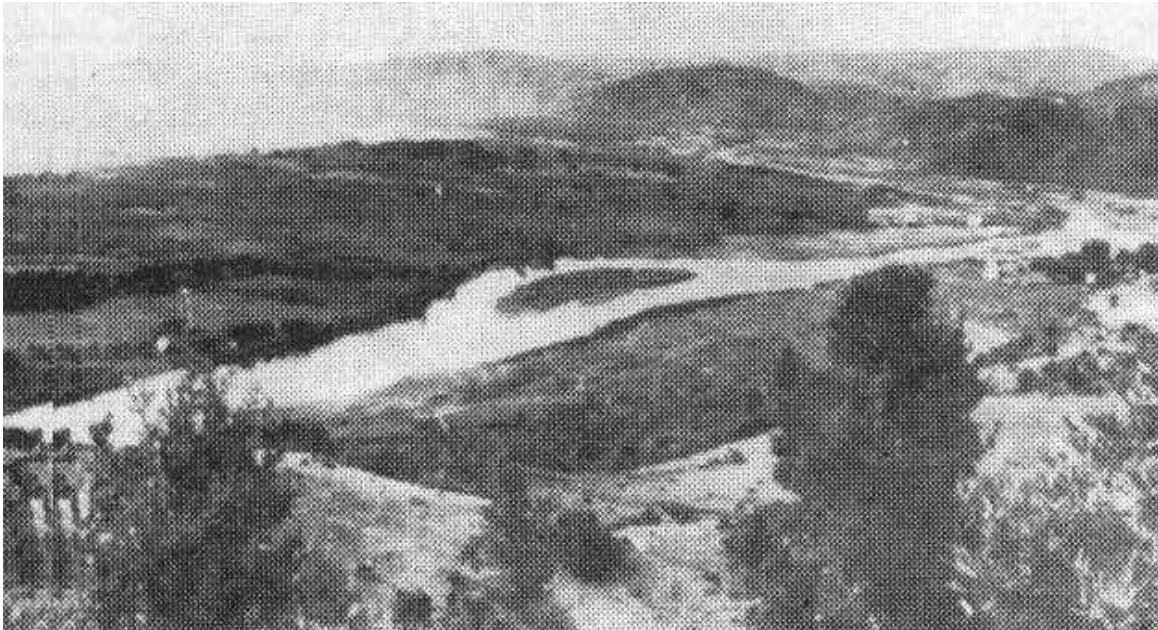
Figura N°2 Impacto del maremoto de 1960 en la desembocadura del río Queule.



Fuente: Recopilación del Consultor.

---

**Figura N°3** Desembocadura del río Queule antes del maremoto de 1960.



Fuente: Recopilación del Consultor.

---

Figura N°4 Desembocadura del río Queule después del maremoto de 1960.



Fuente: Recopilación del Consultor.

Con la configuración morfológica resultante y el equilibrio existente entre las características hidrológicas del río Queule y el oleaje en la zona se fue formando con los años el sistema de barra que se observa en la actualidad en la desembocadura. La barra no presenta en la actualidad variaciones anuales relevantes en sus dimensiones, tales como ancho y largo. Los cambios que se podrían presentar son en relación con el contorno de la barra, en la zona de la desembocadura, relacionadas con variaciones diarias por efectos de la marea.

A continuación, se muestran ortofotos de los años 2005, 2012 y 2013 extraídas con el Google Earth. En ellas se aprecia el estado de la barra en equilibrio dinámico, variando ligeramente el ancho de la desembocadura en función de las condiciones de caudal y oleaje que se presenten en cada momento. Se aprecian también los bajos mareales en el lado mar a cada lado de la salida del caudal del río, los cuales son formaciones típicas de este tipo de desembocaduras. Una vez el caudal del río pasa fuera de la desembocadura su velocidad disminuye, disminuyendo también su capacidad de transporte, por lo tanto, los sedimentos que arrastra al pasar por la boca de salida se depositan en estos bajos a cada lado del flujo. En las fotos se aprecian además un bajo mareal al interior de la desembocadura, en la margen derecha del río. Estos bajos interiores suelen formarse durante las fases llenantes de la marea cuando parte del sedimento depositado en los bajos mareales exteriores es resuspendido y llevado al interior de la desembocadura.

**Figura N°5** Evolución Comparativa Desembocadura del Río Queule.



16/06/2005



09/09/2012



06/02/2013



03/03/2013



13/03/2013

Fuente: Google Earth.

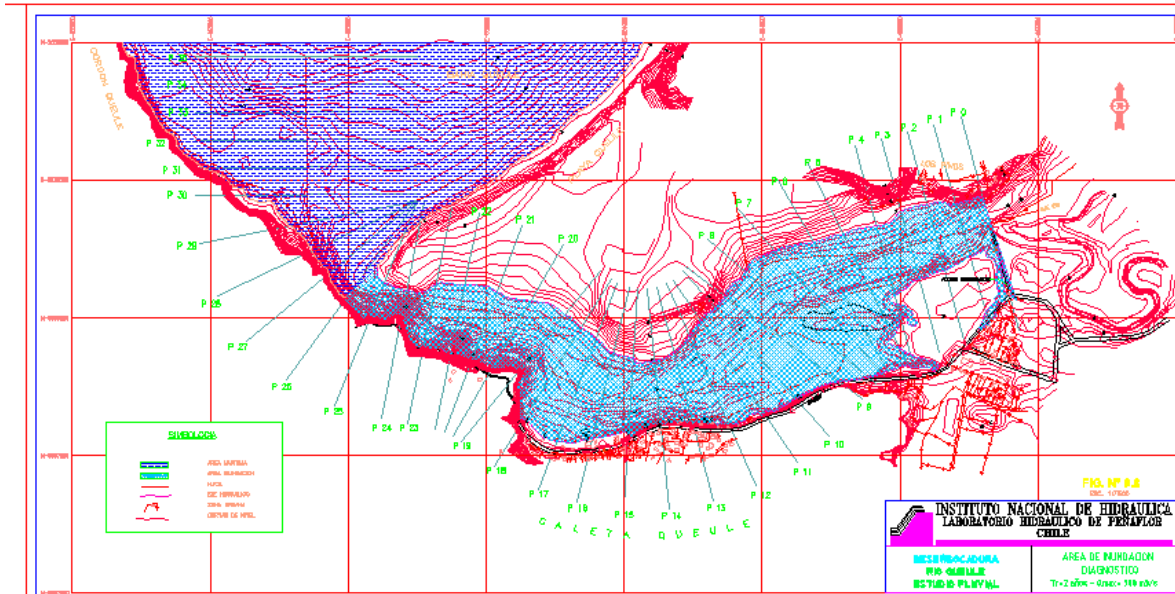
---

## 1.5 Topografía y batimetría

Se ha revisado la información topo batimétrica disponible obteniéndose los siguientes datos de interés:

- Pendientes en la zona costera: En la zona de la playa de Queule, en los primeros 650 m se tiene una pendiente de 1V:64.8H. En los siguientes 80 m la pendiente pasa a ser de 1V:207H. En el sector de la desembocadura, debido a la influencia de los bajos mareales, la pendiente en los primeros 400 m es de 1V:128H.
- Pendiente del río: El río en sus últimos 2 km recorre con una pendiente que puede asumirse nula, por lo tanto, se estima que este fluye hacia el mar en régimen subcrítico debido a la inercia de todo su recorrido desde aguas arriba.
- Ancho de la boca del río: El ancho de la boca de la desembocadura está alrededor de los 70 m. Como se ha comentado anteriormente este valor varía de acuerdo con el balance energético que se presente en cada momento entre el caudal del río y el oleaje. El ancho del río en su tramo anterior a la desembocadura varía entre los 160 y los 330 m.

Figura N°6 Plano Topo batimétrico, INH (1999).



Fuente: INH.

## 1.6 Hidrología

En el informe del INH facilitado por la DOP, se encuentra un estudio hidrológico de la cuenca del Río Queule para conocer el régimen extremal de caudales en la zona de interés.

Para el estudio se utilizaron datos de precipitaciones disponibles consistentes en isoyetas de las precipitaciones máximas diarias con periodo de retorno de 10 años, trazadas en mapas escala 1:500.000 incluidos en el Manual de Precipitaciones Máximas en 1, 2 y 3 días editado por la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas (1991).

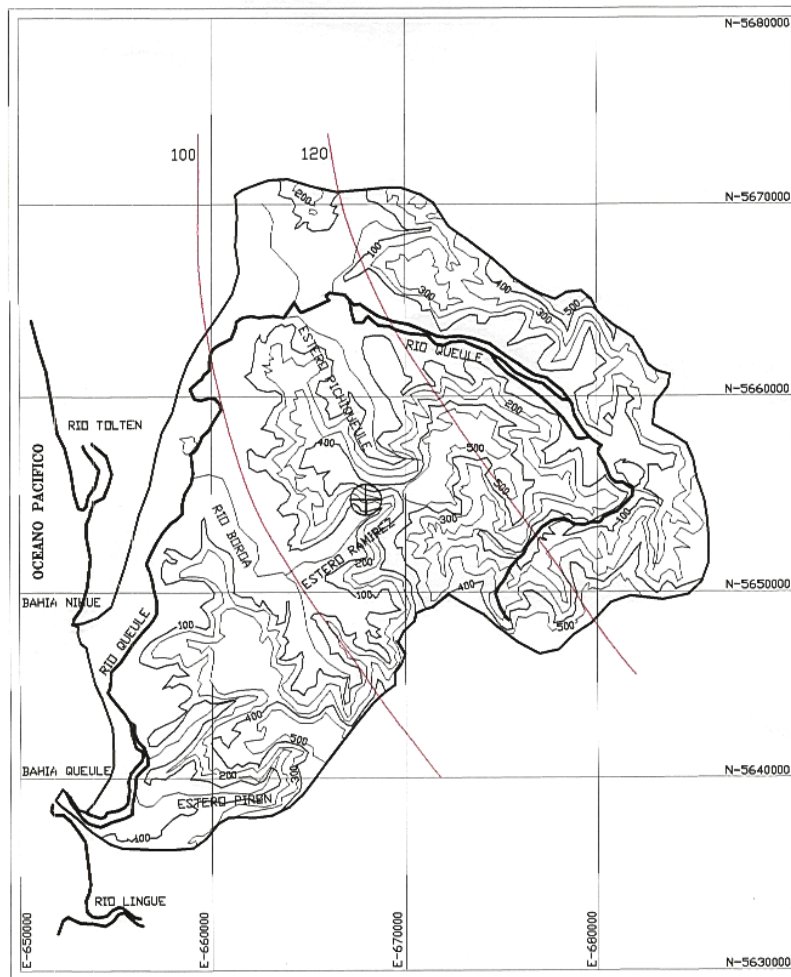
La cuenca del río Queule se caracterizó desde el punto de vista geológico e hidrogeológico mediante la información extraída del Mapa Hidrogeológico de Chile, editado por la DGA en 1986. La superficie de la cuenca está dividida en dos porciones:

- 
- La primera porción del suelo, que corresponde a un 32% del área de la cuenca, está situada en su parte Oeste y se extiende por todo su borde costero. Contiene varios suelos provenientes del cuaternario y del terciario – cuaternario, que lo componen depósitos no consolidados de sedimentos fluviales, glaciales, aluviales, lacustres, y eólicos. Estos suelos, no consolidados, son muy permeables y fácilmente infiltrados por el agua; por ellos se drena preferentemente la escorrentía total.
  - La segunda porción del suelo, es un área que corresponde al 68% de la cuenca, está situada en su parte Este. Este suelo, proveniente de procesos geológicos del paleozoico metamórfico, está compuesto de rocas metamórficas cuya permeabilidad es muy baja, por tanto, la infiltración del agua es prácticamente nula.

La cuenca de aporte estudiada se muestra a continuación:

**Figura N°7** Cuenca del Río Queule.

**CUENCA RIO QUEULE**  
 (IX REGION)  
 ESCALA 1 : 250.000



**SIMBOLOGIA**

- |                          |  |
|--------------------------|--|
| — AREA CUENCA RIO QUEULE | ⊕ CENTROIDE DE LA CUENCA               |
| — RIO QUEULE             | — ISOYETAS MÁXIMAS DIARIAS (Tr=10años) |
| — AFLUENTES              | — CURVA DE NIVEL                       |
|                          | — LINEA DE COSTA                       |

Fuente: DGA – MOP.

Los parámetros característicos de la cuenca aportante se resumen a continuación:

Tabla N°1. Parámetros característicos de la cuenca aportante.

| PARAMETRO                |                  | UNIDAD          | VALOR    |
|--------------------------|------------------|-----------------|----------|
| Superficie               | A                | km <sup>2</sup> | 671      |
| Long. cauce ppal.        | L                | km              | 74       |
| Long. Centroide          | Lc               | m               | 41       |
| Desnivel máximo          | H                | m               | 550      |
| Pendiente media          | m                |                 | 0.1171   |
| Long. curva nivel<br>500 | L <sub>500</sub> | m               | 59588.3  |
| 400                      | L <sub>400</sub> | m               | 126140.9 |
| 300                      | L <sub>300</sub> | m               | 214779.5 |
| 200                      | L <sub>200</sub> | m               | 267835.8 |
| 100                      | L <sub>100</sub> | m               | 293785.8 |

Fuente: DGA – MOP.

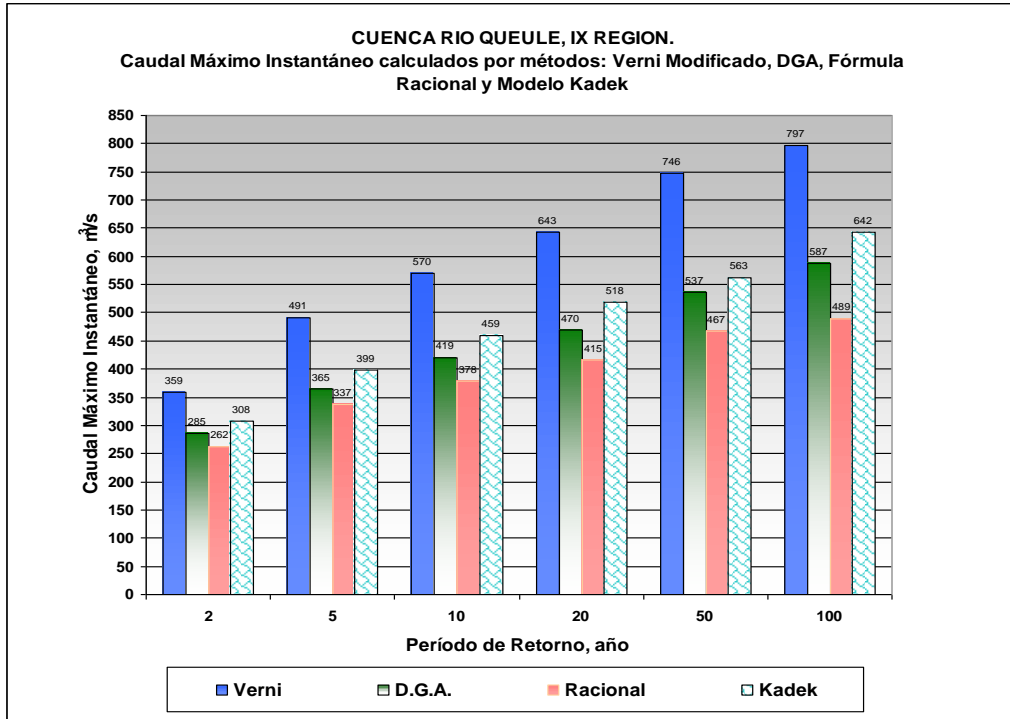
Los regímenes de caudales se obtuvieron utilizando diferentes métodos empíricos. Los resultados para cada uno se muestran a continuación:

Tabla N°2. Régimen de caudales para el río Queule.

| T<br>año | Método         |     |          | Modelo<br>Kadek | Promedio<br>m <sup>3</sup> /s | Valores<br>adoptados<br>m <sup>3</sup> /s | Error relativo en % respecto a<br>los adoptados de los valores: |      |
|----------|----------------|-----|----------|-----------------|-------------------------------|---|---|------|
|          | Verni modifíc. | DGA | Racional |                 |                               |   | Kadek   | DGA  |
| 2        | 359            | 285 | 262      | 308             | 304                           | 310                                       | -0.6  | -8.0 |
| 5        | 491            | 365 | 337      | 399             | 398                           | 400                                       | -0.3  | -8.8 |
| 10       | 570            | 419 | 378      | 459             | 457                           | 460                                       | -0.2  | -8.8 |
| 20       | 643            | 470 | 415      | 518             | 512                           | 520                                       | -0.4  | -9.7 |
| 50       | 746            | 537 | 467      | 563             | 578                           | 580                                       | -2.9  | -7.4 |
| 100      | 797            | 587 | 489      | 642             | 629                           | 630                                       | 1.9   | -6.8 |

Fuente: DGA – MOP.

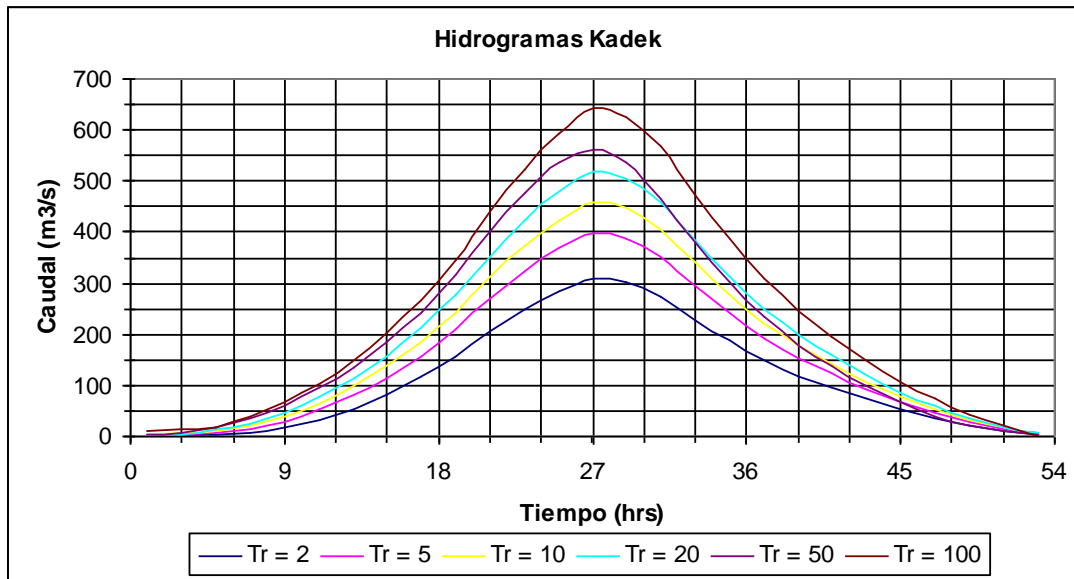
Figura N°8 Régimen de Caudales para el Río Queule.



Fuente: DGA – MOP.

Además, en el estudio se obtuvieron los hidrogramas de crecida mostrados a continuación:

Figura N°9 Hidrograma de crecidas.



Fuente: DGA – MOP.

## 1.7 Mareas

Para conocer los antecedentes de la marea en la zona de estudio se ha tenido en cuenta un análisis estadístico realizado por el INH, de cinco años de información proporcionada por las “Tablas de Marea de la Costa de Chile” publicadas anualmente por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile, SHOA.

Del análisis de la información de mareas de estos cinco años (1995 a 1999) se extraen las siguientes observaciones:

- Con respecto a las alturas de marea se observa que:
  - ✓ El promedio de la altura máxima alcanzada por la marea en los 5 años analizados es de 1,87m.

- 
- ✓ El valor de altura promedio máximo obtenido se supera un 1% de las veces.
  - ✓ El promedio de las alturas de marea para el período analizado es igual a 0,72m. El nivel medio del mar se obtuvo en la cota 0,8 con respecto al NRS.
  - Del análisis de las amplitudes se puede decir que:
    - ✓ El promedio del tercio superior de las amplitudes de marea encontrado es 1,55m. El 90% de las veces la marea es menor que este valor.
    - ✓ Se establece una amplitud representativa de la marea del sector con un valor de 1,6m.

### 1.8 Oleaje

En el informe del INH se pueden observar los resultados de un estudio teórico de pronóstico de oleaje, basado en el método de Sverderup, Munk y Bretschneider, denominado S.M.B., de generación de oleaje a partir de datos de viento. En dicho estudio se observa que las direcciones que más influyen en la zona de estudio son la SW, W y NW, siendo la dirección predominante la W.

En este informe no se expresa claramente la procedencia de los datos de viento utilizados como base para la generación de oleaje. Sin embargo, como los datos de oleaje son de utilidad para el presente proyecto, se presentan a continuación. La siguiente tabla muestra un resumen del oleaje extremal encontrado, en función de diferentes períodos de retorno, direcciones y período de oleaje.

Tabla N°3. Alturas de ola para diferentes períodos de retorno, direcciones y período de oleaje.

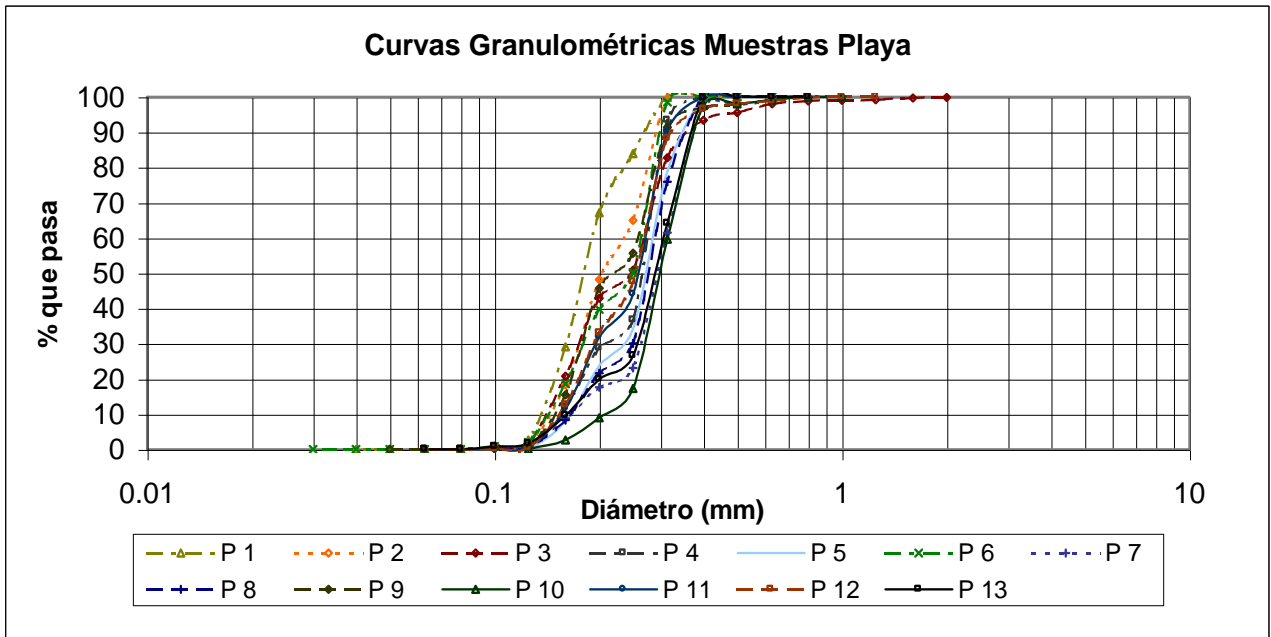
| CASO                   | Hso (m)        |             |             |             |             |             |
|------------------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                        | Tr=100<br>años | Tr=50       | Tr=25       | Tr=10       | Tr=5        | Tr=1        |
| <b>RESUMEN GENERAL</b> | <b>10,07</b>   | <b>9,54</b> | <b>9,00</b> | <b>8,29</b> | <b>7,75</b> | <b>6,51</b> |
| <b>SW GENERAL</b>      | <b>10,37</b>   | <b>9,63</b> | <b>8,90</b> | <b>7,95</b> | <b>7,25</b> | <b>5,68</b> |
| <b>W GENERAL</b>       | <b>9,81</b>    | <b>9,29</b> | <b>8,78</b> | <b>8,09</b> | <b>7,57</b> | <b>6,37</b> |
| <b>NW GENERAL</b>      | <b>9,54</b>    | <b>9,16</b> | <b>8,75</b> | <b>8,20</b> | <b>7,75</b> | <b>6,60</b> |
| <b>SW T = 8 s</b>      | <b>4,26</b>    | <b>4,02</b> | <b>3,79</b> | <b>3,48</b> | <b>3,25</b> | <b>2,70</b> |
| <b>SW T = 10 s</b>     | <b>4,44</b>    | <b>4,30</b> | <b>4,14</b> | <b>3,92</b> | <b>3,75</b> | <b>3,30</b> |
| <b>SW T = 12 s</b>     | <b>5,73</b>    | <b>5,58</b> | <b>5,41</b> | <b>5,17</b> | <b>4,97</b> | <b>4,42</b> |
| <b>SW T = 14 s</b>     | <b>8,69</b>    | <b>8,39</b> | <b>8,08</b> | <b>7,62</b> | <b>7,24</b> | <b>6,16</b> |
| <b>W T = 8 s</b>       | <b>5,18</b>    | <b>4,93</b> | <b>4,67</b> | <b>4,34</b> | <b>4,08</b> | <b>3,47</b> |
| <b>W T = 10 s</b>      | <b>4,23</b>    | <b>4,12</b> | <b>4,00</b> | <b>3,85</b> | <b>3,72</b> | <b>3,40</b> |
| <b>W T = 12 s</b>      | <b>5,66</b>    | <b>5,53</b> | <b>5,41</b> | <b>5,23</b> | <b>5,08</b> | <b>4,69</b> |
| <b>W T = 14 s</b>      | <b>8,54</b>    | <b>8,28</b> | <b>8,00</b> | <b>7,62</b> | <b>7,30</b> | <b>6,46</b> |
| <b>NW T = 8 s</b>      | <b>2,32</b>    | <b>2,20</b> | <b>2,07</b> | <b>1,89</b> | <b>1,74</b> | <b>1,30</b> |
| <b>NW T = 10 s</b>     | <b>8,52</b>    | <b>8,03</b> | <b>7,52</b> | <b>6,81</b> | <b>6,24</b> | <b>4,78</b> |
| <b>NW T = 12 s</b>     | <b>8,55</b>    | <b>8,07</b> | <b>7,57</b> | <b>6,88</b> | <b>6,33</b> | <b>4,91</b> |
| <b>NW T = 14 s</b>     | <b>8,70</b>    | <b>8,47</b> | <b>8,23</b> | <b>7,87</b> | <b>7,57</b> | <b>6,75</b> |

Fuente: INH.

## 1.9 Sedimentos

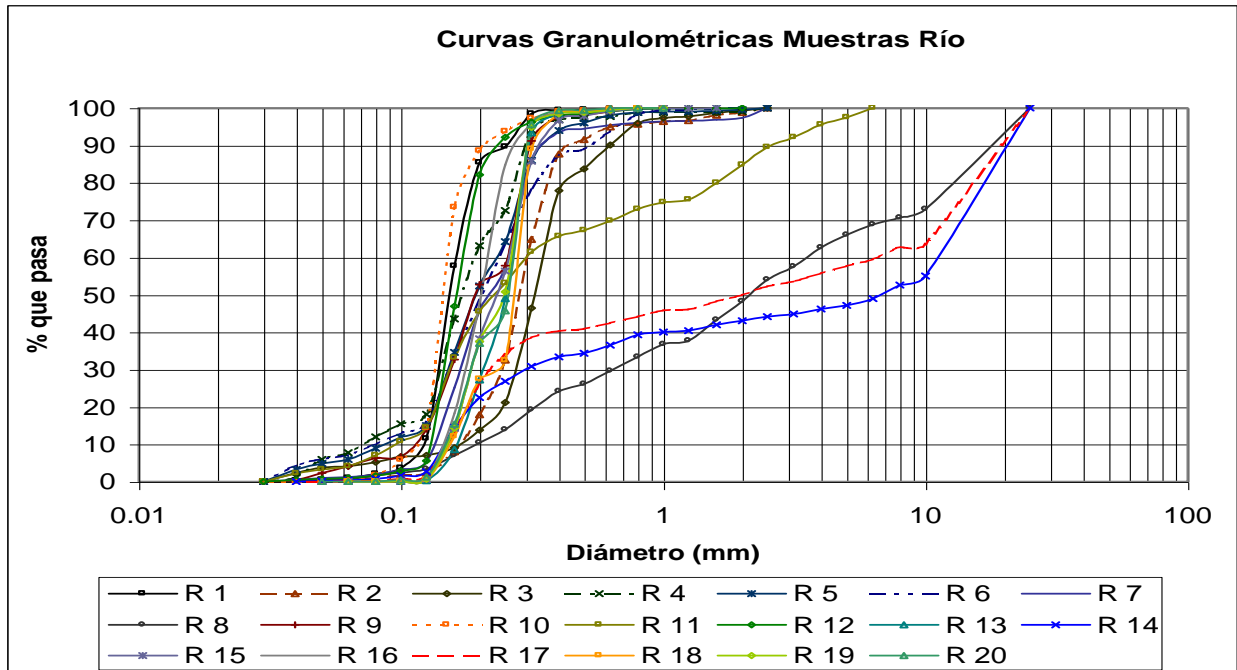
Se cuenta con un estudio sedimentológico de la zona de estudio, realizado por la DOP, con datos en las áreas de río, playa y zona marítima. A continuación, se muestran las curvas granulométricas obtenidas para cada zona.

Figura N°10 Curvas granulométricas para el sector de playa de la zona de estudio.



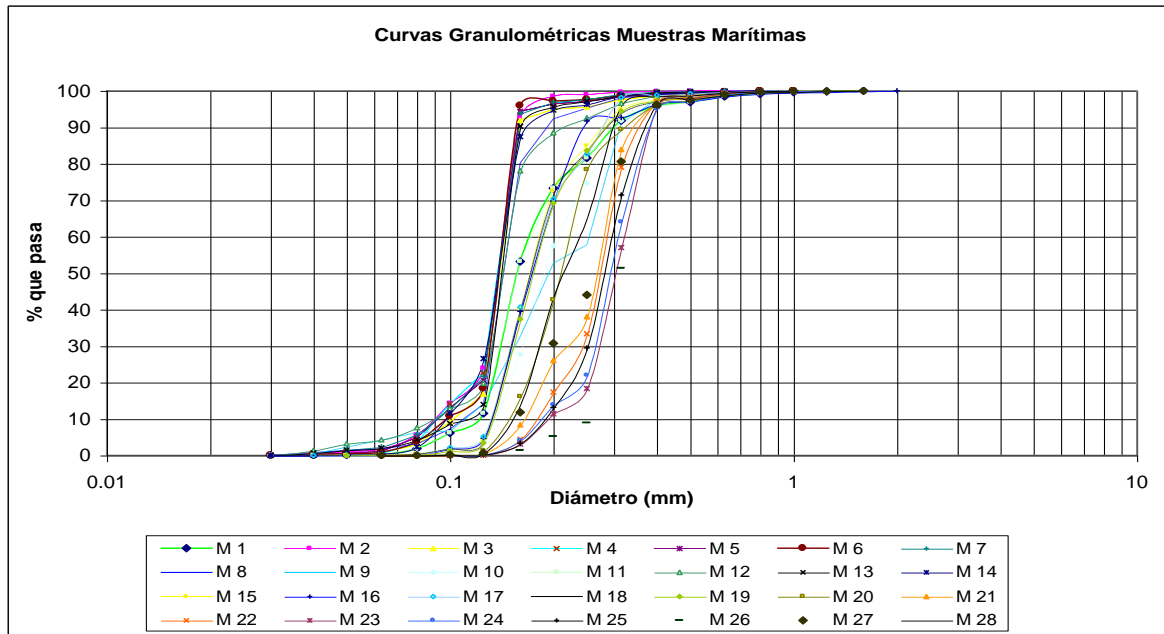
Fuente: DOP – MOP.

Figura N°11 Curvas granulométricas para el sector de río de la zona de estudio.



Fuente: DOP – MOP.

Figura N°12 Curvas granulométricas para el sector marítimo de la zona de estudio.



Fuente: DOP – MOP.

Las principales observaciones de este estudio son las siguientes:

- En general, los sedimentos de la zona del río Queule son relativamente homogéneos, clasificándose como arenas finas a medias.
- Las muestras obtenidas en la ribera izquierda del río son las más gruesas, debido a la presencia en ese sector del cordón Queule, clasificándose como arenas medias a gruesas.
- El resto de las muestras de las diferentes zonas son similares, clasificándose como arenas finas.

---

## 1.10 Corrientes

La DOP dispone de un estudio realizado por el INH para conocer las corrientes en la zona de interés. Este estudio está basado en una modelización matemática con el modelo cuasi-bidimensional ESTUARIOS, desarrollado en forma conjunta por el Instituto Nacional de Hidráulica y la Pontificia Universidad Católica de Chile. Se modelizaron diferentes condiciones de caudales del río Queule para analizar los efectos que distintos eventos hidrológicos pueden causar en la zona de estudio, encontrándose las siguientes observaciones:

- Período de retorno de 2 años ( $Q_{\text{máx}} = 308 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Las magnitudes de las velocidades medias máximas en vaciante son del orden de 0,6 m/s. En la zona más angosta de la desembocadura, la velocidad alcanza valores de 3,3 m/s, llegando a observarse una erosión del fondo. Con respecto a los niveles de agua máximos obtenidos, se observa que en general el eje hidráulico tiene una muy baja pendiente.
- Período de retorno de 5 años ( $Q_{\text{máx}} = 399 \text{ m}^3/\text{s}$ ). La situación es bastante similar a la descrita anteriormente.
- Período de retorno de 10 años ( $Q_{\text{máx}} = 459 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Se observa comportamientos similares a los descritos para el caso anterior.
- Período de retorno de 20 años ( $Q_{\text{máx}} = 518 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Las tendencias son similares a los casos descritos, principalmente debido insensibilidad de los niveles del río frente al aumento en el caudal, evacuando las crecidas sin evidenciar problemas.
- Período de retorno de 50 años ( $Q_{\text{máx}} = 518 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Se observa comportamientos similares a los descritos para los casos anteriores.

- Período de retorno de 100 años ( $Q_{\text{máx}} = 642 \text{ m}^3/\text{s}$ ). En este caso el eje hidráulico alcanza valores cercanos a los 2m. Las mayores velocidades alcanzan valores de 3 m/s. Con respecto a la crecida de período de retorno de 2 años, no se observa un aumento importante del área de inundación. Esto se debe a que tanto las riberas como el cauce presenta una forma bien definida, con bordes elevados, lo que confina al escurrimiento sin registrar desbordes. El nivel del flujo en la zona de la barra no supera la cota +2 (NRS), lo que permite fijar un nivel máximo de inundación, nivel que sólo podría aumentar por fenómenos asociados a cambios en el nivel del mar (temporales, etc.).

En el estudio se observó que, en general, para la zona no se evidencian problemas de inundación producto de las crecidas. Solamente la zona de la desembocadura ha evidenciado afecciones por socavaciones del fondo.

Finalmente, se realizó un análisis de arrastre de sedimentos para estimar, en forma aproximada, el arrastre medio anual de sedimentos por acarreo de fondo, aportado por el río Queule al mar. En este análisis se obtuvo en forma discreta la función de densidad (función de probabilidad) asociada a cada gasto sólido calculado obteniendo finalmente, el valor medio del mismo. La tabla a continuación muestra los resultados del análisis. Se concluye que se puede adoptar un valor de arrastre medio anual de  $3000 \text{ m}^3$ .

**Tabla N°4.** Arrastre de fondo anual en la desembocadura del río Queule.

| Tr  | Q (m <sup>3</sup> /s) | F(x) | f(x)         | Qs * f(x) [m <sup>3</sup> totales] |             |             |            |
|-----|-----------------------|------|--------------|------------------------------------|-------------|-------------|------------|
|     |                       |      |              | secc 28                            | secc 27     | secc 26     | secc 25    |
| 2   | 308                   | 0.5  | 0.5          | 216                                | 646         | 1201        | 186        |
| 5   | 399                   | 0.8  | 0.2          | 249                                | 525         | 837         | 162        |
| 10  | 459                   | 0.9  | 0.1          | 202                                | 383         | 544         | 120        |
| 20  | 518                   | 0.95 | 0.05         | 153                                | 262         | 341         | 84         |
| 50  | 563                   | 0.98 | 0.02         | 80                                 | 124         | 153         | 41         |
| 100 | 642                   | 0.99 | 0.01         | 64                                 | 88          | 95          | 31         |
|     |                       |      | <b>E(Qs)</b> | <b>964</b>                         | <b>2028</b> | <b>3171</b> | <b>625</b> |

Fuente: DOP – MOP.

---

### 1.11 Conclusiones del Análisis de Antecedentes

La desembocadura del Río Queule está caracterizada por la influencia del cordón Queule en la margen izquierda, la cual representa una frontera fija y una barra de sedimentos en la parte derecha, la cual representa una frontera móvil. La abertura de la bocana y la profundidad del canal de navegación varían constantemente como resultado de la interacción del oleaje con el escurrimiento del río, el cual en su desembocadura tiene una pendiente nula y un flujo en régimen subcrítico. Al analizar la evolución histórica de la desembocadura se observa que la variación entre las fuerzas de oleaje que pretende cerrar la bocana, y las del flujo del río que pretende abrirla, mantienen la barra de sedimentos en un equilibrio dinámico. Además se observa la presencia de un bajo mareal dentro del estuario, en la margen derecha del río.

La cuenca del río Queule, en su parte cercana al borde costero (Oeste), atraviesa suelos compuestos de depósitos no consolidados, muy permeables, los cuales son fácilmente arrastrados por el escurrimiento. Según estudios de la DGA – MOP se puede establecer el caudal del río para un período de retorno de 20 años como de 520 m<sup>3</sup>/s.

La marea y el oleaje de la zona se describen en el informe del INH. La amplitud de marea representativa encontrada en el sector es de 1.6 m. La dirección predominante del oleaje es la W, siendo también influyentes la SW y la NW. Según el régimen extremal estimado por el INH las alturas de ola para un período de retorno de 25 años, para la dirección W varían entre los 4.67 m y 8 m, para períodos de retorno que varían entre los 8 s y los 14 s.

El material que compone el lecho del río Queule en el sector de la desembocadura se puede clasificar en general como arenas finas a medias, según el informe de la DOP, encontrándose en la ribera arenas gruesas debido a la presencia del cordón Queule.

---

## 2 EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA DESEMBOCADURA

La desembocadura del río Queule tiene la configuración de un estuario con barra móvil. Esta desembocadura presenta una dinámica sedimentaria por medio de la cual la barra avanza de Norte a Sur en función del equilibrio energético que se presente en cada momento entre el caudal aportado por el río y la acción del oleaje y los efectos de la marea.

### 2.1 Problemas para la navegabilidad

La variabilidad de la barra en la desembocadura provoca problemas en cuanto al acceso de los pescadores, debido a que, las variaciones en el nivel de las aguas, llega al extremo en el que en mareas bajas no se cuenta con profundidades mayores a 30 cm, ocasionando encallamiento de los botes. Por otra parte, en la desembocadura se encuentra un canal de fondo rocoso, con un ancho aproximado de 18m, el cual se embanca con el arrastre de sedimentos del río durante las crecidas, y con el aporte de sedimentos debido al tránsito litoral en épocas de estiaje. Además, la existencia de fondos rocosos en algunos sectores del canal incrementa los riesgos para la navegación. Los casos críticos de temporales de oleaje con componente NW producen que la barra penetre en dicho canal, obstaculizando la navegación.

El sindicato de pescadores de la caleta Queule ha informado que, frente a una situación de temporal, las embarcaciones pesqueras en la zona no pueden acercarse a la desembocadura ante lo peligroso del acceso a la caleta en esas condiciones, por la estrechez de la boca y la presencia de bajos, y por lo tanto se ven obligadas a desviarse hasta la rada de Valdivia, en una travesía de aproximadamente 4 horas.

---

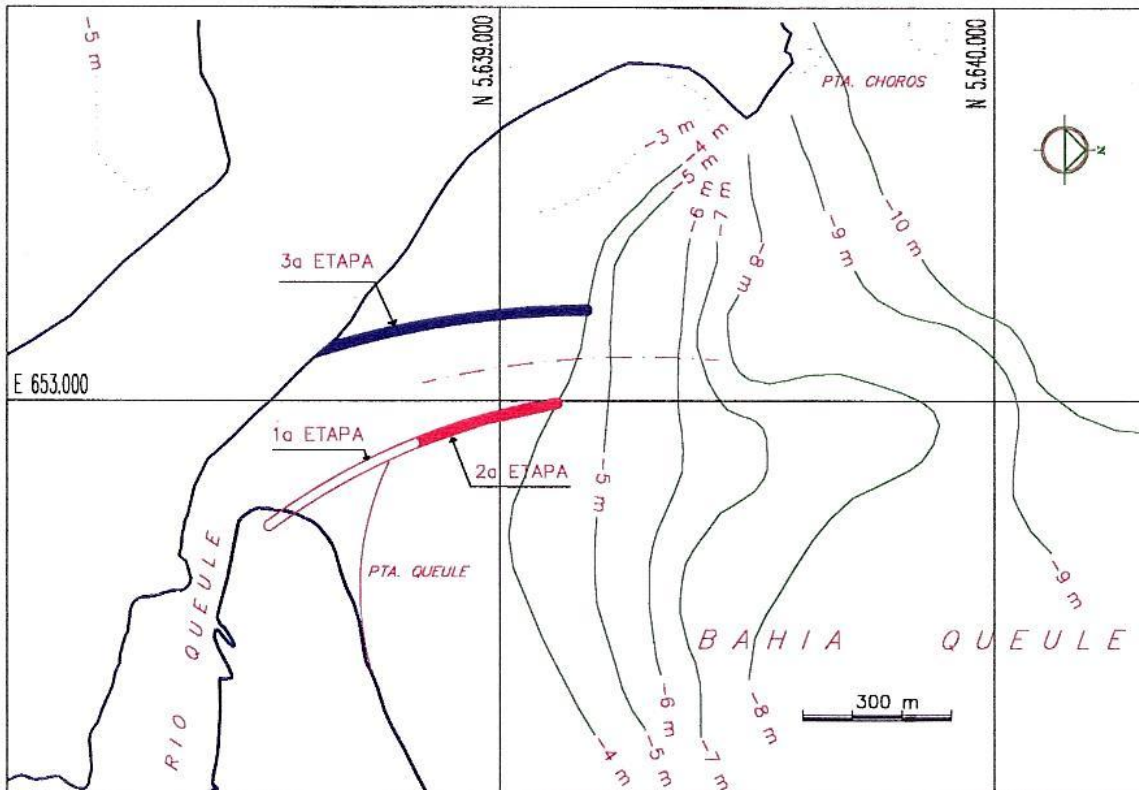
## 2.2 Proyectos y estudios

La empresa consultora Incostas redactó el informe: "Estudio Conceptual para el Mejoramiento de las Desembocaduras de los Ríos Marga-Marga, Queule, Mataquito y Queule", en el cual se propuso una solución preliminar a la problemática de la desembocadura del río Queule consistente en la construcción de dos espigones de canalización del canal de salida, tal como se observa en la figura siguiente.

La alternativa planteada por Incostas debería diseñarse para un período de retorno de 100 años, y por lo tanto estaría normalmente embancada, dependiendo de la acción del oleaje de rompiente para transferir los sedimentos hacia la playa. Esta alternativa planteaba la construcción de las obras en tres fases:

1. Espigón Norte, primero 350 m.
2. Espigón Norte, prolongación de 300 m.
3. Espigón Sur 600 m.

Figura N°13 Solución propuesta en el estudio de Incostas.



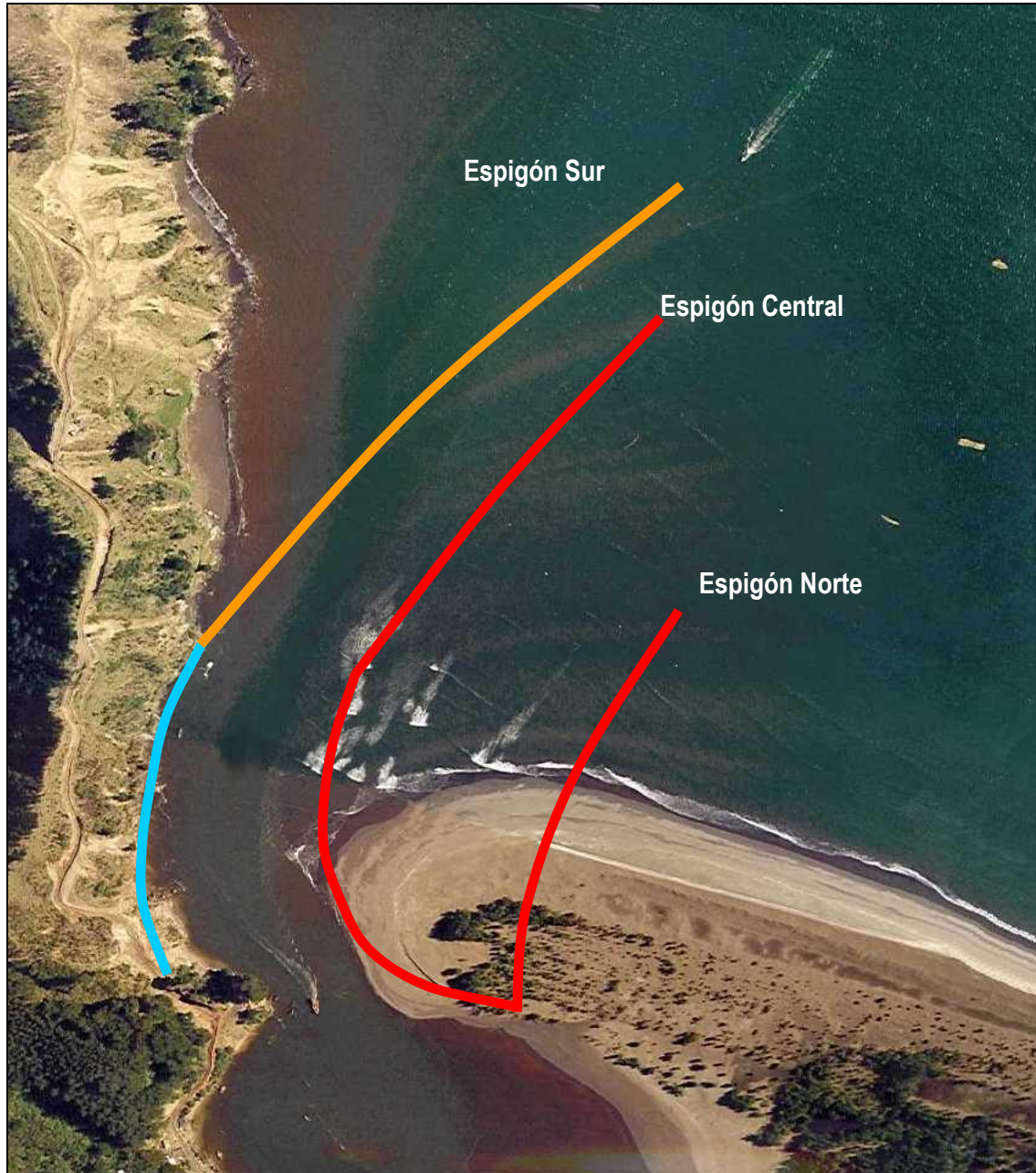
Fuente: DOP – MOP.

Posteriormente, en 1999, el INH revisó la propuesta de Incostas, indicando que ésta apunta a restringir los flujos (Norte-Sur) de la arena de la barra hacia el canal de salida. En lugar de eso el INH propone una solución con el objetivo de reforzar la capacidad de auto limpieza del sector crítico indicado.

---

Para lograr este fin proponen una actuación consistente en tres espigones. Dos de ellos (espigón sur y espigón central) dispuestos para estrechar el ancho de la desembocadura de forma que se optimice la acción del flujo del río en crecidas, movilizando los sedimentos acarreados hacia sectores más profundos fuera de la desembocadura. El espigón central tendría una cota de coronación que le permitiría ser rebasable por caudales de avenida. El conjunto se completa con un espigón en la ribera derecha (Espigón Norte) que permitiría controlar el aparentemente débil transporte litoral hacia el sur. Esta obra contribuiría además a canalizar el flujo tanto para las situaciones de crecidas como de estiaje (acción de la marea). Su concepción debe garantizar una nula influencia sobre los niveles del eje hidráulico durante los episodios de crecidas del río. La figura siguiente muestra una esquematización de la propuesta INH.

Figura N°14 Solución propuesta en el estudio de INH.



Fuente: INH.

---

### 3 TRABAJOS DE TERRENO

#### 3.1 Topografía y batimetría

Los trabajos de topografía y batimetría fueron ejecutados de acuerdo a las normativas descritas en las Publicaciones SHOA N° 3105, ya señalada y N° 3109, Instrucciones Hidrográficas N° 9 “Especificaciones Técnicas para el empleo y aplicación de Tecnología GPS en trabajos Geodésicos, Hidrográficos y Topográficos”

El levantamiento batimétrico de precisión en la zona en estudio se realizó entre los meses enero a marzo de 2014.

**AREA DE TRABAJO:** Rio Queule

**UBICACIÓN:** IX Región.

**SOLICITANTE:** QPROJECT.

**FECHA:** 08 de abril de 2014

**OBJETIVO:** Definir profundidades para navegabilidad.

#### 3.1.1 Instrumental

- 02 Georreceptores geodésicos marca Thales, modelo Z-MAX.
- 01 Georreceptor geodésico marca Trimble, modelo 4600 LS.
- Ecosonda Knudsen modelo 320 MP.
- Nivel Topográfico.
- 01 Mareógrafo marca Hobo.

---

### **3.1.2 Enlace geodésico**

El marco geodésico se estableció mediante el uso de receptores satelitales GPS Thales, modelo Promark III de dos antenas GPS, con precisiones nominales en modo diferencial centimétrico.

### **3.1.3 Apoyo geodésico**

Durante las actividades de terreno, se generaron 5 nuevos vértices geodésicos, se utilizó el vértice proporcionado por la DOP “QUE2”, el cual se encuentra ubicado en Queule, en el quiebre de la solera frente a los boxes. Se encuentra monumentado con cota de bronce empotrada en cemento.

### **3.1.4 Levantamiento Batimétrico**

El levantamiento batimétrico en la zona, fue realizado entre los días 23 al 31 de enero de 2014, desde el vértice, DOP “QUE2”, el cual se encuentra ubicado en Queule, en el quiebre de la solera frente a los boxes, comuna de Queule.

Figura N°15 Vértice QUE2 usado para el apoyo de la batimetría.



Fuente: Elaboración Propia.

Para la batimetría se utilizó una embarcación de madera tipo bongo pesquero. Las profundidades fueron registradas mediante un Ecosonda Hidrográfico Inscriptor de doble frecuencia, marca Knudsen Modelo 320MP.

Figura N°16 Ecosonda Knudsen 320 MP.



Fuente: Elaboración Propia.

La calibración del Ecosonda fue realizada con una Plancha suspendida de un cable de acero y la contrastación de las profundidades del ecograma se realizó cada 2 metros hasta la profundidad de 15m.

Figura N°17 Ejecución de la Plancha.



Fuente: Elaboración Propia.

---

Las corridas de sondas se dirigieron mediante el software Hidrográfico Hypack. Las corridas se efectuaron paralelas a con una separación de 20 m en mar y cada 50 m en río.

En el plano ACAD final, las sondas que se aprecian no son todas las de la batimetría sino una selección, el dibujo cuenta con una layer apagada que dice “noselec”, que al desplegarse cubre los eventuales sectores sin sonda, se dejó apagada, para que no aparecieran sondas sobrepuestas.

**Figura N°18** Dirección del sondaje.



Fuente: Elaboración Propia.

El registro digital fue continuo, realizando una marca o “top” horario cada 30 s de tiempo. La hora utilizada en el sondaje fue coordinada con el sistema GPS al inicio y al término de la jornada. Las horas de la batimetría están en Hora local + 16 s, así como también el utilizado en el archivo “listado\_de\_coordenadas\_y\_sondas.xls.”

### 3.1.5 Posicionamiento GPS

Para la batimetría, las corridas de sondas fueron posicionadas mediante el Sistema DGPS, utilizando el Método Cinemático, para lo cual se ocuparon Georreceptores Marca Thales modelo Z-MAX.

El sistema de doble frecuencia con el cual operan los equipos Z-MAX consiste en dos antenas GPS, por lo que una antena se fija en un punto con coordenadas conocidas, siendo esta estación conocida como BASE (vértice COMAR) y la segunda antena GPS, conocida como MOVIL, ubicada en la embarcación en un mástil montado sobre el tubo del transductor del Ecosonda.

El tiempo del intervalo de grabación del registro de datos de los receptores fue cada 1 s.

Figura N°19 GPS móvil en la Embarcación.



Fuente: Elaboración Propia.

### 3.1.6 Observaciones de mareas

Con el objeto de corregir por mareas las sondas obtenidas del registro del Ecosonda durante el desarrollo de la batimetría, se instaló un mareógrafo inductor marca HOBO durante el periodo del sondeo, de rango 1-9 m. Se realizó una nivelación geométrica desde la cota CF1 hasta el tope de escala de 3,024 m, el mareógrafo se instaló en el embarcadero.

Figura N°20 Escala de Mareas.

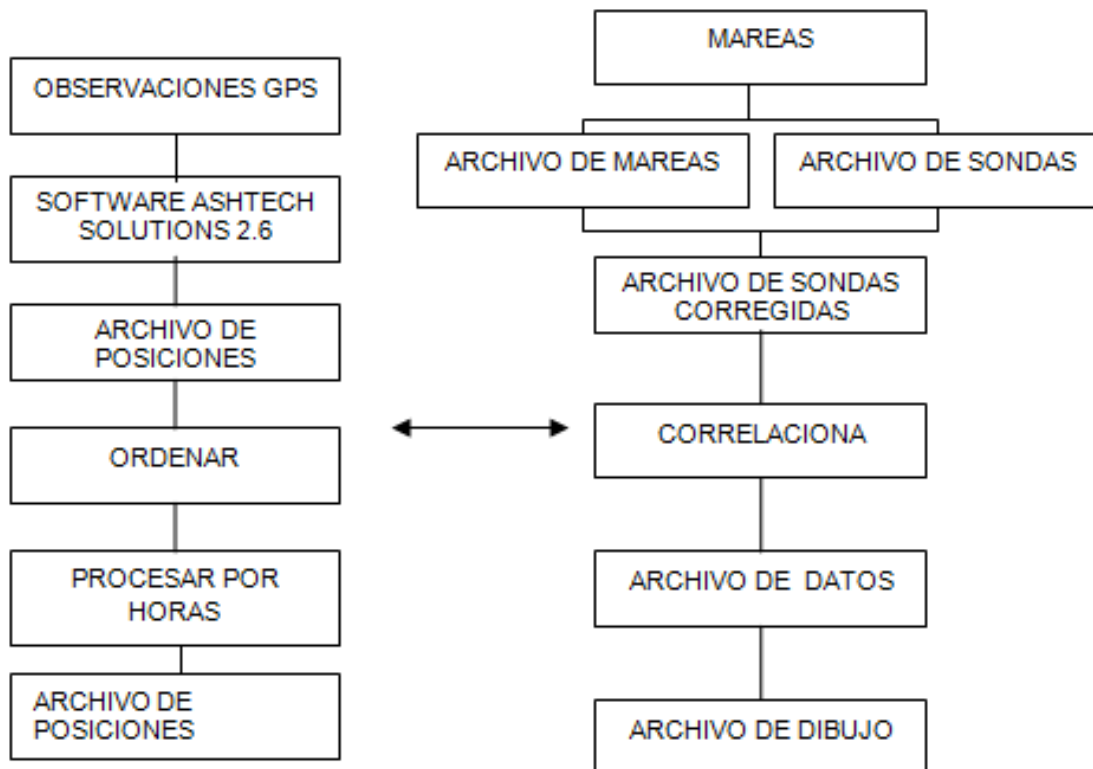


Fuente: Elaboración Propia.

### 3.1.7 Sondaje

El procesamiento de la información, se define a través del siguiente diagrama de flujo:

Figura N°21 Diagrama de Flujos Sondaje.



Fuente: Elaboración Propia.

Cabe destacar que las profundidades se adjuntan como anexo digital en un listado de coordenadas UTM, lectura de ecograma y sondas corregidas. El respaldo de los datos se encuentra en el archivo digital listado\_de\_coordenadas\_y\_sondas.xls.

---

### **3.2 Análisis de vientos**

Se ha realizado un estudio de vientos cuyo objetivo principal es conocer el régimen local de vientos durante el período de mediciones. Se efectuaron mediciones de magnitud y dirección del viento con una estación meteorológica instalada en el área de estudio a una altura de 10 m.

**AREA DE TRABAJO:** Estuario del Río Queule

**POSICION:** E: 653586 N: 5637564

**FECHA:** Entre el 16 de febrero al 21 de marzo de 2014.

La superficie de los cuerpos de agua está expuesta a ser deformada o alterada por la influencia de diversas variables de distinto origen, dentro de las cuales, y de importancia en la circulación, está el viento, el cual posee la capacidad de generar flujos o bien modificarlos, principalmente en los estratos superficiales.

De manera muy general, el viento se trata de una variable meteorológica que se puede definir como el movimiento de las masas de aire. Cuando el viento sopla sobre un cuerpo de agua, se constituye en una fuerza muy importante de impulso para la generación de flujos. Este impulso produce un esfuerzo cortante, que originará una traslación importante de masas de agua, formando así corrientes superficiales.

### **3.3 Materiales y métodos**

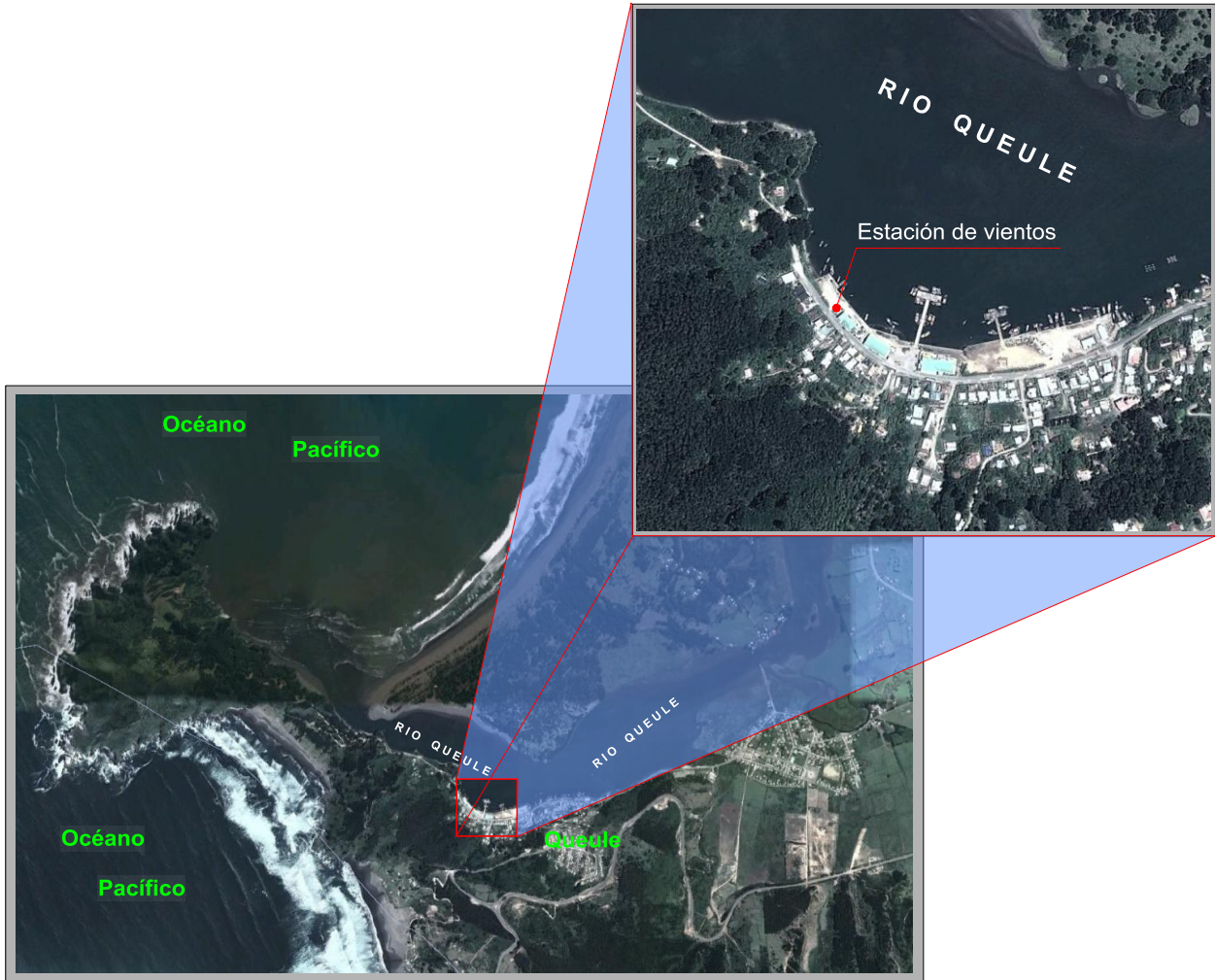
En el marco de la campaña de verano correspondiente a los estudios de la dinámica del Río Queule, se registraron la dirección y magnitud del viento promedio incidente en la zona de estudio entre el 16 de febrero y el 21 de marzo de 2014, estableciendo aproximadamente 33 días continuos de mediciones.

---

El registro se efectuó mediante una estación meteorológica posicionada en el sector poniente de la localidad de Queule en la ribera Sur del río del mismo nombre (0), sobre una antena facilitada por la Alcaldía de Mar (Figura N°22). Esta ubicación se determinó de tal manera de resguardar principalmente la seguridad del instrumento, considerando siempre la validez de la información recolectada.

El instrumento está compuesto por sensores marca Young modelo 03002-5 Wind Sentry, además de un datalogger digital Campbell Scientific, modelo CR200, el que posee alimentación externa mediante una batería que a su vez es constantemente recargada a través de celdas solares.

Figura N°22 Ubicación geográfica de la estación de vientos. Río Queule. Febrero- Marzo de 2014.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N°23 Vista de la estación de vientos en Río Queule. Febrero- Marzo de 2014.



Fuente: Elaboración Propia.

La instalación se realizó según las indicaciones propuestas por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada en el instructivo Oceanográfico N° 1 (2005), es decir en un punto representativo del área de interés, a una altura de 10 m sobre el nivel del agua y libre de obstáculos físicos que distorsionen las características del viento.

El equipo se configuró para registrar el promedio del viento cada 10 minutos de mediciones (cada 1 segundo), de la dirección y magnitud, almacenando además la magnitud del viento máximo observado en cada período de 10 minutos.

---

### 3.3.1 Objetivos

El estudio de vientos se efectuó con los siguientes objetivos:

- Conocer el régimen local de vientos durante el período de mediciones.
- Caracterizar el clima de vientos operacional y de diseño.

### 3.3.2 Análisis preliminar de la información

De la base de datos original (9241 datos) no se filtró ninguno, dado que se cumplían las siguientes condiciones:

- i. Las direcciones eran menores a 360°.
- ii. No existían datos sin velocidades o velocidades negativas.

De manera estándar la estadística de vientos en determinada zona se analiza con base en mediciones realizadas a 10 m de altura. Por este motivo las velocidades de viento se corrigieron mediante la aplicación de la distribución logarítmica de velocidad media respecto de la altura, considerando 2 puntos de interés de acuerdo a lo descrito en la siguiente ecuación:

$$V_x = V_m \cdot \frac{\ln\left(\frac{z_x}{z_0}\right)}{\ln\left(\frac{z_m}{z_0}\right)}$$

---

Donde:

$V_x$ : velocidad del viento a una altura  $z_x$ .

$V_m$ : velocidad medida a la altura  $z_m$ .

$z_0$ : altura de la rugosidad superficial.

Los valores adoptados para cada la rugosidad superficial se establecen de acuerdo a lo establecido por las recomendaciones de obras marítimas españolas (ROM 0.4-95), en específico de la tabla 2.1.2.2.1. Para el presente caso los valores utilizados para la corrección por altura de medición fueron:

- $z_m = 10 \text{ m}$
- $z_x = 10 \text{ m}$
- $z_0 = 0.005 \text{ m}$  (para mar abierto según ROM 04.95 tabla 2.1.4.1.1)
- $\ln(z_x / z_0) / \ln(z_m / z_0) = 1.0$

### **3.3.3 Análisis preliminar de la información**

En términos de frecuencia, la incidencia de los vientos observados presentó un predominio de las direcciones asociadas al 1º y 2º cuadrantes. Por lo general las ocurrencias se distribuyen de forma muy parecida entre las direcciones de estos cuadrantes, sin destacar ninguna de manera sobresaliente. Las mayores ocurrencias se presentaron en la dirección NNE con un 3,11% del total de las observaciones, seguida de la dirección WNW con un 20,3%, la dirección SE con un 2,54%.

La mayor ocurrencia en magnitud se presentó en episodios de calmas 76,68%, seguida de las magnitudes comprendidas entre 1 m/s y 5 m/s que presentaron una ocurrencia de un 22,64%.

Tabla N°5. Estadística básica de la base de datos de viento registrados en Río Queule.

Estadísticas

|                   | Vel (m/s) | Dir (º)  | Velx (m/s) | Vely (m/s) |
|-------------------|-----------|----------|------------|------------|
| <b>Mínimo</b>     | 0.000     | 0.052    | -4.340     | -5.346     |
| <b>Máximo</b>     | 7.510     | 359.996  | 5.533      | 7.290      |
| <b>Media</b>      | 0.957     | 144.761  | 0.206      | 0.051      |
| <b>Desv. Est.</b> | 0.640     | 103.33   | 0.67       | 0.92       |
| <b>Varianza</b>   | 0.409     | 10677.28 | 0.44       | 0.84       |
| <b>Asimetría</b>  | 4.960     | 0.44     | 0.785      | 1.202      |
| <b>Curtosis</b>   | 35.49     | -0.86    | 6.55       | 8.95       |
| <b>Moda</b>       | 0.95      | 340.00   | 0.00       | 0.00       |

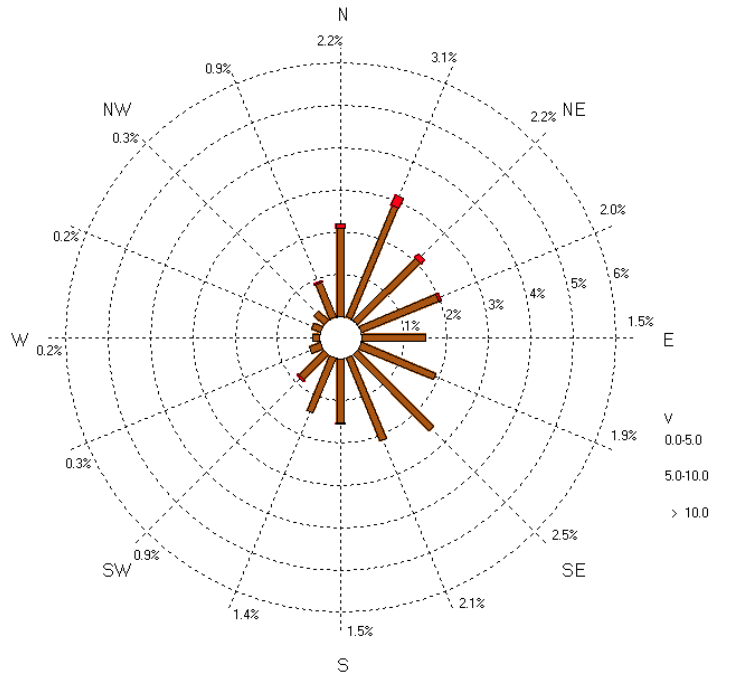
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°6. Distribución de frecuencia de la dirección y magnitud del viento (m/s) medidos en Río Queule.

|               | N    | NNE  | NE   | ENE  | E    | ESE  | SE   | SSE  | S    | SSW  | SW   | WSW  | W    | WNW  | NW   | NNW  | Total general | Ocurrencia(%) | Excedencia(%) |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|---------------|---------------|
| Calmas        | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 3654          | 76.68         | 23.32         |
| 1-5           | 99   | 136  | 99   | 94   | 72   | 91   | 121  | 101  | 72   | 66   | 39   | 13   | 8    | 11   | 15   | 42   | 1079          | 22.64         | 0.67          |
| 5-10          | 6    | 12   | 6    | 3    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 2    | 0    | 0    | 0    | 0    | 2    | 32            | 0.67          | 0.00          |
| Total general | 105  | 148  | 105  | 97   | 72   | 91   | 121  | 101  | 73   | 66   | 41   | 13   | 8    | 11   | 15   | 44   | 4765          |               |               |
| Ocurrencia(%) | 2.20 | 3.11 | 2.20 | 2.04 | 1.51 | 1.91 | 2.54 | 2.12 | 1.53 | 1.39 | 0.86 | 0.27 | 0.17 | 0.23 | 0.31 | 0.92 |               |               |               |

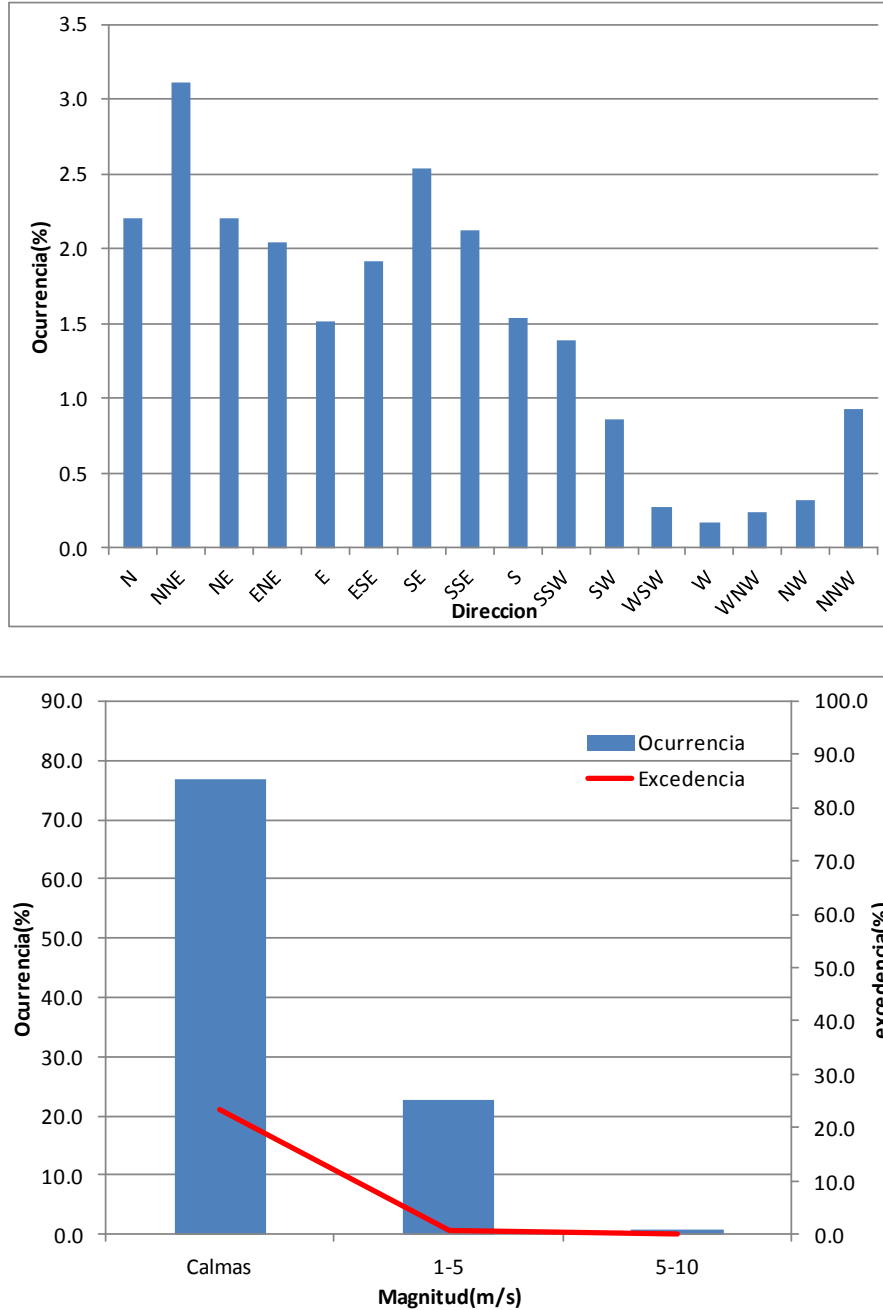
Fuente: Elaboración Propia.

**Figura N°24** Rosa de vientos de la distribución de frecuencia de la magnitud (barra de colores) y dirección de los medidos en Río Queule.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N°25 Distribución de frecuencia de la intensidad y dirección del viento medido en Río Queule.



Fuente: Elaboración Propia.

---

### 3.4 Estudio de mareas

#### 3.4.1 Introducción y objetivo

El nivel del agua en el sector de interés está altamente afectado por la onda de marea procedente del Océano Pacífico. En general, la superficie del mar asciende y desciende periódicamente en un lapso aproximado de 12 horas 25 minutos. La oscilación del nivel del mar en frecuencias de marea transcurre entre pleamares y bajamares sucesivas, cuyas alturas son condicionadas por las posiciones relativas de la Tierra, Sol y Luna respectivamente.

El principal agente forzante de las mareas corresponde a la fuerza de atracción gravitacional de la luna y el sol respectivamente. La acción combinada de estas fuerzas genera grandes rangos de marea de sicigia en las fases de luna nueva y luna llena. A su vez, las distancias lunares varían a través de un ciclo de 27,55 días en su condición de apogeo y perigeo.

No menos importante en latitudes medias, es el efecto que sobre las mareas ejerce la declinación lunar al norte y sur del plano del Ecuador, lo que provoca una modulación de 27,21 días en los rangos de marea.

El objetivo del estudio de mareas es presentar la información de alturas del nivel del mar, medidas in situ de forma que se pueda evaluar y analizar su efecto sobre la hidrodinámica de la zona de estudio. En presente informe se describen los procedimientos y resultados del registro de los niveles del agua en un sector fluvial del Río Queule, y en un sector costero, cercano a la desembocadura del mismo.

---

### 3.4.2 Metodología

Para conocer los aspectos relevantes de aquellas variables oceanográficas que interactuarán con el proyecto y en especial identificar el comportamiento que la variación del nivel del agua definiendo los principales planos de referencia, se realizaron observaciones continuas del nivel del agua durante un período de aproximadamente 33 días consecutivos en dos puntos cercanos a la desembocadura del Río Queule. Uno de éstos se ubicó en el sector fluvial, al SW de la localidad de Fresia, Región de Los Lagos. El otro se ubicó en el sector marino, al NW de la desembocadura, entre los roqueríos existentes en el borde costero de la península.

**AREA DE TRABAJO:** Sector fluvial. Estuario del Río Queule

**POSICIÓN:** E: 652186 N: 5639112

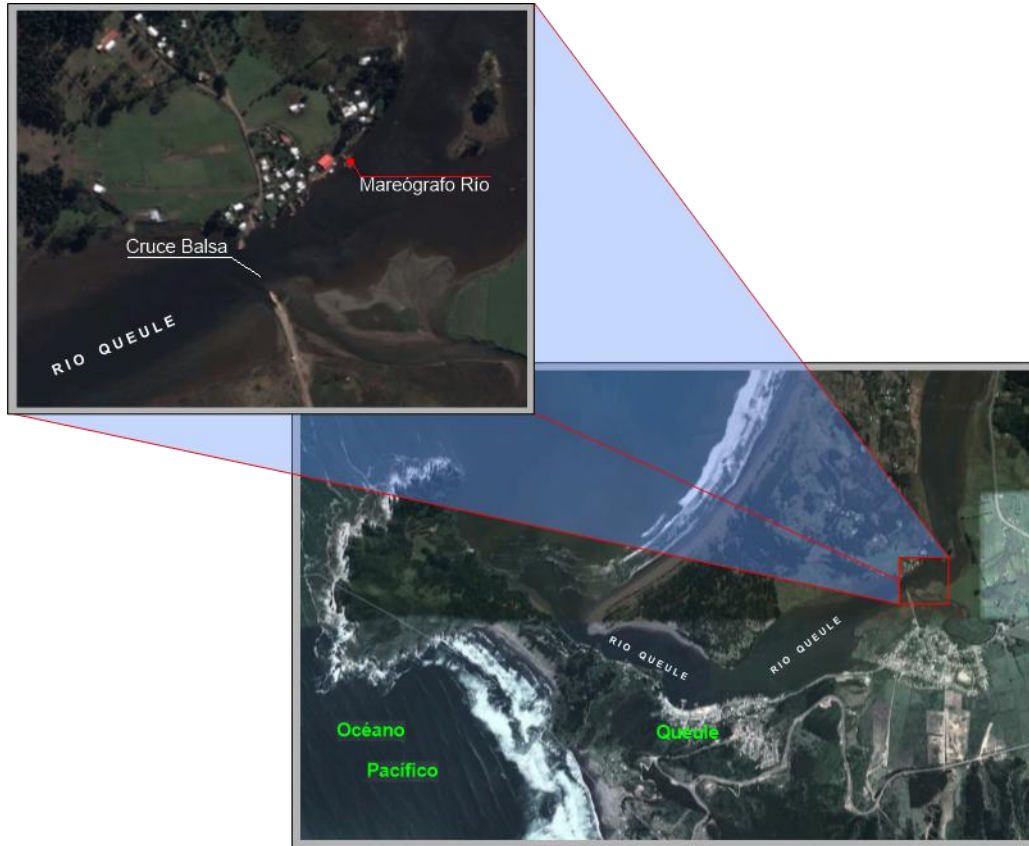
**AREA DE TRABAJO:** Sector marino. Estuario del Río Queule

**POSICIÓN:** E: 655361 N: 5638494

**FECHA:** Entre el 16 de febrero al 21 de marzo de 2014.

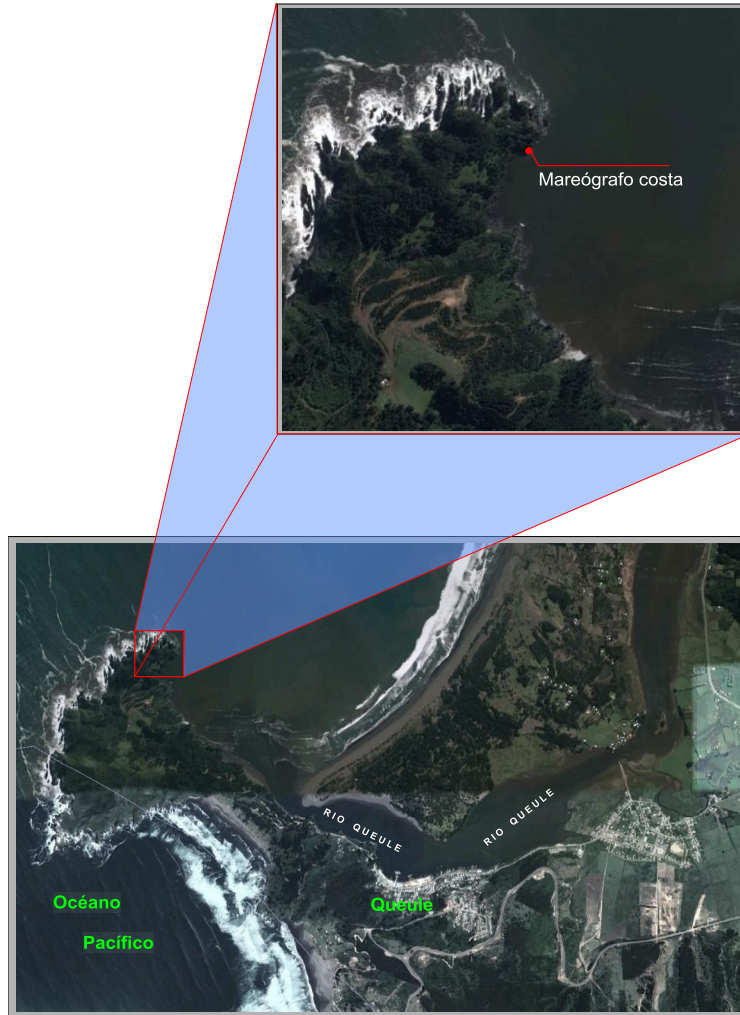
Figura N°26 Zona de estudio y emplazamiento del mareógrafo ubicado en el sector fluvial. Río Queule.

Febrero- Marzo de 2014.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N°27 Zona de estudio y emplazamiento del mareógrafo ubicado en el sector marino. Río Queule.  
Febrero- Marzo de 2014.



Fuente: Elaboración Propia.

### 3.4.3 Sector Fluvial

El registro del nivel del agua en el sector fluvial, se determinó mediante un mareógrafo, el que fue instalado en uno de los muelles existentes en la ribera Norte del río. El instrumento utilizado fue un mareógrafo digital marca AANDERAA (Figura N°28), con un rango de operación de 0 – 100 metros. Las mediciones se realizaron entre el 16 de febrero y el 21 de marzo de 2014.

**Figura N°28** Mareógrafo AANDERAA instalado en Río Queule. Febrero- Marzo de 2014.



Fuente: Elaboración Propia.

Dado que este equipo opera registrando internamente la presión ejercida por la columna de agua sobre un sensor de presión ubicado dentro de una cámara de bronce en el extremo de una línea, el instrumento se instaló sumergiendo la cámara adosada a uno de los pilotes del muelle (Figura 29) de tal manera que el sensor no quedara en seco durante las bajamares, mientras que el datalogger quedó en superficie adecuadamente protegido.

Figura N°29 Vista del muelle. En rojo se destaca la ubicación del mareógrafo. Río Queule. Febrero-Marzo de 2014.



Fuente: Elaboración Propia.

Junto al mareógrafo, y a modo de verificación de la buena operación del instrumento, se instaló una regla de marea graduada con una resolución de 5 centímetros y cuyo cero, coincidió con el cero del mareógrafo (cero instrumental). Junto con esto, se niveló topográficamente el cero respecto de uno de los puntos de referencia construidos en el área de proyecto (VER5), indicando que el cero instrumental se ubicó 3,036 m bajo el VER5. El instrumental y todas las maniobras y verificación del buen funcionamiento del equipo fueron efectuadas siguiendo las recomendaciones y requerimientos que se indican en las Instrucciones Oceanográficas N° 1 (SHOA, Pub. 3201, 2005).

Una vez rescatado el instrumento, se extrajeron los datos de nivel del mar a un archivo digital. A partir de la curva obtenida, se determinaron los valores horarios de alturas del nivel del mar, referidos al cero de registro del instrumento. Además, se determinaron los constituyentes armónicos de la marea.

**Figura N°30** Vista de la regla de marea instalada en Río Queule. Febrero- Marzo de 2014.



Fuente: Elaboración Propia.

---

#### 3.4.4 Sector Marino

Debido a la inexistencia de infraestructura de ningún tipo en el sector, el equipo fue instalado y anclado entre grietas formadas en el borde costero (Fig. 31), en las cuales se forman pozas que permitieron ubicar el sensor en un punto en que se pudo registrar la oscilación del nivel del mar.

**Figura N°31** Vista del sector costero rocoso. En rojo se destaca la ubicación del mareógrafo. Río Queule.  
Febrero- Marzo de 2014.



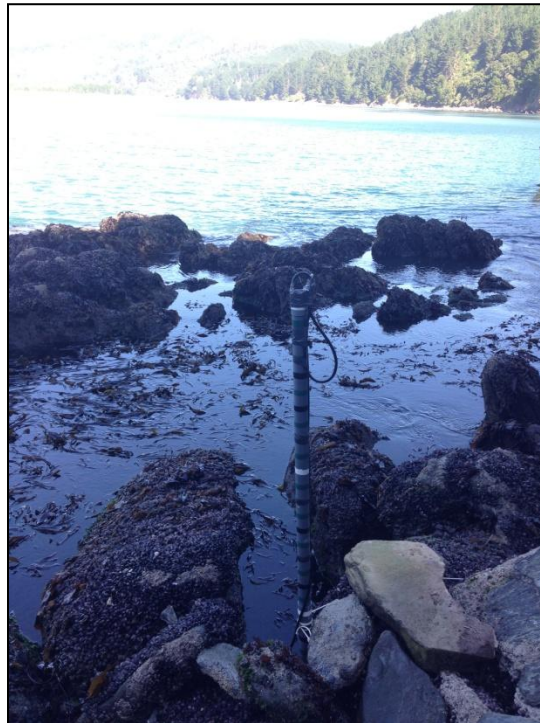
Fuente: Elaboración Propia.

El instrumento utilizado fue un mareógrafo digital marca Valeport, con un rango de operación de 0 – 10 metros. Las mediciones se realizaron entre el 16 de febrero y el 21 de marzo de 2014.

---

Al igual que en el caso de las mediciones en el sector fluvial, este equipo opera registrando internamente la presión ejercida por la columna de agua sobre un sensor de presión ubicado dentro de una cámara en el extremo de una línea, el instrumento se instaló sumergiendo la cámara adosada a la regla de marea de tal manera que el sensor no quedara en seco durante las bajamareas (Fig. 32), mientras que el datalogger quedó en superficie adecuadamente protegido en altura entre las rocas.

**Figura N°32** Mareógrafo Valeport y regla de marea instalado entre los roqueríos en las cercanías de la desembocadura del Río Queule. Febrero- Marzo de 2014.



Fuente: Elaboración Propia.

---

Como ya se mencionó, y para verificar la buena operación del instrumento, se instaló una regla de marea graduada con una resolución de 5 centímetros y cuyo cero, coincidió con el cero del mareógrafo (cero instrumental). Junto con esto, se niveló topográficamente el cero respecto de uno de los puntos de referencia construidos en el sector (VER6). El instrumental y todas las maniobras y verificación del buen funcionamiento del equipo fueron efectuadas siguiendo las recomendaciones y requerimientos que se indican en las Instrucciones Oceanográficas N° 1 (SHOA, Pub. 3201, 2005).

Una vez rescatado el instrumento, se extrajeron los datos de nivel del mar a un archivo digital. De la curva obtenida, se determinaron los valores horarios de alturas del nivel del mar, referidos al cero de registro del instrumento. Además, se determinaron los constituyentes armónicos de la marea.

### **3.4.5 Procesamiento de datos**

Los datos del nivel del agua fueron sometidos a un armónico, que permite descomponer la onda de marea en sus constituyentes fundamentales, proporcionando los datos para futuros pronósticos del nivel del agua.

El análisis armónico asume que la marea observada corresponde a la sumatoria de un número determinado de constituyentes armónicos. Estos constituyentes armónicos representativos de una onda de marea particular se caracterizan por la amplitud, atraso de fase y velocidad angular, las cuales son determinadas a partir de argumentos astronómicos.

De esta manera, las variaciones del nivel del mar se representan por un número finito N de términos armónicos mediante la ecuación:

$$H_n \cos (\sigma_n t - g_n )$$

---

Donde:

$H_n$  = Amplitud del armónico n.

$g_n$  = Atraso de Fase (época) de la marea de equilibrio en Greenwich para el armónico n.

$\sigma_n$  = Velocidad angular del armónico n.

La cantidad de constituyentes armónicos identificados en el registro de marea dependerá fundamentalmente de la longitud de las observaciones. En este caso se utilizó el criterio de Rayleigh que requiere que los constituyentes vecinos sean separados por al menos un ciclo completo sobre la longitud del registro.

Las mareas del tipo diurno son producidas principalmente por los constituyentes K1 y O1, en tanto que las mareas del tipo semidiurno son producidas principalmente por los constituyentes M2, S2 y N2.

La importancia relativa de los constituyentes diurnos y semidiurnos de la marea se puede expresar por medio del criterio de Courtier (F), el que en base a las amplitudes de los constituyentes armónicos permite determinar el régimen de mareas de un lugar. Este criterio está dominado por la siguiente ecuación:

$$F = \frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2} + H_{S2}}$$

De esta manera la característica de la marea estará dada por los valores de F:

F = 0,00 a 0,25 semidiurna

F = 0,25 a 1,50 mixta predominantemente semidiurna

F = 1,50 a 3,00 mixta predominantemente diurna

F = Mayor de 3,00 diurna

---

A partir de los armónicos determinados, se realizó un estudio de predicción de la altura del nivel del agua para el mismo período de registro in situ (febrero-marzo de 2014). Esto con el fin de determinar el grado de influencia de dichos armónicos en la composición de la onda de marea medida.

El análisis armónico desarrollado con los datos del nivel del agua, fue calculado por los algoritmos propuestos por Foreman (1977) y modificaciones realizadas en 1993. El programa con que se trabajó corresponde al formulado por Pawlowicz, R., B. et al. (2002), el cual está diseñado mediante un paquete de subprogramas escrito en lenguaje de programación Matlab®. Este programa está diseñado para facilitar el uso de los programas de análisis y pronóstico desarrollados por Foreman (1977), que determina las componentes armónicas de una serie de datos horaria para un periodo de tiempo determinado.

### **3.4.6 Resultados**

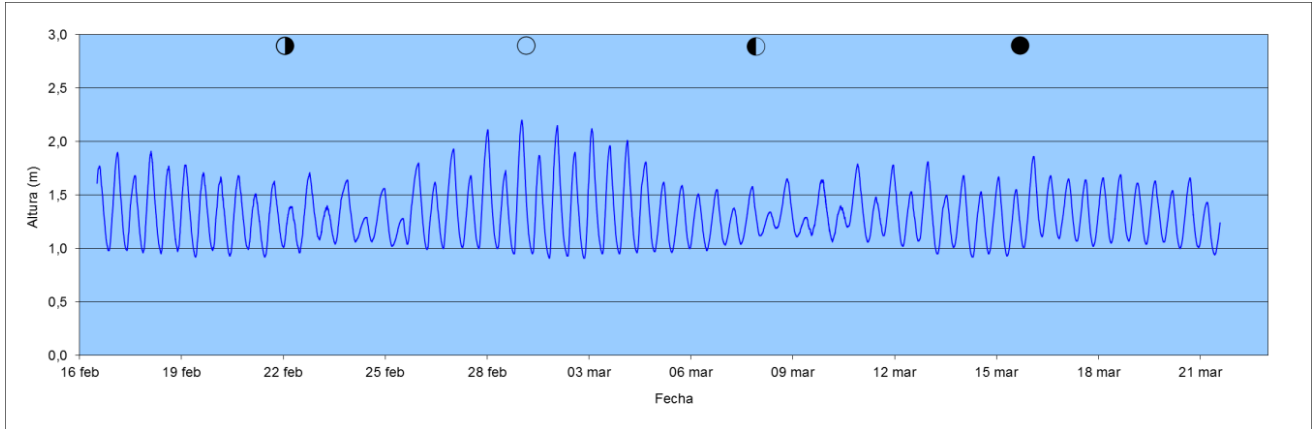
#### **3.4.6.1 Sector Fluvial**

Los resultados mostraron para el sector fluvial, que este se ve intensamente influenciado por la onda de marea que ingresa desde el Océano Pacífico hacia la zona costera y propagándose río arriba por la desembocadura, provocando un permanente ascenso y descenso del nivel del agua y que corresponde claramente a un comportamiento mareal.

Los resultados de la serie total del registro de alturas del nivel del mar cada 5 minutos, se observan en la figura anterior, la base de datos respectiva se adjunta en archivo magnético.

A partir del mencionado registro se obtuvieron las alturas horarias de marea, las que se observan en la Tabla N°8.

Tabla N°7. Alturas del nivel del agua (referidas al cero instrumental) registradas en Río Queule. Febrero-Marzo de 2014.



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°8. Alturas horarias del nivel del mar (m) referidas al cero instrumental. Río Queule. Febrero-Marzo de 2014.

| MES     | DIA   | HORAS |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|         |       | 00    | 01   | 02   | 03   | 04   | 05   | 06   | 07   | 08   | 09   | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20   | 21   | 22   | 23   |
| FEBRERO | 16    | NaN   | NaN  | NaN  | NaN  | NaN  | NaN  | NaN  | NaN  | NaN  | NaN  | NaN  | NaN  | NaN  | 1,73 | 1,77 | 1,67 | 1,52 | 1,34 | 1,2  | 1,06 | 0,99 | 0,99 | 1,11 | 1,3  |
|         | 17    | 1,5   | 1,7  | 1,85 | 1,89 | 1,7  | 1,5  | 1,32 | 1,14 | 1,03 | 0,99 | 1,03 | 1,2  | 1,41 | 1,53 | 1,63 | 1,68 | 1,55 | 1,39 | 1,23 | 1,09 | 0,99 | 0,97 | 1,05 | 1,29 |
|         | 18    | 1,51  | 1,73 | 1,87 | 1,86 | 1,69 | 1,49 | 1,32 | 1,15 | 1,04 | 0,98 | 0,98 | 1,15 | 1,38 | 1,59 | 1,71 | 1,75 | 1,63 | 1,48 | 1,33 | 1,18 | 1,06 | 1    | 1,01 | 1,14 |
|         | 19    | 1,37  | 1,58 | 1,75 | 1,78 | 1,67 | 1,5  | 1,34 | 1,16 | 1,04 | 0,96 | 0,92 | 1,02 | 1,2  | 1,42 | 1,57 | 1,69 | 1,68 | 1,55 | 1,39 | 1,25 | 1,11 | 1,02 | 0,98 | 1,03 |
|         | 20    | 1,22  | 1,38 | 1,55 | 1,62 | 1,66 | 1,49 | 1,37 | 1,22 | 1,09 | 0,99 | 0,94 | 0,96 | 1,1  | 1,3  | 1,48 | 1,59 | 1,68 | 1,64 | 1,52 | 1,37 | 1,24 | 1,1  | 1,02 | 1    |
|         | 21    | 1,05  | 1,2  | 1,34 | 1,45 | 1,5  | 1,47 | 1,37 | 1,26 | 1,14 | 1,03 | 0,95 | 0,92 | 0,97 | 1,13 | 1,31 | 1,42 | 1,56 | 1,61 | 1,59 | 1,46 | 1,34 | 1,23 | 1,12 | 1,04 |
|         | 22    | 1,01  | 1,06 | 1,19 | 1,29 | 1,36 | 1,38 | 1,39 | 1,3  | 1,24 | 1,11 | 1,03 | 0,97 | 0,97 | 1,07 | 1,21 | 1,34 | 1,5  | 1,62 | 1,67 | 1,67 | 1,56 | 1,45 | 1,32 | 1,22 |
|         | 23    | 1,13  | 1,09 | 1,1  | 1,15 | 1,26 | 1,31 | 1,38 | 1,4  | 1,35 | 1,28 | 1,19 | 1,12 | 1,06 | 1,05 | 1,11 | 1,23 | 1,36 | 1,47 | 1,52 | 1,57 | 1,61 | 1,64 | 1,54 | 1,4  |
|         | 24    | 1,3   | 1,19 | 1,11 | 1,06 | 1,09 | 1,11 | 1,15 | 1,2  | 1,24 | 1,27 | 1,29 | 1,29 | 1,21 | 1,12 | 1,07 | 1,08 | 1,11 | 1,16 | 1,25 | 1,34 | 1,45 | 1,5  | 1,54 | 1,56 |
|         | 25    | 1,52  | 1,37 | 1,24 | 1,13 | 1,05 | 1,02 | 1,04 | 1,07 | 1,12 | 1,18 | 1,23 | 1,26 | 1,28 | 1,26 | 1,13 | 1,07 | 1,05 | 1,14 | 1,31 | 1,43 | 1,56 | 1,67 | 1,75 | 1,79 |
|         | 26    | 1,71  | 1,52 | 1,34 | 1,19 | 1,07 | 1    | 1,01 | 1,16 | 1,3  | 1,43 | 1,55 | 1,61 | 1,54 | 1,38 | 1,26 | 1,13 | 1,04 | 1    | 1,1  | 1,27 | 1,45 | 1,61 | 1,77 | 1,87 |
|         | 27    | 1,92  | 1,81 | 1,56 | 1,35 | 1,19 | 1,08 | 1,02 | 1,02 | 1,12 | 1,28 | 1,43 | 1,59 | 1,66 | 1,63 | 1,45 | 1,28 | 1,13 | 1,04 | 1    | 1,08 | 1,31 | 1,55 | 1,79 | 1,95 |
|         | 28    | 2,08  | 2,03 | 1,76 | 1,51 | 1,3  | 1,14 | 1,05 | 1    | 1,02 | 1,2  | 1,38 | 1,55 | 1,66 | 1,71 | 1,54 | 1,35 | 1,19 | 1,05 | 0,98 | 0,95 | 1,11 | 1,4  | 1,73 | 1,99 |
|         | MARZO | 1     | 2,16 | 2,17 | 1,91 | 1,64 | 1,38 | 1,19 | 1,07 | 0,99 | 0,95 | 1,04 | 1,29 | 1,59 | 1,79 | 1,87 | 1,71 | 1,5  | 1,3  | 1,13 | 1,02 | 0,95 | 0,91 | 1,07 | 1,39 |
| 2       |       | 1,95  | 2,11 | 2,08 | 1,79 | 1,53 | 1,29 | 1,11 | 1,01 | 0,95 | 0,93 | 1,07 | 1,34 | 1,62 | 1,81 | 1,9  | 1,71 | 1,47 | 1,3  | 1,11 | 1    | 0,92 | 0,91 | 1,06 | 1,32 |
| 3       |       | 1,68  | 1,99 | 2,12 | 1,98 | 1,7  | 1,48 | 1,27 | 1,11 | 1,03 | 0,96 | 0,98 | 1,2  | 1,49 | 1,74 | 1,91 | 1,96 | 1,74 | 1,52 | 1,3  | 1,12 | 1,02 | 0,96 | 0,97 | 1,15 |
| 4       |       | 1,4   | 1,66 | 1,89 | 2,01 | 1,85 | 1,61 | 1,4  | 1,21 | 1,07 | 0,99 | 0,96 | 1,07 | 1,31 | 1,55 | 1,65 | 1,75 | 1,8  | 1,68 | 1,47 | 1,3  | 1,12 | 1,02 | 0,97 | 0,99 |
| 5       |       | 1,09  | 1,21 | 1,36 | 1,5  | 1,59 | 1,61 | 1,49 | 1,3  | 1,15 | 1,03 | 0,97 | 0,97 | 1,04 | 1,14 | 1,26 | 1,38 | 1,5  | 1,57 | 1,58 | 1,47 | 1,3  | 1,15 | 1,05 | 1    |
| 6       |       | 1,03  | 1,13 | 1,26 | 1,36 | 1,46 | 1,5  | 1,47 | 1,36 | 1,24 | 1,12 | 1,04 | 0,98 | 1    | 1,07 | 1,16 | 1,28 | 1,39 | 1,49 | 1,54 | 1,52 | 1,36 | 1,24 | 1,13 | 1,06 |
| 7       |       | 1,04  | 1,06 | 1,11 | 1,19 | 1,27 | 1,33 | 1,37 | 1,36 | 1,3  | 1,19 | 1,1  | 1,04 | 1,05 | 1,09 | 1,16 | 1,25 | 1,34 | 1,45 | 1,52 | 1,57 | 1,55 | 1,41 | 1,31 | 1,22 |
| 8       |       | 1,14  | 1,12 | 1,13 | 1,16 | 1,21 | 1,25 | 1,3  | 1,33 | 1,34 | 1,31 | 1,27 | 1,21 | 1,19 | 1,19 | 1,22 | 1,28 | 1,35 | 1,43 | 1,53 | 1,61 | 1,65 | 1,62 | 1,51 | 1,38 |
| 9       |       | 1,27  | 1,18 | 1,13 | 1,11 | 1,13 | 1,15 | 1,2  | 1,23 | 1,27 | 1,29 | 1,28 | 1,21 | 1,18 | 1,14 | 1,15 | 1,2  | 1,26 | 1,36 | 1,46 | 1,57 | 1,61 | 1,62 | 1,56 | 1,49 |
| 10      |       | 1,36  | 1,26 | 1,18 | 1,1  | 1,06 | 1,11 | 1,15 | 1,25 | 1,32 | 1,36 | 1,39 | 1,38 | 1,33 | 1,27 | 1,21 | 1,2  | 1,22 | 1,3  | 1,4  | 1,52 | 1,64 | 1,74 | 1,78 | 1,7  |
| 11      |       | 1,54  | 1,42 | 1,3  | 1,19 | 1,1  | 1,06 | 1,08 | 1,15 | 1,26 | 1,37 | 1,45 | 1,48 | 1,42 | 1,35 | 1,24 | 1,16 | 1,12 | 1,14 | 1,23 | 1,35 | 1,48 | 1,61 | 1,73 | 1,78 |
| 12      |       | 1,65  | 1,52 | 1,36 | 1,23 | 1,1  | 1,03 | 1,02 | 1,08 | 1,2  | 1,32 | 1,42 | 1,51 | 1,53 | 1,41 | 1,29 | 1,19 | 1,09 | 1,07 | 1,09 | 1,22 | 1,37 | 1,53 | 1,68 | 1,79 |
| 13      |       | 1,76  | 1,59 | 1,42 | 1,25 | 1,1  | 0,99 | 0,95 | 0,97 | 1,08 | 1,23 | 1,37 | 1,42 | 1,48 | 1,49 | 1,37 | 1,24 | 1,12 | 1,03 | 1,02 | 1,06 | 1,16 | 1,29 | 1,41 | 1,55 |
| 14      |       | 1,65  | 1,68 | 1,53 | 1,34 | 1,18 | 1,03 | 0,95 | 0,92 | 0,96 | 1,09 | 1,24 | 1,36 | 1,47 | 1,53 | 1,45 | 1,31 | 1,15 | 1,04 | 0,96 | 0,96 | 1,03 | 1,16 | 1,29 | 1,43 |
| 15      | 1,56  | 1,65  | 1,63 | 1,47 | 1,3  | 1,13 | 1,01 | 0,94 | 0,94 | 1    | 1,12 | 1,25 | 1,39 | 1,51 | 1,55 | 1,45 | 1,3  | 1,18 | 1,06 | 1,01 | 1,03 | 1,13 | 1,28 | 1,46 |      |
| 16      | 1,62  | 1,78  | 1,86 | 1,79 | 1,6  | 1,4  | 1,26 | 1,15 | 1,11 | 1,15 | 1,26 | 1,38 | 1,52 | 1,62 | 1,67 | 1,62 | 1,5  | 1,35 | 1,23 | 1,13 | 1,1  | 1,12 | 1,22 | 1,31 |      |
| 17      | 1,41  | 1,53  | 1,62 | 1,65 | 1,57 | 1,42 | 1,27 | 1,15 | 1,08 | 1,07 | 1,12 | 1,24 | 1,36 | 1,5  | 1,59 | 1,64 | 1,56 | 1,37 | 1,21 | 1,09 | 1,03 | 1,04 | 1,1  | 1,21 |      |
| 18      | 1,34  | 1,48  | 1,59 | 1,65 | 1,6  | 1,49 | 1,34 | 1,2  | 1,09 | 1,05 | 1,09 | 1,19 | 1,32 | 1,47 | 1,59 | 1,67 | 1,68 | 1,52 | 1,37 | 1,23 | 1,12 | 1,08 | 1,08 | 1,15 |      |
| 19      | 1,27  | 1,39  | 1,52 | 1,6  | 1,61 | 1,52 | 1,4  | 1,26 | 1,14 | 1,06 | 1,04 | 1,1  | 1,21 | 1,33 | 1,47 | 1,58 | 1,63 | 1,56 | 1,43 | 1,33 | 1,21 | 1,11 | 1,06 | 1,07 |      |
| 20      | 1,15  | 1,26  | 1,38 | 1,48 | 1,53 | 1,5  | 1,35 | 1,21 | 1,09 | 1,02 | 1,01 | 1,05 | 1,15 | 1,28 | 1,41 | 1,54 | 1,63 | 1,65 | 1,51 | 1,32 | 1,19 | 1,08 | 1,02 | 1,01 |      |
| 21      | 1,06  | 1,16  | 1,26 | 1,35 | 1,41 | 1,43 | 1,34 | 1,2  | 1,06 | 0,98 | 0,95 | 0,96 | 1,04 | 1,13 | 1,24 | NaN  | NaN  | NaN  | NaN  | NaN  | NaN  | NaN  | NaN  | NaN  |      |

Fuente: Elaboracion Propia.

---

#### 3.4.6.1.1 Análisis armónico y Cálculo del NRS

Los principales constituyentes de la marea obtenidos mediante el análisis armónico, se encuentran en la Tabla N°9.

Para los datos registrados en río Queule y de acuerdo al análisis armónico, se obtuvo un valor F de 0,597, indicativo que la marea en el área bajo estudio es del tipo mixta predominantemente semidiurna, es decir, resultan de importancia tanto la onda diurna como la semidiurna, caracterizándose por una desigualdad de las alturas de las pleamares y bajamares. Por lo general, se producen 2 pleamares y 2 bajamares cada día, resultando diurna ocasionalmente.

Para el establecimiento de las mayores pleamares y bajamares astronómicas a partir de los constituyentes armónicos se utilizaron los constituyentes armónicos que aportan mayor energía en las bandas de frecuencias diurnas y semidiurnas, definiéndose la bajamar extrema como:

$$NRS = Z_0 - H_{M2} + H_{S2} + H_{K1} + H_{O1} + H_{N2} \quad (1)$$

$NRS=1.322-(0,277+0,104+0,135+0,093+0,081)=-0.632m$ , es decir se ubicó a 0,632m bajo el cero instrumental.

#### Donde:

$Z_0$  corresponde al nivel medio del mar (NMM)

Con los valores correspondientes a las constituyentes armónicas específicas se infirió que el NRS (bajamar extrema), es decir, el nivel de agua más bajo esperado teóricamente para el sector se ubicó a 0,632 metros sobre el cero instrumental (o 2,404 m bajo el VER5).

Tabla N°9. **Constituyentes armónicos de la marea. Río Queule. Febrero-Marzo de 2014.**

| Armónico | Frecuencia<br>(ciclos/hora) | Amplitud<br>(m) | Fase<br>(grados) |
|----------|-----------------------------|-----------------|------------------|
| MM       | 0,002                       | 0,021           | 56,75            |
| MSF      | 0,003                       | 0,051           | 4,00             |
| ALP1     | 0,034                       | 0,004           | 270,96           |
| 2Q1      | 0,036                       | 0,003           | 295,41           |
| Q1       | 0,037                       | 0,011           | 289,29           |
| O1       | 0,039                       | 0,093           | 345,04           |
| NO1      | 0,040                       | 0,015           | 73,55            |
| P1       | 0,042                       | 0,045           | 39,03            |
| K1       | 0,042                       | 0,135           | 31,96            |
| J1       | 0,043                       | 0,010           | 112,36           |
| OO1      | 0,045                       | 0,015           | 202,38           |
| UPS1     | 0,046                       | 0,020           | 52,50            |
| EPS2     | 0,076                       | 0,029           | 277,36           |
| MU2      | 0,078                       | 0,021           | 57,18            |
| N2       | 0,079                       | 0,081           | 340,82           |
| M2       | 0,081                       | 0,277           | 35,87            |
| L2       | 0,082                       | 0,017           | 113,14           |
| S2       | 0,083                       | 0,104           | 49,81            |
| K2       | 0,084                       | 0,028           | 72,21            |

| Armónico | Frecuencia<br>(ciclos/hora) | Amplitud<br>(m) | Fase<br>(grados) |
|----------|-----------------------------|-----------------|------------------|
| ETA2     | 0,085                       | 0,020           | 35,89            |
| MO3      | 0,119                       | 0,002           | 264,77           |
| M3       | 0,121                       | 0,007           | 163,46           |
| MK3      | 0,122                       | 0,006           | 46,17            |
| SK3      | 0,125                       | 0,000           | 42,36            |
| MN4      | 0,160                       | 0,012           | 331,19           |
| M4       | 0,161                       | 0,009           | 70,23            |
| SN4      | 0,162                       | 0,004           | 315,90           |
| MS4      | 0,164                       | 0,014           | 58,45            |
| S4       | 0,167                       | 0,007           | 79,83            |
| 2MK5     | 0,203                       | 0,003           | 222,02           |
| 2SK5     | 0,208                       | 0,002           | 269,57           |
| 2MN6     | 0,240                       | 0,004           | 96,44            |
| M6       | 0,242                       | 0,004           | 190,15           |
| 2MS6     | 0,244                       | 0,005           | 163,20           |
| 2SM6     | 0,247                       | 0,002           | 158,62           |
| 3MK7     | 0,283                       | 0,002           | 217,71           |
| M8       | 0,322                       | 0,000           | 255,13           |
| M10      | 0,403                       | 0,000           | 276,35           |

Fuente: Elaboración Propia.

#### 3.4.6.1.2 Predicción y residuales de la marea:

La distribución del ciclo de marea en un punto río arriba del río Queule, se muestra en la Fig. 33 (color azul), además se trazó la predicción (rojo) efectuada en base a los armónicos calculados. Se observó que la curva predicha se ajustó de manera satisfactoria a los datos registrados in situ, reproduciendo las diferencias en amplitud entre llenantes y vaciantes además de las variaciones entre fases lunares. Esto indicó que los armónicos considerados, explican en gran medida el comportamiento de la marea, por lo que entregan confiabilidad para la predicción de niveles del agua en cualquier período de tiempo.

Figura N°33 Comparativa de las mareas in situ (azul), pronósticos (rojo) y los residuales (amarillo). Río Queule. Febrero- Marzo de 2014. Alturas referidas al 0 instrumental.



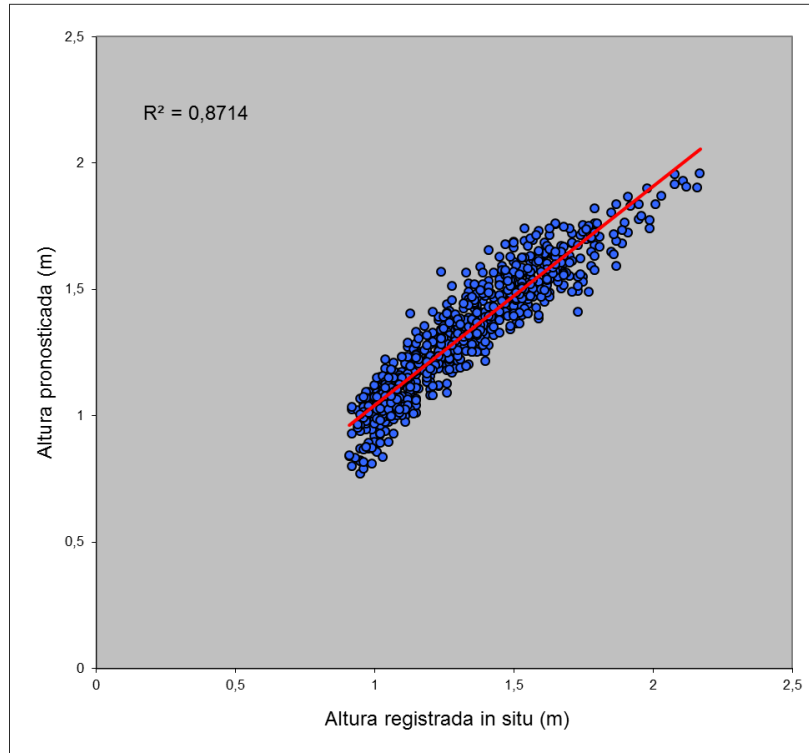
Fuente: Elaboración Propia.

Por otra parte, se observó que los residuales fueron de amplitud variable, con un promedio cercano a 0,006 m entre series, mientras que la mayor diferencia observada fue de 0,32 m.

Dichas diferencias pueden corresponder a variables que no son consideradas en la modelación numérica, siendo estas distorsiones de la onda producto de por ejemplo las variaciones del caudal del río, la configuración geográfica del sector y el carácter somero del mismo.

Finalmente, de manera de determinar el grado de relación entre la data horaria registrada in situ y las alturas pronosticadas, se efectuó un análisis de correlación lineal. La Fig. 34 muestra dicho análisis, el cual arrojó un coeficiente de 0,87, corroborando el buen ajuste entre ambas series de datos.

Figura N°34 Correlación lineal entre el nivel de las aguas observado y el pronosticado (referidas al cero instrumental). Río Queule. Febrero- Marzo de 2014.



Fuente: Elaboración propia.

Este grado de correlación indica que, a pesar de tratarse de un sistema fluvial, en el que la onda mareal podría sufrir alteraciones, para este sector en específico, el comportamiento del nivel del agua es regular y predecible, permitiendo establecer tiempos de duración de la llenante y vaciante, períodos de estoa y los niveles máximos y mínimos bajo ciertas condiciones determinadas. Lo anterior da a la navegación una herramienta importante para determinar períodos de mayor seguridad para surcar el río.

---

Es importante decir que la propagación de la marea río arriba, más allá del sector de estudio, sufrirá distorsiones que serán más evidentes debido a la batimetría irregular del curso fluvial, las variaciones geográficas (angostamiento del cauce) y la atenuación de la onda, además de las variaciones estacionales del caudal, repercutiendo en el comportamiento del nivel del agua, haciéndolo irregular y poco predecible. Dicha irregularidad afectará por ejemplo la elevación en el nivel medio, la amortiguación de la onda, el aumento en la predominancia de frecuencias no lineales y la disparidad en la duración de los períodos (llenante – vaciante).

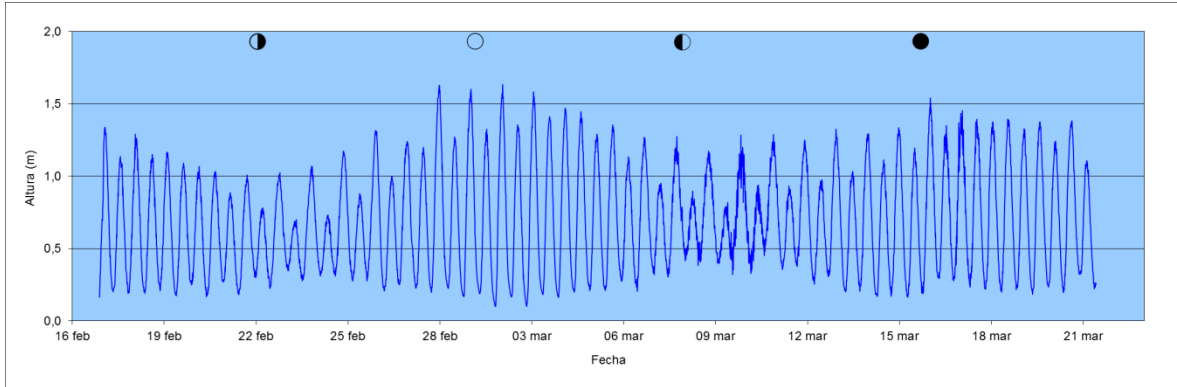
#### **3.4.6.2 Sector Marino**

Los resultados mostraron para el sector marino, que el nivel del mar osciló entre aproximadamente 0,10 m (bajamar máxima) hasta 1,63 m (pleamar máxima), mientras que el nivel medio del mar (NMM) fue de 0,70 m. Todos valores referidos al cero instrumental.

Los resultados de la serie total del registro de alturas del nivel del mar cada 10 minutos, se observan en la Tabla N°10, la base de datos respectiva se adjunta en archivo magnético.

A partir del mencionado registro se obtuvieron las alturas horarias de marea, las que se observan en la Tabla N°10.

Tabla N°10. Alturas del nivel del agua (referidas al cero instrumental) registradas en el sector marino. Río Queule. Febrero-Marzo de 2014.



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°11. Alturas horarias del nivel del mar (m) referidas al cero instrumental. Sector marino. Río Queule. Febrero-Marzo de 2014.

| MES     | DIA   | HORAS |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         |       | 00    | 01    | 02    | 03    | 04    | 05    | 06    | 07    | 08    | 09    | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 20    | 21    | 22    | 23    |       |
| FEBRERO | 16    | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 0,329 | 0,607 |
|         | 17    | 0,816 | 1,266 | 1,287 | 1,17  | 0,899 | 0,587 | 0,372 | 0,25  | 0,201 | 0,236 | 0,424 | 0,674 | 0,862 | 1,094 | 1,102 | 1,084 | 0,79  | 0,626 | 0,356 | 0,268 | 0,208 | 0,275 | 0,489 | 0,669 |       |
|         | 18    | 0,885 | 1,199 | 1,261 | 1,189 | 0,928 | 0,74  | 0,442 | 0,279 | 0,229 | 0,208 | 0,296 | 0,521 | 0,787 | 1,035 | 1,112 | 1,104 | 0,963 | 0,753 | 0,517 | 0,383 | 0,266 | 0,227 | 0,322 | 0,524 |       |
|         | 19    | 0,817 | 0,974 | 1,165 | 1,129 | 0,984 | 0,754 | 0,557 | 0,338 | 0,226 | 0,178 | 0,224 | 0,368 | 0,601 | 0,895 | 1,004 | 1,082 | 0,981 | 0,9   | 0,681 | 0,462 | 0,298 | 0,276 | 0,275 | 0,364 |       |
|         | 20    | 0,605 | 0,819 | 0,994 | 1,015 | 0,987 | 0,861 | 0,649 | 0,395 | 0,259 | 0,168 | 0,204 | 0,239 | 0,461 | 0,693 | 0,87  | 0,973 | 1,025 | 0,887 | 0,82  | 0,606 | 0,457 | 0,333 | 0,284 | 0,284 |       |
|         | 21    | 0,389 | 0,518 | 0,736 | 0,851 | 0,867 | 0,798 | 0,682 | 0,553 | 0,352 | 0,257 | 0,189 | 0,214 | 0,289 | 0,455 | 0,691 | 0,814 | 0,929 | 1,007 | 0,891 | 0,783 | 0,618 | 0,478 | 0,373 | 0,324 |       |
|         | 22    | 0,316 | 0,416 | 0,529 | 0,683 | 0,741 | 0,754 | 0,754 | 0,572 | 0,501 | 0,338 | 0,304 | 0,234 | 0,31  | 0,393 | 0,573 | 0,707 | 0,844 | 0,936 | 1,004 | 0,972 | 0,831 | 0,724 | 0,574 | 0,453 |       |
|         | 23    | 0,369 | 0,361 | 0,414 | 0,463 | 0,557 | 0,625 | 0,687 | 0,656 | 0,606 | 0,533 | 0,426 | 0,337 | 0,302 | 0,296 | 0,362 | 0,546 | 0,685 | 0,815 | 0,948 | 1,032 | 1,064 | 0,936 | 0,763 | 0,616 |       |
|         | 24    | 0,476 | 0,403 | 0,335 | 0,334 | 0,38  | 0,509 | 0,609 | 0,658 | 0,711 | 0,676 | 0,627 | 0,475 | 0,414 | 0,346 | 0,35  | 0,387 | 0,451 | 0,723 | 0,846 | 0,987 | 1,136 | 1,147 | 1,054 | 0,899 |       |
|         | 25    | 0,723 | 0,489 | 0,395 | 0,301 | 0,302 | 0,366 | 0,491 | 0,658 | 0,786 | 0,863 | 0,847 | 0,738 | 0,604 | 0,436 | 0,377 | 0,282 | 0,358 | 0,477 | 0,711 | 0,886 | 1,076 | 1,273 | 1,302 | 1,209 |       |
|         | 26    | 0,944 | 0,708 | 0,431 | 0,298 | 0,231 | 0,243 | 0,308 | 0,517 | 0,733 | 0,878 | 0,975 | 0,963 | 0,841 | 0,638 | 0,439 | 0,293 | 0,252 | 0,275 | 0,521 | 0,755 | 0,965 | 1,19  | 1,214 | 1,223 |       |
|         | 27    | 1,047 | 0,784 | 0,54  | 0,454 | 0,295 | 0,23  | 0,254 | 0,381 | 0,659 | 0,903 | 1,066 | 1,198 | 1,121 | 0,892 | 0,646 | 0,426 | 0,267 | 0,216 | 0,253 | 0,511 | 0,89  | 1,203 | 1,436 | 1,588 |       |
|         | 28    | 1,593 | 1,284 | 0,95  | 0,616 | 0,379 | 0,285 | 0,238 | 0,265 | 0,423 | 0,755 | 1,043 | 1,202 | 1,257 | 1,073 | 0,847 | 0,559 | 0,343 | 0,219 | 0,175 | 0,173 | 0,5   | 0,862 | 1,266 | 1,457 |       |
| MARZO   | 1     | 1,582 | 1,506 | 1,224 | 0,794 | 0,504 | 0,308 | 0,237 | 0,188 | 0,235 | 0,44  | 0,86  | 1,146 | 1,287 | 1,241 | 1,084 | 0,72  | 0,443 | 0,252 | 0,159 | 0,108 | 0,172 | 0,495 | 0,907 | 1,241 |       |
|         | 2     | 1,492 | 1,557 | 1,384 | 1,024 | 0,712 | 0,418 | 0,263 | 0,196 | 0,165 | 0,248 | 0,621 | 0,965 | 1,193 | 1,353 | 1,272 | 1,013 | 0,713 | 0,394 | 0,237 | 0,148 | 0,1   | 0,214 | 0,561 | 1,003 |       |
|         | 3     | 1,323 | 1,514 | 1,493 | 1,299 | 0,976 | 0,593 | 0,353 | 0,25  | 0,201 | 0,203 | 0,421 | 0,778 | 1,12  | 1,325 | 1,41  | 1,266 | 0,988 | 0,677 | 0,421 | 0,256 | 0,186 | 0,165 | 0,346 | 0,716 |       |
|         | 4     | 1,083 | 1,33  | 1,457 | 1,372 | 1,146 | 0,862 | 0,515 | 0,335 | 0,233 | 0,204 | 0,279 | 0,558 | 0,932 | 1,215 | 1,395 | 1,394 | 1,182 | 0,972 | 0,663 | 0,453 | 0,269 | 0,236 | 0,245 | 0,451 |       |
|         | 5     | 0,751 | 1,042 | 1,247 | 1,291 | 1,174 | 0,944 | 0,684 | 0,467 | 0,297 | 0,225 | 0,245 | 0,375 | 0,705 | 0,99  | 1,186 | 1,325 | 1,302 | 1,144 | 0,878 | 0,648 | 0,445 | 0,361 | 0,281 | 0,302 |       |
|         | 6     | 0,454 | 0,742 | 0,968 | 1,081 | 1,112 | 0,95  | 0,842 | 0,562 | 0,383 | 0,266 | 0,234 | 0,306 | 0,49  | 0,696 | 0,981 | 1,136 | 1,268 | 1,195 | 1,071 | 0,916 | 0,665 | 0,544 | 0,418 | 0,347 |       |
|         | 7     | 0,34  | 0,451 | 0,67  | 0,89  | 0,94  | 0,943 | 0,882 | 0,764 | 0,54  | 0,418 | 0,359 | 0,317 | 0,393 | 0,549 | 0,831 | 0,997 | 1,088 | 1,195 | 1,176 | 1,067 | 0,85  | 0,69  | 0,64  | 0,508 |       |
|         | 8     | 0,494 | 0,471 | 0,522 | 0,651 | 0,698 | 0,794 | 0,897 | 0,792 | 0,788 | 0,56  | 0,491 | 0,425 | 0,406 | 0,47  | 0,638 | 0,814 | 0,942 | 1,065 | 1,113 | 1,162 | 1,086 | 0,968 | 0,799 | 0,638 |       |
|         | 9     | 0,569 | 0,459 | 0,401 | 0,417 | 0,478 | 0,571 | 0,58  | 0,77  | 0,732 | 0,699 | 0,629 | 0,504 | 0,518 | 0,445 | 0,537 | 0,573 | 0,568 | 0,713 | 1,041 | 1,062 | 0,921 | 1,067 | 0,944 | 0,902 |       |
|         | 10    | 0,8   | 0,538 | 0,4   | 0,429 | 0,489 | 0,446 | 0,644 | 0,783 | 0,862 | 0,891 | 0,784 | 0,81  | 0,711 | 0,551 | 0,489 | 0,533 | 0,641 | 0,809 | 0,932 | 1,036 | 1,154 | 1,18  | 1,217 | 1,073 |       |
|         | 11    | 0,946 | 0,714 | 0,569 | 0,436 | 0,381 | 0,384 | 0,464 | 0,622 | 0,754 | 0,879 | 0,911 | 0,863 | 0,775 | 0,613 | 0,467 | 0,422 | 0,394 | 0,454 | 0,701 | 0,861 | 1,097 | 1,164 | 1,239 | 1,163 |       |
|         | 12    | 1,075 | 0,791 | 0,606 | 0,409 | 0,324 | 0,281 | 0,321 | 0,456 | 0,678 | 0,842 | 0,928 | 0,939 | 0,909 | 0,687 | 0,559 | 0,39  | 0,322 | 0,316 | 0,445 | 0,714 | 0,941 | 1,154 | 1,213 | 1,269 |       |
|         | 13    | 1,116 | 0,959 | 0,67  | 0,505 | 0,281 | 0,23  | 0,201 | 0,319 | 0,507 | 0,809 | 0,951 | 1,014 | 0,94  | 0,797 | 0,626 | 0,438 | 0,297 | 0,204 | 0,293 | 0,461 | 0,828 | 1,015 | 1,182 | 1,288 |       |
| 14      | 1,257 | 1,035 | 0,786 | 0,518 | 0,328 | 0,206 | 0,189 | 0,195 | 0,416 | 0,701 | 0,942 | 1,016 | 1,068 | 0,912 | 0,747 | 0,499 | 0,349 | 0,214 | 0,199 | 0,319 | 0,545 | 0,86  | 1,157 | 1,292 |       |       |
| 15      | 1,314 | 1,19  | 0,902 | 0,677 | 0,419 | 0,276 | 0,171 | 0,182 | 0,336 | 0,592 | 0,857 | 1,07  | 1,194 | 1,097 | 0,836 | 0,651 | 0,458 | 0,274 | 0,216 | 0,259 | 0,449 | 0,82  | 1,051 | 1,297 |       |       |
| 16      | 1,431 | 1,414 | 1,225 | 0,948 | 0,634 | 0,412 | 0,304 | 0,306 | 0,374 | 0,643 | 0,94  | 1,152 | 1,243 | 1,181 | 1,155 | 0,823 | 0,585 | 0,437 | 0,284 | 0,307 | 0,407 | 0,687 | 0,997 | 1,193 |       |       |
| 17      | 1,394 | 1,283 | 1,215 | 1,048 | 0,773 | 0,522 | 0,345 | 0,251 | 0,293 | 0,487 | 0,826 | 1,082 | 1,329 | 1,342 | 1,228 | 0,982 | 0,75  | 0,496 | 0,337 | 0,227 | 0,265 | 0,398 | 0,708 | 1,047 |       |       |
| 18      | 1,287 | 1,375 | 1,236 | 1,097 | 0,788 | 0,585 | 0,344 | 0,255 | 0,199 | 0,324 | 0,563 | 1,017 | 1,229 | 1,351 | 1,368 | 1,172 | 0,885 | 0,618 | 0,412 | 0,277 | 0,236 | 0,282 | 0,536 | 0,856 |       |       |
| 19      | 1,123 | 1,24  | 1,266 | 1,143 | 0,871 | 0,618 | 0,411 | 0,271 | 0,202 | 0,228 | 0,432 | 0,825 | 1,093 | 1,307 | 1,356 | 1,22  | 1,043 | 0,776 | 0,529 | 0,367 | 0,252 | 0,247 | 0,326 | 0,614 |       |       |
| 20      | 0,904 | 1,099 | 1,182 | 1,188 | 0,981 | 0,734 | 0,503 | 0,32  | 0,235 | 0,211 | 0,389 | 0,617 | 0,982 | 1,205 | 1,326 | 1,22  | 1,043 | 0,997 | 0,731 | 0,528 | 0,38  | 0,329 | 0,332 | 0,383 |       |       |
| 21      | 0,639 | 0,907 | 1,053 | 1,101 | 1,041 | 0,807 | 0,604 | 0,423 | 0,297 | 0,241 | 0,251 | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |       |       |

Fuente: Elaboración Propia.

---

#### 3.4.6.2.1 Análisis armónico y Cálculo del NRS

Los principales constituyentes de la marea obtenidos mediante el análisis armónico, se encuentran en la Tabla N°12.

Para los datos registrados y de acuerdo al análisis armónico, se obtuvo un valor F de 0,445, indicativo que la marea en el área bajo estudio es del tipo mixta predominantemente semidiurna, es decir, resultan de importancia tanto la onda diurna como la semidiurna, caracterizándose por una desigualdad de las alturas de las pleamares y bajamares. Por lo general, se producen 2 pleamares y 2 bajamares cada día, resultando diurna ocasionalmente; de manera similar a lo encontrado para el sector fluvial.

Para el establecimiento de las mayores pleamares y bajamares astronómicas a partir de los constituyentes armónicos se utilizó un procedimiento similar al expuesto para el sector fluvial. Con los valores correspondientes a las constituyentes armónicas específicas en la Tabla 12, se infirió que el NRS (bajamar extrema), es decir, el nivel de agua más bajo esperado teóricamente de acuerdo a la ecuación (1) es el siguiente:

$$\text{NRS} = 0.7 - (0.412 + 0.157 + 0.150 + 0.103 + 0.092) = -0.214 \text{ m}$$
, es decir se ubicó a 0,214m bajo el cero instrumental.

Tabla N°12. Constituyentes armónicos de la marea del sector marino. Río Queule. Febrero-Marzo de 2014.

| Armónico | Frecuencia<br>(ciclos/hora) | Amplitud<br>(m) | Fase<br>(grados) |
|----------|-----------------------------|-----------------|------------------|
| MM       | 0,002                       | 0,041           | 124,07           |
| MSF      | 0,003                       | 0,058           | 19,12            |
| ALP1     | 0,034                       | 0,006           | 161,16           |
| 2Q1      | 0,036                       | 0,008           | 211,29           |
| Q1       | 0,037                       | 0,014           | 277,12           |
| O1       | 0,039                       | 0,103           | 340,98           |
| NO1      | 0,040                       | 0,006           | 296,81           |
| P1       | 0,042                       | 0,050           | 23,14            |
| K1       | 0,042                       | 0,150           | 16,07            |
| J1       | 0,043                       | 0,003           | 152,79           |
| OO1      | 0,045                       | 0,021           | 166,30           |
| UPS1     | 0,046                       | 0,010           | 179,25           |
| EPS2     | 0,076                       | 0,006           | 240,71           |
| MU2      | 0,078                       | 0,013           | 326,16           |
| N2       | 0,079                       | 0,092           | 322,92           |
| M2       | 0,081                       | 0,412           | 8,14             |
| L2       | 0,082                       | 0,032           | 57,93            |
| S2       | 0,083                       | 0,157           | 20,11            |
| K2       | 0,084                       | 0,043           | 42,51            |

| Armónico | Frecuencia<br>(ciclos/hora) | Amplitud<br>(m) | Fase<br>(grados) |
|----------|-----------------------------|-----------------|------------------|
| ETA2     | 0,085                       | 0,012           | 188,52           |
| MO3      | 0,119                       | 0,012           | 256,64           |
| M3       | 0,121                       | 0,004           | 196,23           |
| MK3      | 0,122                       | 0,004           | 336,69           |
| SK3      | 0,125                       | 0,004           | 272,85           |
| MN4      | 0,160                       | 0,007           | 302,28           |
| M4       | 0,161                       | 0,019           | 334,03           |
| SN4      | 0,162                       | 0,009           | 346,96           |
| MS4      | 0,164                       | 0,018           | 3,26             |
| S4       | 0,167                       | 0,005           | 47,46            |
| 2MK5     | 0,203                       | 0,001           | 222,86           |
| 2SK5     | 0,208                       | 0,001           | 277,83           |
| 2MN6     | 0,240                       | 0,007           | 109,45           |
| M6       | 0,242                       | 0,007           | 143,14           |
| 2MS6     | 0,244                       | 0,007           | 193,48           |
| 2SM6     | 0,247                       | 0,003           | 101,14           |
| 3MK7     | 0,283                       | 0,002           | 359,33           |
| M8       | 0,322                       | 0,002           | 323,81           |
| M10      | 0,403                       | 0,002           | 297,01           |

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.4.6.2.2 Predicción y residuales de la marea:

La distribución del ciclo de marea en un punto río arriba del río Queule, se muestra en la Figura N°35 (color azul), además se trazó la predicción (rojo) efectuada en base a los armónicos calculados. Se observó que la curva predicha se ajustó de manera satisfactoria a los datos registrados in situ, reproduciendo las diferencias en amplitud entre llenantes y vaciantes además de las variaciones entre fases lunares. Al igual que en el sector fluvial, esto indica que los armónicos considerados, explican en gran medida el comportamiento de la marea, por lo que entregan confiabilidad para la predicción de niveles del agua en cualquier período de tiempo.

Figura N°35 Comparativa de las mareas in situ (azul), pronósticos (rojo) y los residuales (amarillo). Sector marino. Río Queule. Febrero- Marzo de 2014. Alturas referidas al 0 instrumental.

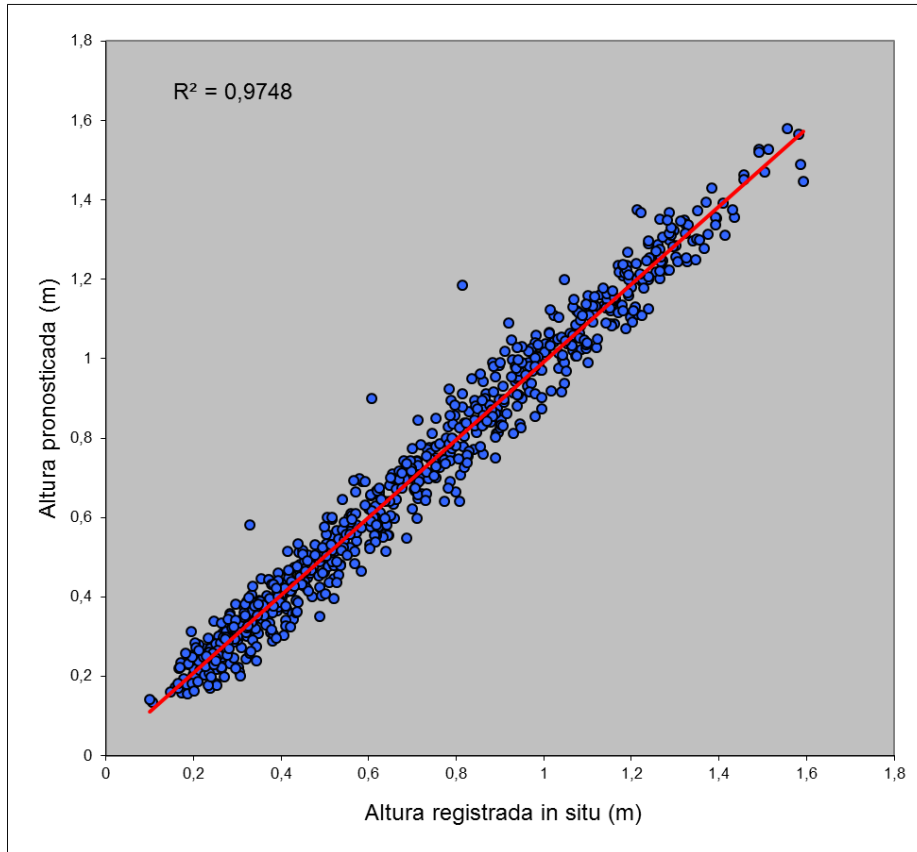


Fuente: Elaboración Propia

Por otra parte, se observó que los residuales fueron de amplitud variable, con un promedio cercano a 0,003 m entre series, mientras que la mayor diferencia observada fue de 0,38 m.

Finalmente, para determinar el grado de relación entre la data horaria registrada in situ y las alturas pronosticadas, se efectuó un análisis de correlación lineal. La Figura N°36 muestra dicho análisis, el cual arrojó un coeficiente de 0,97, corroborando el buen ajuste entre ambas series de datos.

Figura N°36 Correlación lineal entre el nivel del mar observado y el pronosticado (referidas al cero instrumental). Sector marino. Río Queule. Febrero- Marzo de 2014.



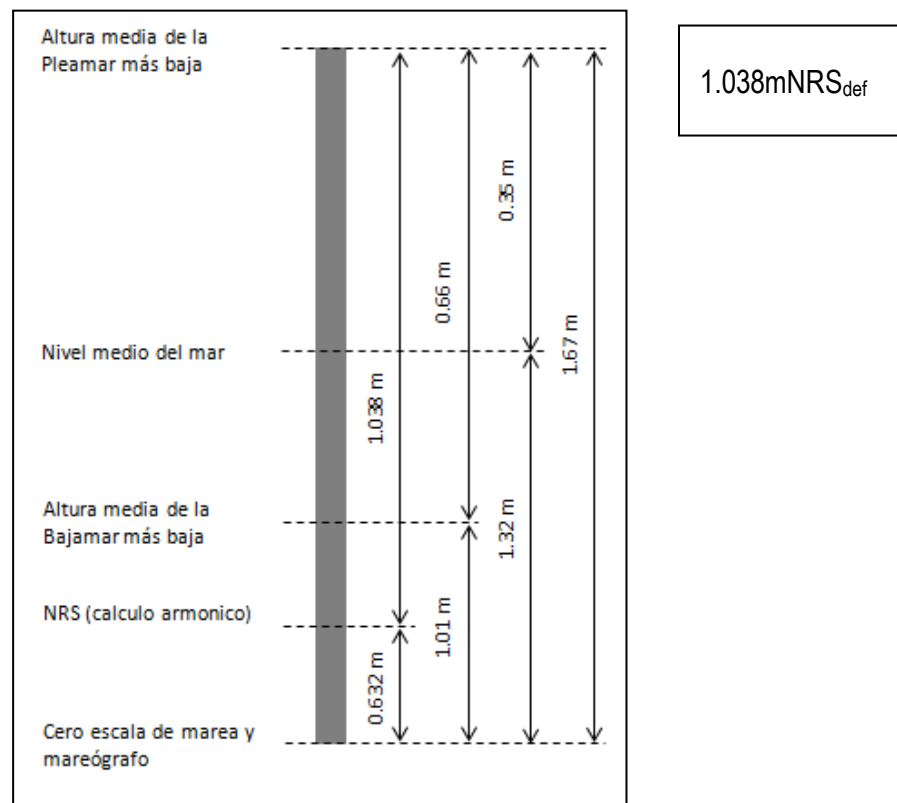
Fuente: Elaboración Propia.

### 3.4.7 Conclusiones

Desde el punto de vista de la instalación el mareógrafo fluvial quedó mejor instalado que el mareógrafo marino, dado que este último por el sector donde hubo que instalarlo quedó expuesto a potenciales desplazamientos y vulnerabilidades del medio ambiente. Por esta razón desde el punto de vista de establecer un NRS definitivo ( $NRS_{def}$ ) se privilegió el cálculo del NRS entregado por el mareógrafo fluvial.

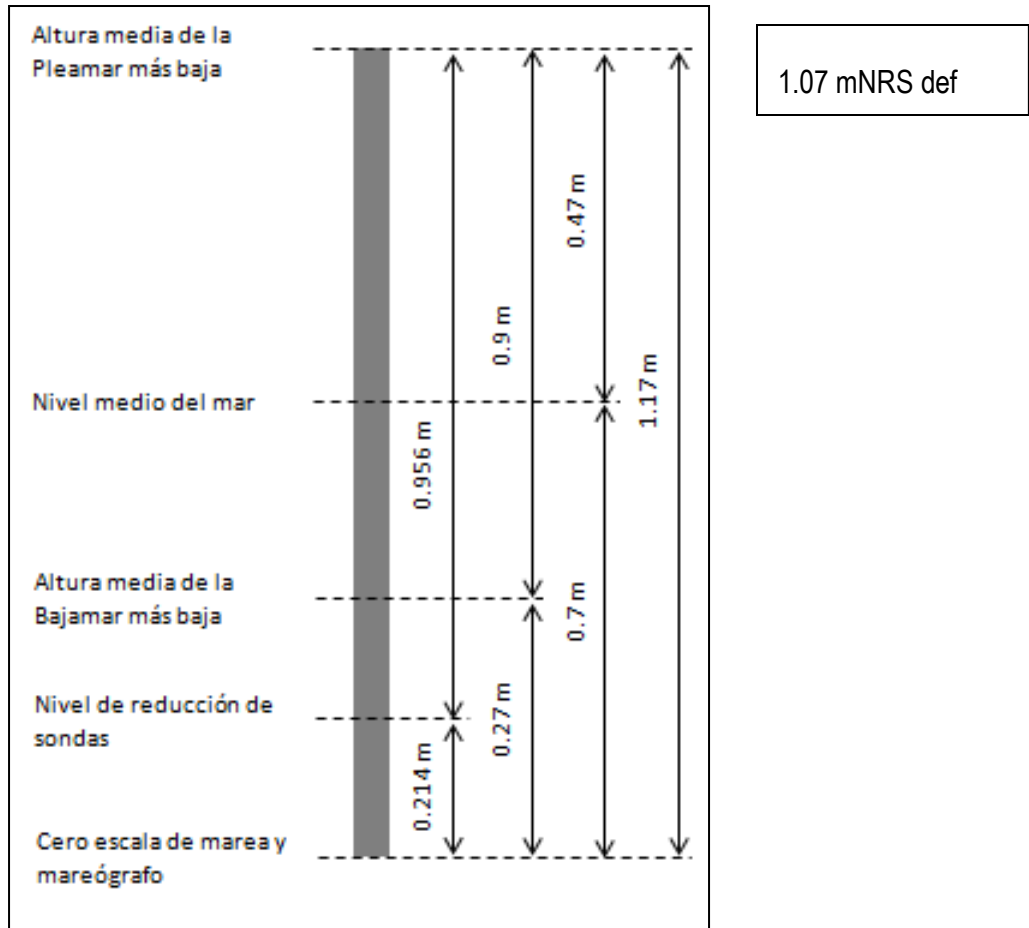
De esta manera mediante nivelaciones topográficas se trasladó dicha cota a la regla del sector marino, pudiendo definir los planos mareales al  $NRS_{def}$ , lo cual se presenta a continuación.

**Figura N°37 Planos Mareales mareógrafo sector fluvial**



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura N°38 Planos meareales sector marino**



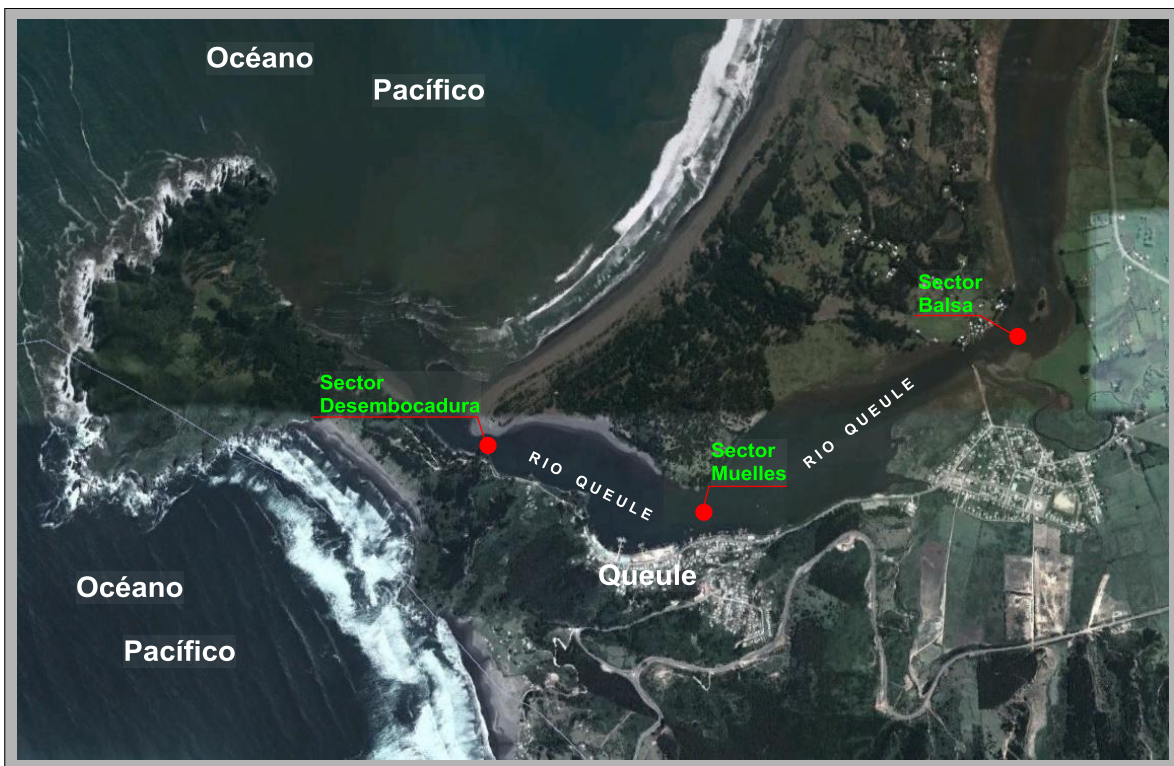
Fuente: Elaboración Propia.

### 3.5 Estudio de corrientes

#### 3.5.1 Metodología

El registro de corrientes eulerianas se llevó a efecto en tres puntos fluviales cercanos a la desembocadura del río Queule (Figura N°39). Más adelante se detallan dichos puntos y sus características.

Figura N°39 Ubicación geográfica de la zona de estudio y puntos de anclaje de correntómetros. Río Queule, febrero-marzo de 2014.



Fuente: Elaboración Propia

**AREA DE TRABAJO:** Sector desembocadura. Estuario del Río Queule

---

**POSICION:** E: 653107 N: 5637994

**AREA DE TRABAJO:** Sector muelles. Estuario del Río Queule

**POSICION:** E: 654133 N: 5637649

**AREA DE TRABAJO:** Sector balsa. Estuario del Río Queule

**POSICION:** E: 655453 N: 5638477

**FECHA:** Entre el 15 de febrero al 21 de marzo de 2014.

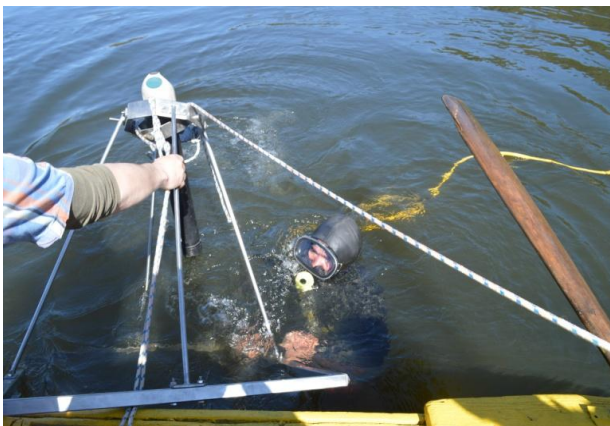
De acuerdo a los requerimientos del mandante, se realizó una campaña estival de mediciones de corrientes mediante correntómetros acústicos. El registro de la magnitud y dirección de las corrientes se realizó entre el 16 de febrero y el 21 de marzo de 2014.

La posición geográfica de los equipos se determinó sobre la base de los objetivos del proyecto, considerando además la configuración del fondo fluvial, de tal manera de dar seguridad tanto al instrumento, como al tráfico de embarcaciones de cada sector.

Los correntómetros utilizados correspondieron a ADCP's marca Nortek modelo AquaDopp Profiler (0). Este equipo permite obtener la velocidad y dirección de la corriente desde cerca de los transductores del instrumento hasta la superficie de la columna de agua, lo cual permite establecer y registrar la corriente presente en diferentes celdas o estratos a lo largo de la columna de agua mediante 3 transductores (Figura N°40), posibilitando una completa caracterización de la dirección e intensidad de la corriente.

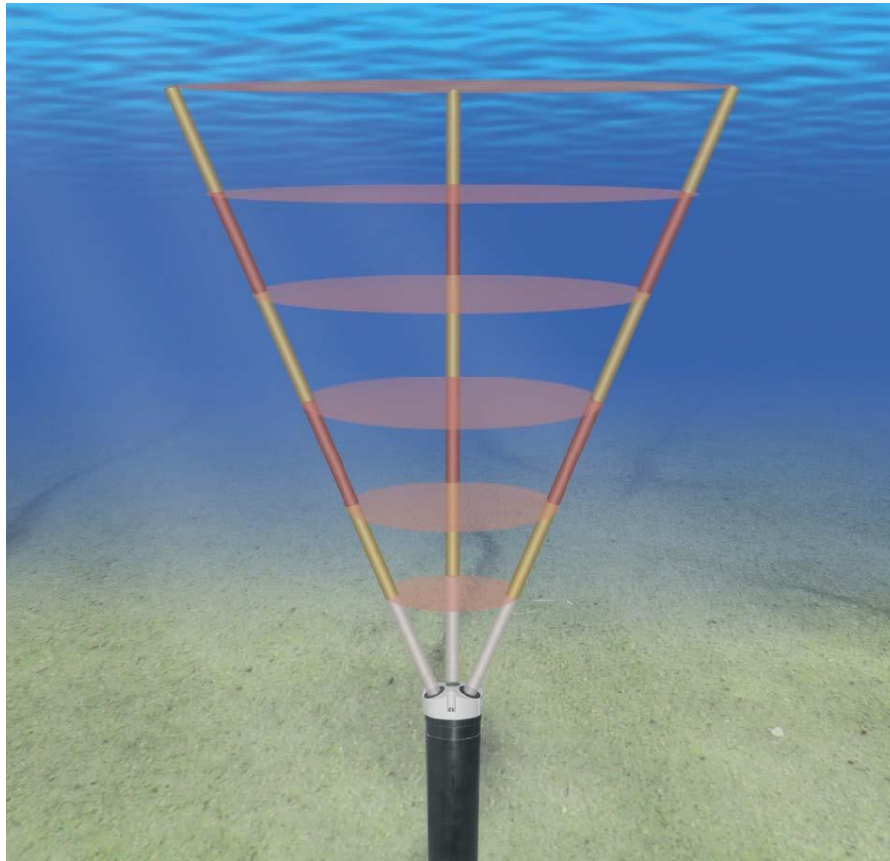
Las maniobras de fondeos consistieron en anclar cada instrumento con una estructura de acero inoxidable, depositándolas en el lecho fluvial con pesos muertos para asegurar su fijación (Figura N°40). El correcto fondeo y rescate de los instrumentos fueron realizados por buzos especializados.

Figura N°40 ADCP's marca NORTEK modelo Aquadopp Profiler y esqueletos de anclaje.Río Queule,  
febrero-marzo de 2014.



Fuente: Registro del Consultor.

Figura N°41 Esquema de la ubicación de transductores y modo de registro de corrientes por celdas de ADCP AquaDopp Profiler.



Fuente: Registro del Consultor.

Los correntómetros fueron programados para realizar mediciones de la magnitud y dirección de las corrientes en capas de 1 m de espesor cada 10 minutos, siguiendo las recomendaciones contempladas en las Instrucciones Oceanográficas N° 1 “Especificaciones Técnicas para mediciones y análisis oceanográficos” (Pub. SHOA N° 3201, 3ª edición, 2005),

---

Una vez recuperados los instrumentos, los registros de la memoria interna fueron rescatados digitalmente, para luego ser post-procesados, obteniendo archivos ASCII con la magnitud y dirección de la corriente. Estos instrumentos poseen un límite de detección de 1,0 cm/s, por lo que para los análisis realizados no se consideraron registros bajo estas magnitudes. Las direcciones fueron corregidas de manera de obtenerlas respecto del Norte geográfico.

A continuación, se describen las condiciones geográficas de cada fondeo y las características de la columna de agua monitoreada.

### **3.5.2 Condiciones de FONDEO**

#### **3.5.2.1 Sector desembocadura**

El correntómetro ubicado en este sector próximo a la barra del río, fue el más complejo tanto en su anclaje como en la recuperación del equipo, esto debido a que se trata de una zona de una intensa hidrodinámica producto de la corriente fluvial y la gran influencia de la marea, a esto hay que adicionar la conformación geográfica, ya que se trata de un estrechamiento del río, incrementado las velocidades de las corrientes.

Mediante ecosondas, se exploró el sector de manera de ubicar una zona profunda de tal manera de captar la mayor cantidad de estratos, asegurar la integridad del equipo y no interferir con la navegación local. En esta faena se detectó un pozón profundo en el eje del sector con fondo de arena, donde fue fijado el ADCP a aproximadamente 7,5 m de profundidad.

De acuerdo a la profundidad de fondeo y a la calidad de la señal acústica del instrumento, se obtuvieron 6 celdas, con datos de confiabilidad. Las profundidades de cada capa se presentan en la Tabla N°13.

Tabla N°13. Rangos de profundidad y profundidad media de las capas registradas. Río Queule, sector desembocadura, febrero-marzo de 2014.

| <b>Celda</b> | <b>Rango de profundidad<br/>desde el fondo<br/>(m)</b> | <b>Profundidad<br/>media desde<br/>el fondo (m)</b> |
|--------------|--|---|
| 1            | 1,5 – 2,5  | 2,0   |
| 2            | 2,5 – 3,5  | 3,0   |
| 3            | 3,5 – 4,5  | 4,0   |
| 4            | 4,5 – 5,5  | 5,0   |
| 5            | 5,5 – 6,5  | 6,0   |
| 6            | 6,5 – 7,5  | 7,0   |

Fuente: Elaboración Propia.

En este caso específico, el rescate del equipo se tornó complejo, ya que debido al intenso embancamiento del sector, el correntómetro al momento de recuperarlo se encontraba prácticamente cubierto de arena (aproximadamente 1 m) y además inclinado, por lo que se debió recurrir a métodos alternativos para extraer el equipo, lo que llevó 2 días.

El análisis de los datos indicó que aproximadamente el día 22 de mediciones, el instrumento se inclinó más allá de lo recomendado por el fabricante (30°), por lo que los datos posteriores no son confiables, lo que queda claro al examinarlos. Por ello, para el procesamiento de datos sólo se utilizaron aquellos datos confiables.

### 3.5.2.2 Sector muelles

El segundo instrumento se fondeó en la zona central del área de estudio, aproximadamente a 4 m de profundidad, a la cuadra de la comisaría de la localidad de Queule. El sondaje exploratorio efectuado previo al anclaje, indicó que se trata de un sector somero, con profundidades medias de 2 m, por lo que en beneficio de las mediciones, el equipo se instaló cercano a la rivera Sur, la que presentó un canal de mayor profundidad, de cerca de 4 m.

De acuerdo a la profundidad de fondeo y a la calidad de la señal acústica del instrumento, se obtuvieron sólo 2 celdas con datos de confiabilidad. Las profundidades de cada capa se presentan en la Tabla siguiente.

**Tabla N°14.** Rangos de profundidad y profundidad media de las capas registradas. Río Queule, sector muelles, febrero-marzo de 2014.

| <b>Celda</b> | <b>Rango de profundidad desde el fondo (m)</b> | <b>Profundidad media desde el fondo (m)</b> |
|--------------|--|---|
| 1            | 1,5 – 2,5                                      | 2,0   |
| 2            | 2,5 – 3,5                                      | 3,0   |

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.5.2.3 Sector balsa

El tercer correntómetro se instaló al E del cruce de la balsa, ubicación producto de las bajas profundidades del área, no sobrepasando profundidades mayores a los 2 m al poniente de la balsa, Al oriente del cruce, se detectaron mayores profundidades, pero además se debió adecuar la ubicación de acuerdo a lo indicado por los residentes en cuanto a que el sector es utilizado como recaladero y las embarcaciones se anclan allí, poniendo en riesgo el equipo. Por lo que la ubicación final, se determinó buscando mayor profundidad (no más de 4 m) y resguardando el equipo y la navegación.

De acuerdo a la profundidad de fondeo (4 m de profundidad) y a la calidad de la señal acústica del instrumento, se obtuvieron sólo 2 celdas con datos de confiabilidad. Las profundidades de cada capa se presentan en la tabla siguiente.

Tabla N°15. Rangos de profundidad y profundidad media de las capas registradas. Río Queule, sector balsa, febrero-marzo de 2014.

| <b>Celda</b> | <b>Rango de profundidad<br/>desde el fondo<br/>(m)</b> | <b>Profundidad<br/>media desde<br/>el fondo (m)</b> |
|--------------|--|---|
| 1            | 1,5 – 2,5  | 2,0   |
| 2            | 2,5 – 3,5  | 3,0   |

Fuente: Elaboración Propia.

---

### 3.5.3 Análisis estadístico

La información de corrientes fue sometida a un análisis estadístico de frecuencias por rangos de dirección y magnitud para una rosa de 16 direcciones. También fue procesada, obteniéndose las componentes ortogonales. Con esta información se obtuvo series de tiempo horarias y se construyeron diagramas de trazos, y vector progresivo (DVP).

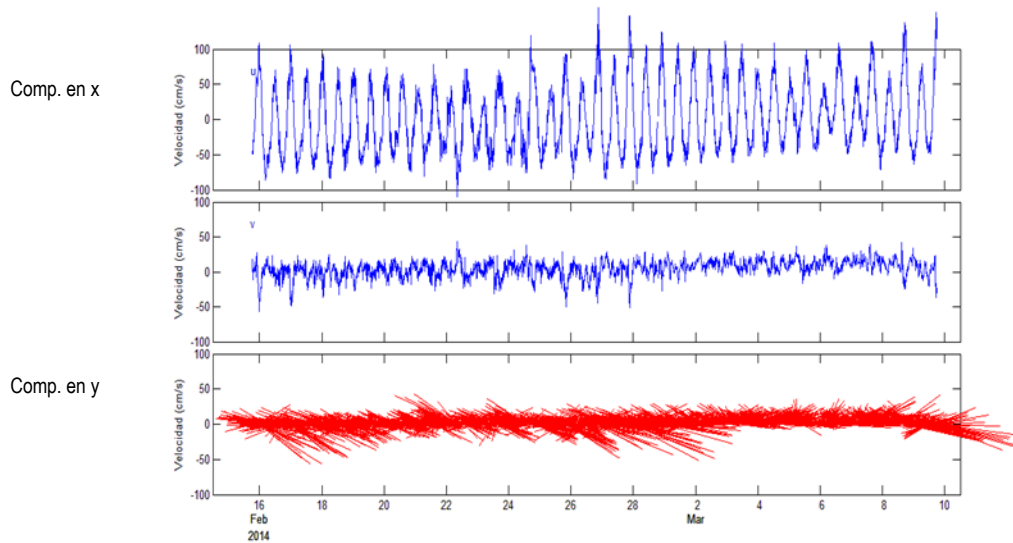
#### 3.5.3.1 Resultados sector desembocadura

##### 3.5.3.1.1 *Celda superficial, a 7 m de profundidad desde el fondo (celda 6)*

Las corrientes observadas presentaron un predominio de las direcciones asociadas al WNW con un 23.46% de las observaciones, seguida por la dirección E con un 21.16% de las observaciones, y de la dirección W con un 18.5%. Las mayores intensidades se agruparon en torno al rango de 40.0 cm/s a 50.0 cm/s, correspondiendo a un 17.11% del total de las observaciones.

Suponiendo que la corriente observada es espacialmente homogénea y presenta similares fluctuaciones temporales en ese espacio, es posible explicar el comportamiento de una partícula de agua a través de un diagrama de vector progresivo (DVP). En el diagrama de vector progresivo de esta celda se evidencia una tendencia general de las corrientes a adoptar un flujo direccional neto hacia el NE. Sí se considera que las mediciones se efectuaron durante 35 días, se puede plantear que una partícula se desplazaría 120 Km. en esa dirección, lo que indicaría una rapidez media de 3.43 km/día.

Figura N°42 Diagrama de trazos y serie original de corrientes con sus respectivas componentes ortogonales de la celda superficial a 7 m de profundidad desde el fondo. Río Queule, sector desembocadura, febrero-marzo de 2014.

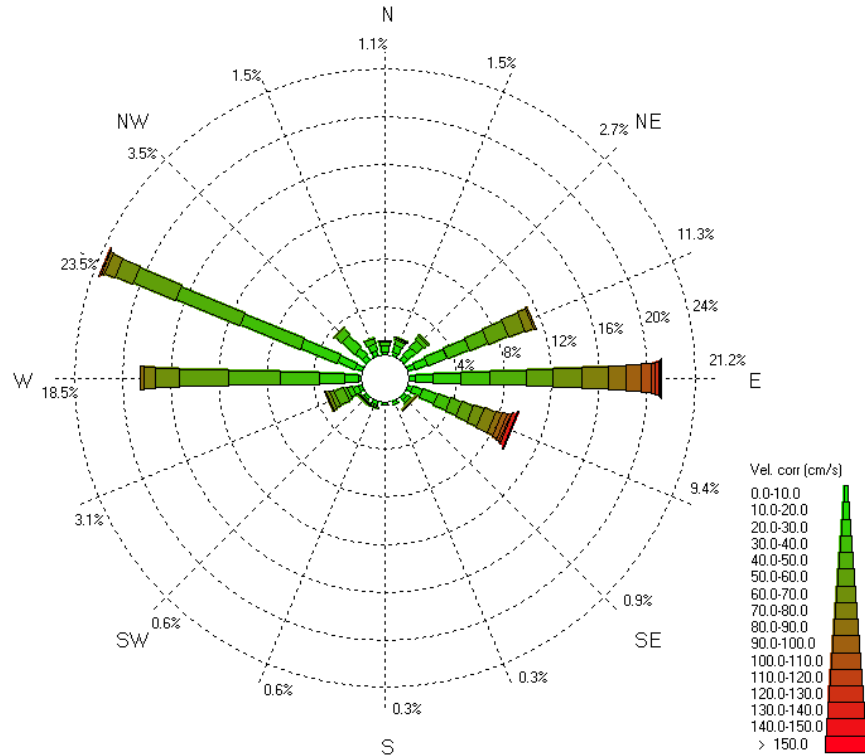


Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°16. Distribución de incidencia de la magnitud y dirección de la corriente en la celda superficial a 7 m de profundidad desde el fondo. Río Queule, sector desembocadura, febrero-marzo de 2014.

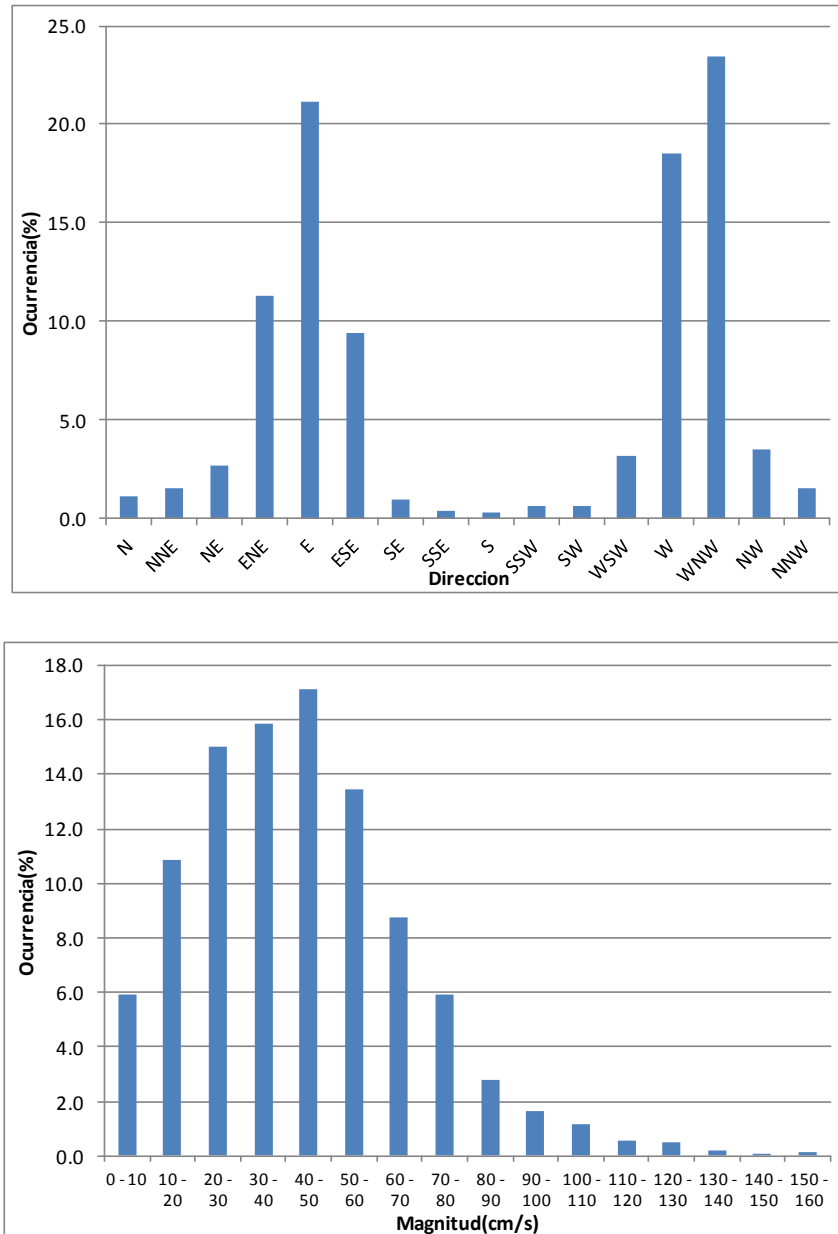
|               | N    | NNE  | NE   | ENE   | E     | ESE  | SE   | SSE  | S    | SSW  | SW   | WSW  | W     | WNW   | NW   | NNW  | Total general | Ocurrencia(%) |
|---------------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|---------------|---------------|
| 0 - 10        | 6    | 9    | 14   | 20    | 16    | 11   | 10   | 9    | 7    | 10   | 10   | 10   | 7     | 20    | 15   | 14   | 188           | 5.94          |
| 10 - 20       | 17   | 21   | 27   | 35    | 49    | 29   | 10   | 2    | 2    | 6    | 3    | 15   | 36    | 49    | 25   | 18   | 344           | 10.86         |
| 20 - 30       | 11   | 11   | 25   | 55    | 72    | 42   | 4    | 0    | 0    | 2    | 4    | 14   | 70    | 106   | 45   | 14   | 475           | 15.00         |
| 30 - 40       | 2    | 6    | 11   | 62    | 76    | 35   | 3    | 0    | 0    | 1    | 1    | 9    | 102   | 172   | 21   | 1    | 502           | 15.85         |
| 40 - 50       | 0    | 1    | 7    | 51    | 99    | 30   | 1    | 0    | 0    | 0    | 1    | 27   | 138   | 184   | 3    | 0    | 542           | 17.11         |
| 50 - 60       | 0    | 0    | 0    | 59    | 71    | 34   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 11   | 130   | 120   | 1    | 0    | 426           | 13.45         |
| 60 - 70       | 0    | 0    | 0    | 46    | 76    | 30   | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 9    | 65    | 51    | 0    | 0    | 278           | 8.78          |
| 70 - 80       | 0    | 0    | 0    | 23    | 69    | 31   | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 4    | 29    | 30    | 0    | 0    | 187           | 5.90          |
| 80 - 90       | 0    | 0    | 0    | 6     | 50    | 16   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 9     | 8     | 0    | 0    | 89            | 2.81          |
| 90 - 100      | 0    | 0    | 0    | 0     | 37    | 14   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 2     | 0    | 0    | 53            | 1.67          |
| 100 - 110     | 0    | 0    | 0    | 0     | 28    | 9    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0    | 0    | 37            | 1.17          |
| 110 - 120     | 0    | 0    | 0    | 0     | 11    | 5    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 1     | 0    | 0    | 17            | 0.54          |
| 120 - 130     | 0    | 0    | 0    | 0     | 9     | 7    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0    | 0    | 16            | 0.51          |
| 130 - 140     | 0    | 0    | 0    | 0     | 5     | 2    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0    | 0    | 7             | 0.22          |
| 140 - 150     | 0    | 0    | 0    | 0     | 1     | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0    | 0    | 2             | 0.06          |
| 150 - 160     | 0    | 0    | 0    | 0     | 1     | 3    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0    | 0    | 4             | 0.13          |
| Total general | 36   | 48   | 84   | 357   | 670   | 299  | 30   | 11   | 9    | 19   | 19   | 99   | 586   | 743   | 110  | 47   | 3167          |               |
| Ocurrencia(%) | 1.14 | 1.52 | 2.65 | 11.27 | 21.16 | 9.44 | 0.95 | 0.35 | 0.28 | 0.60 | 0.60 | 3.13 | 18.50 | 23.46 | 3.47 | 1.48 |               |               |

**Figura N°43** Rosa de corriente con la distribución de frecuencia de la dirección y magnitud de la corriente de la celda superficial a 7 m de profundidad desde el fondo. Río Queule, sector desembocadura, febrero-marzo de 2014.



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura N°44** Histogramas de dirección e intensidad de la corriente de la celda superficial a 7 m de profundidad desde el fondo. Río Queule, sector desembocadura, febrero-marzo de 2014



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°17. Descriptores estadísticos básicos de la corriente en la celda superficial a 7 m de profundidad desde el fondo. Río Queule, sector desembocadura, febrero-marzo de 2014. **Celda 6**

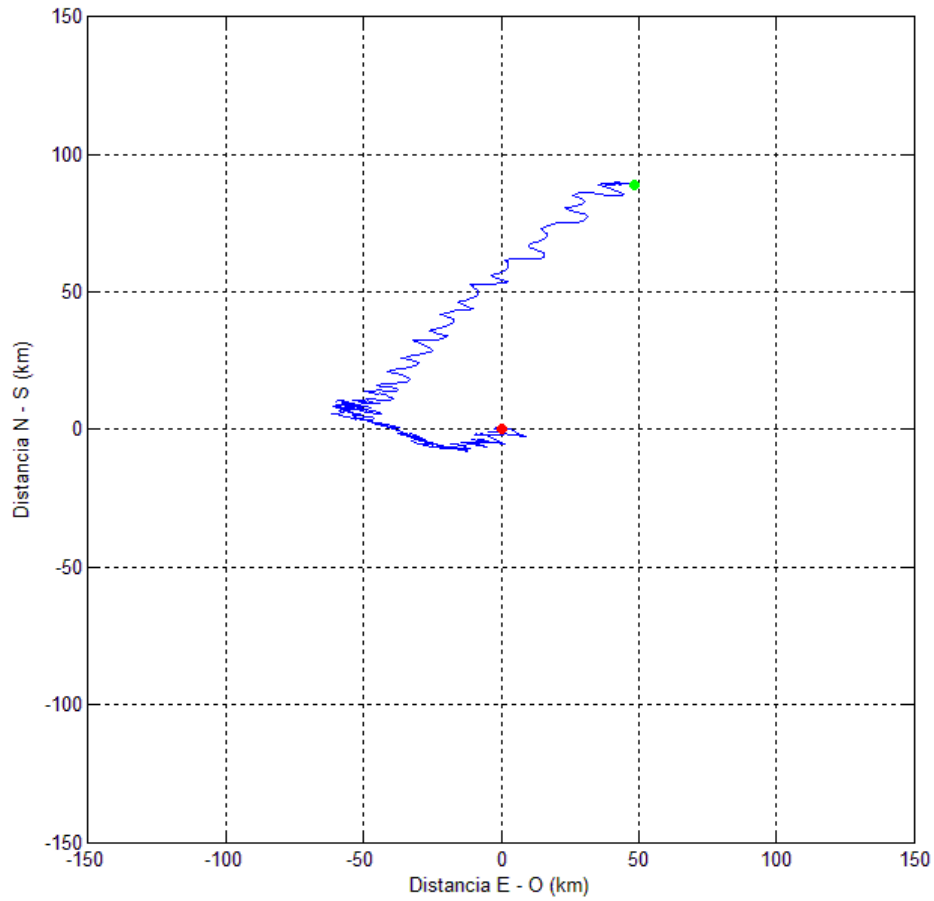
|                    | <b>Magnitud<br/>cm/s</b> | <b>U<br/>cm/s</b> | <b>U(+)<br/>cm/s</b> | <b>U(-)<br/>cm/s</b> | <b>V<br/>cm/s</b> | <b>V(+)<br/>cm/s</b> | <b>V(-)<br/>cm/s</b> |
|--------------------|--------------------------|-------------------|----------------------|----------------------|-------------------|----------------------|----------------------|
| <b>Promedio</b>    | 43,46                    | 2,54              | 45,28                | -37,20               | 4,67              | 10,87                | -10,02               |
| <b>Máximo</b>      | 159,60                   | 158,97            | 158,97               | -0,06                | 43,29             | 43,29                | 0,00                 |
| <b>Mínimo</b>      | 0,20                     | -109,61           | 0,02                 | -109,61              | -57,27            | 0,00                 | -57,27               |
| <b>Desv. Estd.</b> | 24,27                    | 47,91             | 29,35                | 18,72                | 12,43             | 7,13                 | 9,66                 |

U = Componente Este (+) – Oeste (-)

V = Componente Norte (+) – Sur (-)

Fuente: Elaboración Propia.

Figura N°45 Diagrama de vector progresivo de la celda superficial a 7 m de profundidad desde el fondo. Río Queule, sector desembocadura, febrero-marzo de 2014 (● = inicio; ● = final).



Fuente: Elaboración Propia.

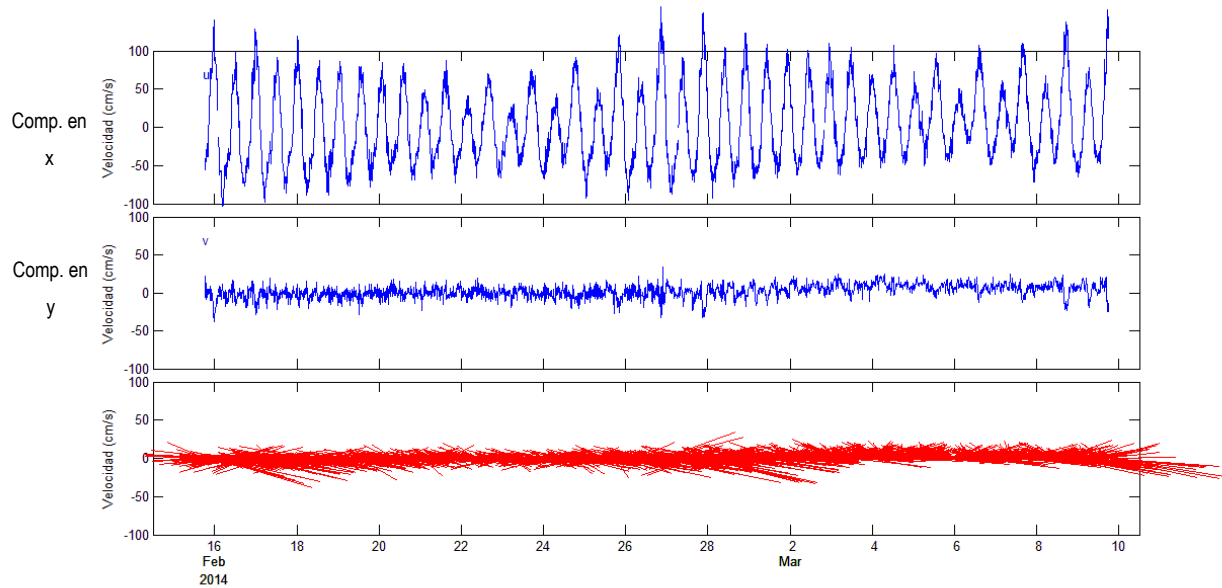
---

#### **3.5.3.1.2 Celda sub-superficial a 5 m. de profundidad desde el fondo (celda 4)**

Las corrientes observadas presentaron un predominio de las direcciones asociadas al E con un 29.18% de las observaciones, seguida por la dirección W con un 28.99% de las observaciones. Las mayores intensidades se agruparon en torno a los rangos de 30.0 cm/s a 40.0 cm/s y de 40.0 cm/s a 50.0 cm/s, correspondiendo a un 15.82% y a un 15.85% respectivamente del total de las observaciones.

En el diagrama de vector progresivo de esta celda se evidencia una tendencia general de las corrientes a adoptar un flujo direccional neto hacia el NE. Si se considera que las mediciones se efectuaron durante 35 días, se puede plantear que una partícula se desplazaría 80 Km. en esa dirección, lo que indicaría una rapidez media de 2.29 km/día.

Figura N°46 Diagrama de trazos y serie original de corrientes con sus respectivas componentes ortogonales de la celda sub-superficial a 5 m de profundidad desde el fondo. Río Queule, sector desembocadura, febrero-marzo de 2014.



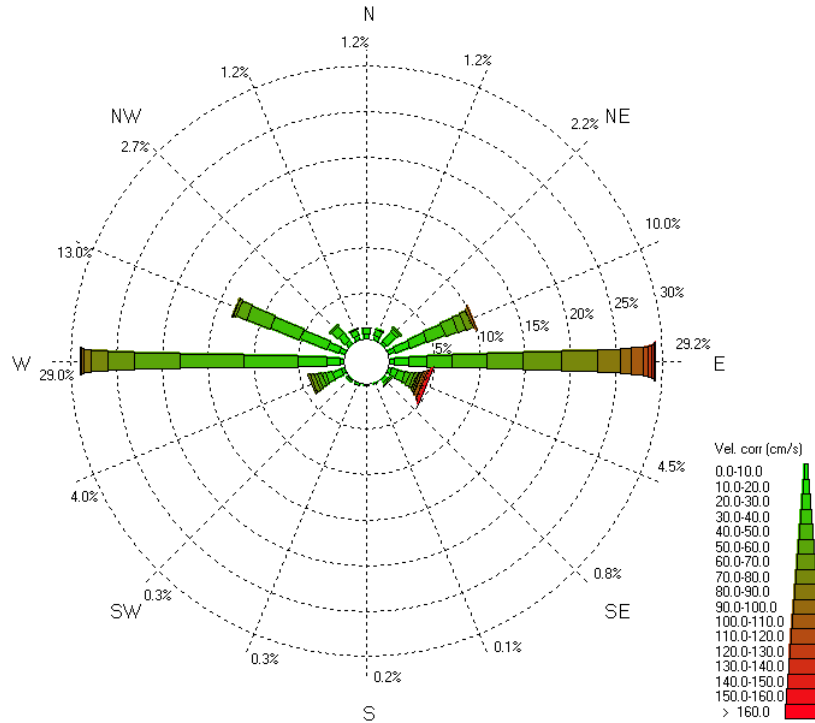
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°18. Distribución de incidencia de la magnitud y dirección de la corriente en la celda sub-superficial a 5 m de profundidad desde el fondo. Río Queule, sector desembocadura, febrero-marzo de 2014.

|               | N    | NNE  | NE   | ENE   | E     | ESE  | SE   | SSE  | S    | SSW  | SW   | WSW  | W     | WNW   | NW   | NNW  | Total general | Ocurrencia(%) |
|---------------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|---------------|---------------|
| 0 - 10        | 17   | 16   | 10   | 23    | 15    | 11   | 12   | 3    | 5    | 9    | 7    | 12   | 14    | 22    | 15   | 15   | 206           | 6.50          |
| 10 - 20       | 20   | 21   | 42   | 56    | 51    | 22   | 7    | 0    | 0    | 0    | 3    | 33   | 45    | 43    | 33   | 20   | 396           | 12.50         |
| 20 - 30       | 2    | 1    | 14   | 62    | 65    | 26   | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 23   | 101   | 101   | 30   | 4    | 430           | 13.58         |
| 30 - 40       | 0    | 0    | 5    | 67    | 88    | 18   | 4    | 0    | 0    | 0    | 0    | 15   | 188   | 110   | 6    | 0    | 501           | 15.82         |
| 40 - 50       | 0    | 0    | 0    | 45    | 121   | 14   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 14   | 221   | 87    | 0    | 0    | 502           | 15.85         |
| 50 - 60       | 0    | 0    | 0    | 31    | 123   | 10   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 12   | 160   | 38    | 0    | 0    | 374           | 11.81         |
| 60 - 70       | 0    | 0    | 0    | 23    | 138   | 5    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 13   | 94    | 11    | 0    | 0    | 284           | 8.97          |
| 70 - 80       | 0    | 0    | 0    | 9     | 125   | 6    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 6    | 58    | 1     | 0    | 0    | 205           | 6.47          |
| 80 - 90       | 0    | 0    | 0    | 0     | 78    | 5    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 25    | 0     | 0    | 0    | 108           | 3.41          |
| 90 - 100      | 0    | 0    | 0    | 0     | 40    | 7    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 9     | 0     | 0    | 0    | 56            | 1.77          |
| 100 - 110     | 0    | 0    | 0    | 2     | 38    | 4    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 3     | 0     | 0    | 0    | 47            | 1.48          |
| 110 - 120     | 0    | 0    | 0    | 0     | 17    | 2    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0    | 0    | 19            | 0.60          |
| 120 - 130     | 0    | 0    | 0    | 0     | 15    | 7    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0    | 0    | 22            | 0.69          |
| 130 - 140     | 0    | 0    | 0    | 0     | 7     | 3    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0    | 0    | 10            | 0.32          |
| 140 - 150     | 0    | 0    | 0    | 0     | 2     | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0    | 0    | 3             | 0.09          |
| 150 - 160     | 0    | 0    | 0    | 0     | 1     | 2    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0    | 0    | 3             | 0.09          |
| 160 - 170     | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0    | 0    | 1             | 0.03          |
| Total general | 39   | 38   | 71   | 318   | 924   | 144  | 24   | 3    | 5    | 9    | 10   | 128  | 918   | 413   | 84   | 39   | 3167          |               |
| Ocurrencia(%) | 1.23 | 1.20 | 2.24 | 10.04 | 29.18 | 4.55 | 0.76 | 0.09 | 0.16 | 0.28 | 0.32 | 4.04 | 28.99 | 13.04 | 2.65 | 1.23 |               |               |

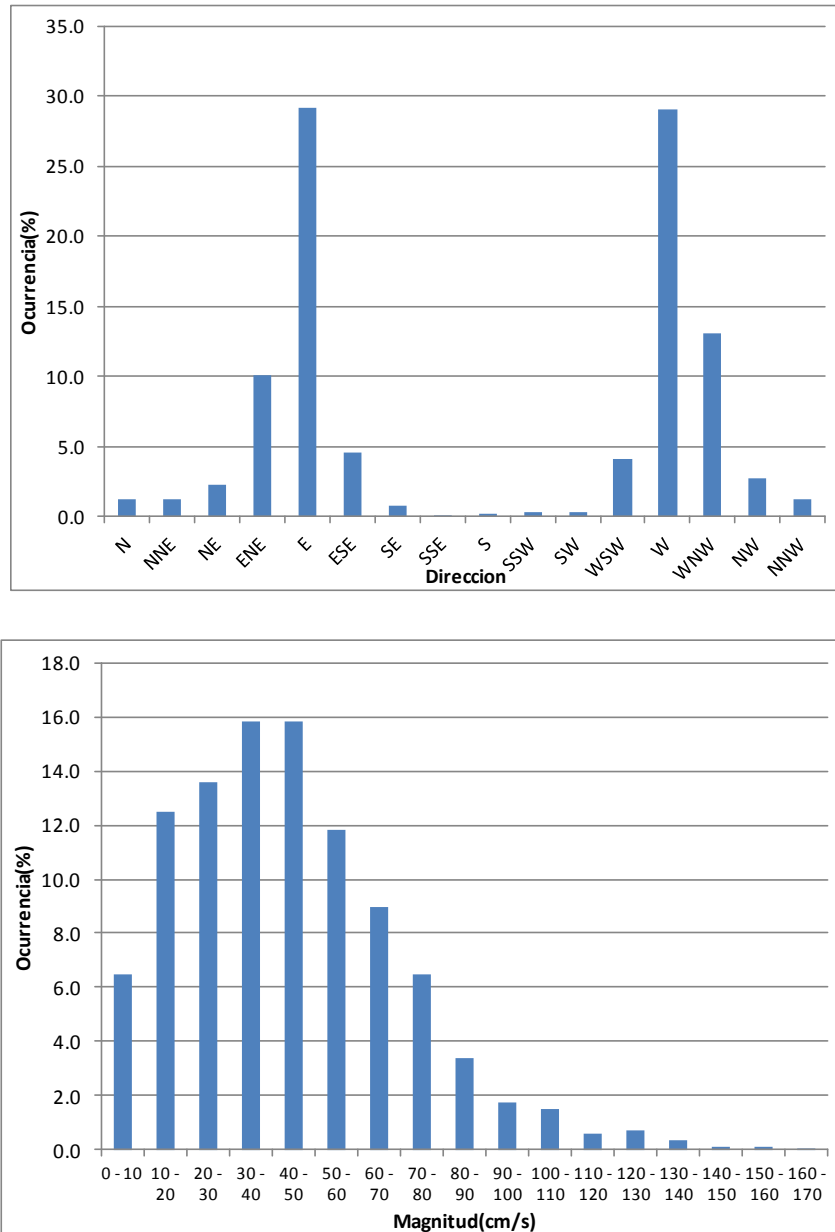
Fuente: Elaboración Propia

**Figura N°47** Rosa de corriente con la distribución de frecuencia de la dirección y magnitud de la corriente de la celda sub-superficial a 5 m de profundidad desde el fondo. Río Queule, sector desembocadura, febrero-marzo de 2014.



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura N°48** Histogramas de dirección e intensidad de la corriente de la celda sub-superficial a 5 m de profundidad desde el fondo. Río Queule, sector desembocadura, febrero-marzo de 2014



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°19. Descriptores estadísticos básicos de la corriente en la celda sub-superficial a 5 m de profundidad desde el fondo. Río Queule, sector desembocadura, febrero-marzo de 2014. Celda 4

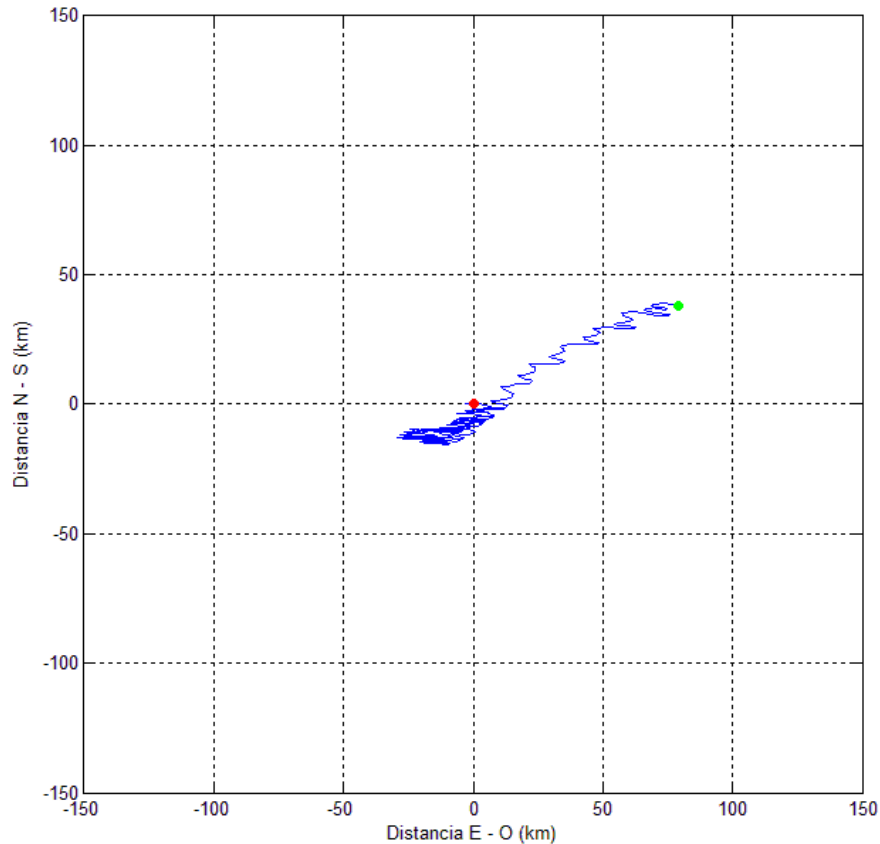
|                    | <b>Magnitud<br/>cm/s</b> | <b>U<br/>cm/s</b> | <b>U(+)<br/>cm/s</b> | <b>U(-)<br/>cm/s</b> | <b>V<br/>cm/s</b> | <b>V(+)<br/>cm/s</b> | <b>V(-)<br/>cm/s</b> |
|--------------------|--------------------------|-------------------|----------------------|----------------------|-------------------|----------------------|----------------------|
| <b>Promedio</b>    | 43,73                    | 4,17              | 47,73                | -37,41               | 2,01              | 7,48                 | -6,27                |
| <b>Máximo</b>      | 160,90                   | 157,67            | 157,67               | -0,02                | 34,28             | 34,28                | 0,00                 |
| <b>Mínimo</b>      | 0,60                     | -103,54           | 0,15                 | -103,54              | -38,48            | 0,00                 | -38,48               |
| <b>Desv. Estd.</b> | 25,75                    | 49,80             | 30,87                | 19,90                | 8,66              | 5,18                 | 5,84                 |

U = Componente Este (+) – Oeste (-)

V = Componente Norte (+) – Sur (-)

Fuente: Elaboración Propia.

Figura N°49 Diagrama de vector progresivo de la celda sub-superficial a 5 m de profundidad desde el fondo. Río Queule, sector desembocadura, febrero-marzo de 2014. (● = inicio; ● = final).



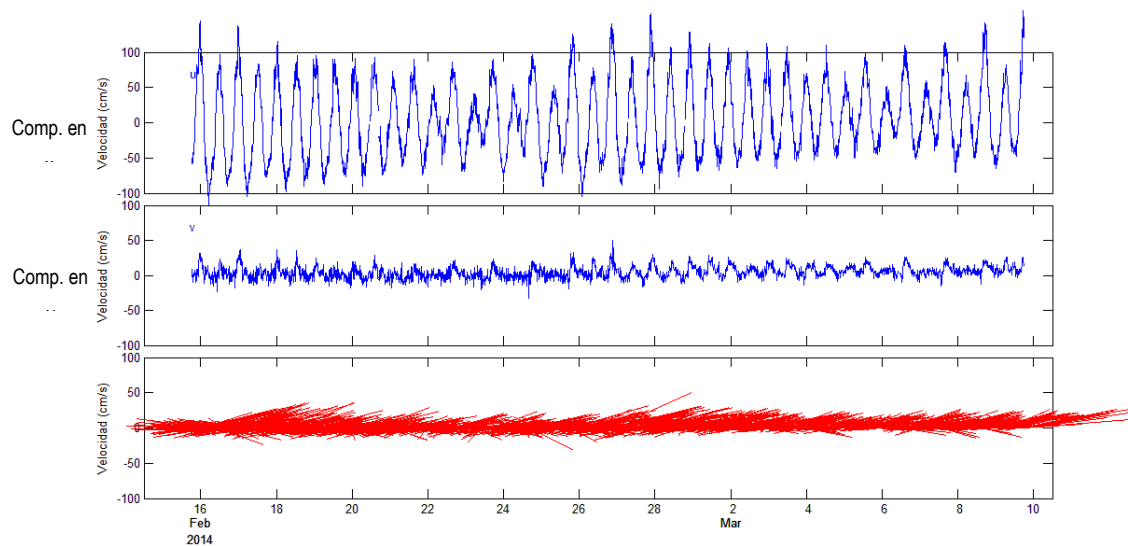
Fuente: Elaboración Propia.

### 3.5.3.1.3 Celda sub-superficial a 2 m de profundidad desde el fondo (celda 1)

Las corrientes observadas presentaron un predominio de las direcciones asociadas al W con un 32.96% de las observaciones, seguida por la dirección E con un 26.14% de las observaciones, y de la dirección ENE con un 16.89%. Las mayores intensidades se agruparon en torno al rango de 40.0 a 50.0 cm/s, correspondiendo a un 13.55% del total de las observaciones.

En el diagrama de vector progresivo de esta celda se evidencia una tendencia general de las corrientes a adoptar un flujo direccional neto hacia el NE. Si se considera que las mediciones se efectuaron durante 35 días, se puede plantear que una partícula se desplazaría 125 Km. en esa dirección, lo que indicaría una rapidez media de 3.57 km/día.

**Figura N°50** Diagrama de trazos y serie original de corrientes con sus respectivas componentes ortogonales de la celda sub-superficial a 2 m de profundidad desde el fondo. Río Queule, sector desembocadura, febrero-marzo de 2014



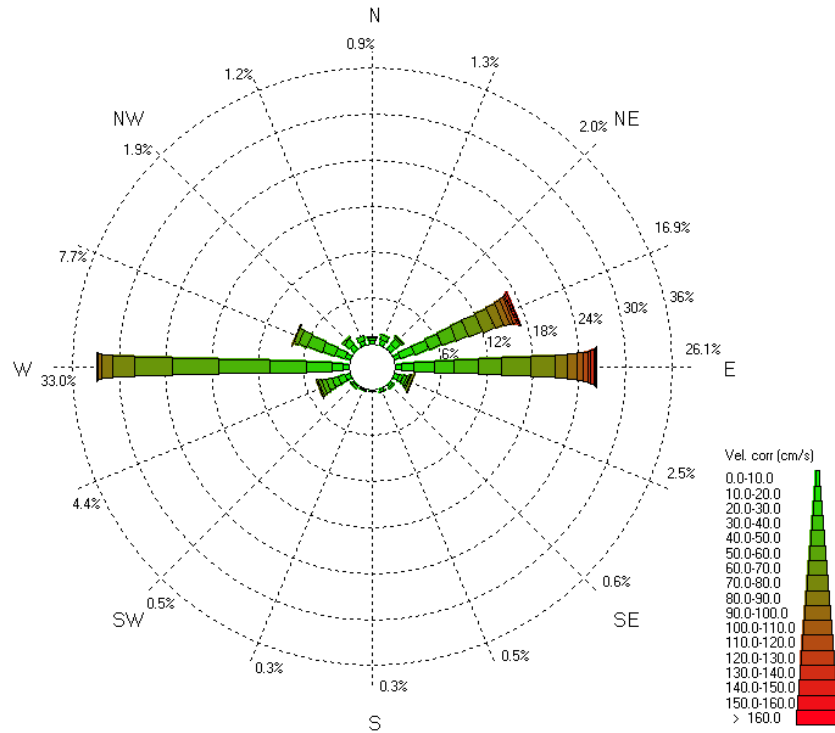
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°20. Distribución de incidencia de la magnitud y dirección de la corriente en la celda sub-superficial a 2 m de profundidad desde el fondo. Río Queule, sector desembocadura, febrero-marzo de 2014.

|               | N    | NNE  | NE   | ENE   | E     | ESE  | SE   | SSE  | S    | SSW  | SW   | WSW  | W     | WNW  | NW   | NNW  | Total general | Ocurrencia(%) |
|---------------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|---------------|---------------|
| 0 - 10        | 14   | 21   | 22   | 26    | 24    | 19   | 13   | 12   | 8    | 6    | 7    | 23   | 25    | 23   | 26   | 20   | 289           | 9.13          |
| 10 - 20       | 13   | 20   | 31   | 59    | 51    | 18   | 7    | 3    | 1    | 2    | 7    | 29   | 47    | 43   | 26   | 17   | 374           | 11.81         |
| 20 - 30       | 1    | 1    | 7    | 64    | 85    | 15   | 0    | 0    | 0    | 0    | 2    | 26   | 103   | 54   | 7    | 0    | 365           | 11.53         |
| 30 - 40       | 0    | 0    | 3    | 56    | 81    | 7    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 24   | 155   | 66   | 1    | 0    | 393           | 12.41         |
| 40 - 50       | 0    | 0    | 0    | 59    | 99    | 7    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 20   | 208   | 36   | 0    | 0    | 429           | 13.55         |
| 50 - 60       | 0    | 0    | 0    | 54    | 98    | 8    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 13   | 190   | 18   | 0    | 0    | 381           | 12.03         |
| 60 - 70       | 0    | 0    | 0    | 62    | 119   | 2    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 4    | 158   | 2    | 0    | 0    | 347           | 10.96         |
| 70 - 80       | 0    | 0    | 0    | 52    | 101   | 2    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 92    | 1    | 0    | 0    | 249           | 7.86          |
| 80 - 90       | 0    | 0    | 0    | 40    | 50    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 44    | 1    | 0    | 0    | 135           | 4.26          |
| 90 - 100      | 0    | 0    | 0    | 23    | 40    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 14    | 0    | 0    | 0    | 77            | 2.43          |
| 100 - 110     | 0    | 0    | 0    | 16    | 25    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 6     | 0    | 0    | 0    | 47            | 1.48          |
| 110 - 120     | 0    | 0    | 0    | 11    | 20    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 2     | 0    | 0    | 0    | 33            | 1.04          |
| 120 - 130     | 0    | 0    | 0    | 5     | 13    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 0    | 0    | 18            | 0.57          |
| 130 - 140     | 0    | 0    | 0    | 6     | 14    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 0    | 0    | 20            | 0.63          |
| 140 - 150     | 0    | 0    | 0    | 2     | 3     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 0    | 0    | 5             | 0.16          |
| 150 - 160     | 0    | 0    | 0    | 0     | 4     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 0    | 0    | 4             | 0.13          |
| 160 - 170     | 0    | 0    | 0    | 0     | 1     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 0    | 0    | 1             | 0.03          |
| Total general | 28   | 42   | 63   | 535   | 828   | 78   | 20   | 15   | 9    | 8    | 16   | 140  | 1044  | 244  | 60   | 37   | 3167          |               |
| Ocurrencia(%) | 0.88 | 1.33 | 1.99 | 16.89 | 26.14 | 2.46 | 0.63 | 0.47 | 0.28 | 0.25 | 0.51 | 4.42 | 32.96 | 7.70 | 1.89 | 1.17 |               |               |

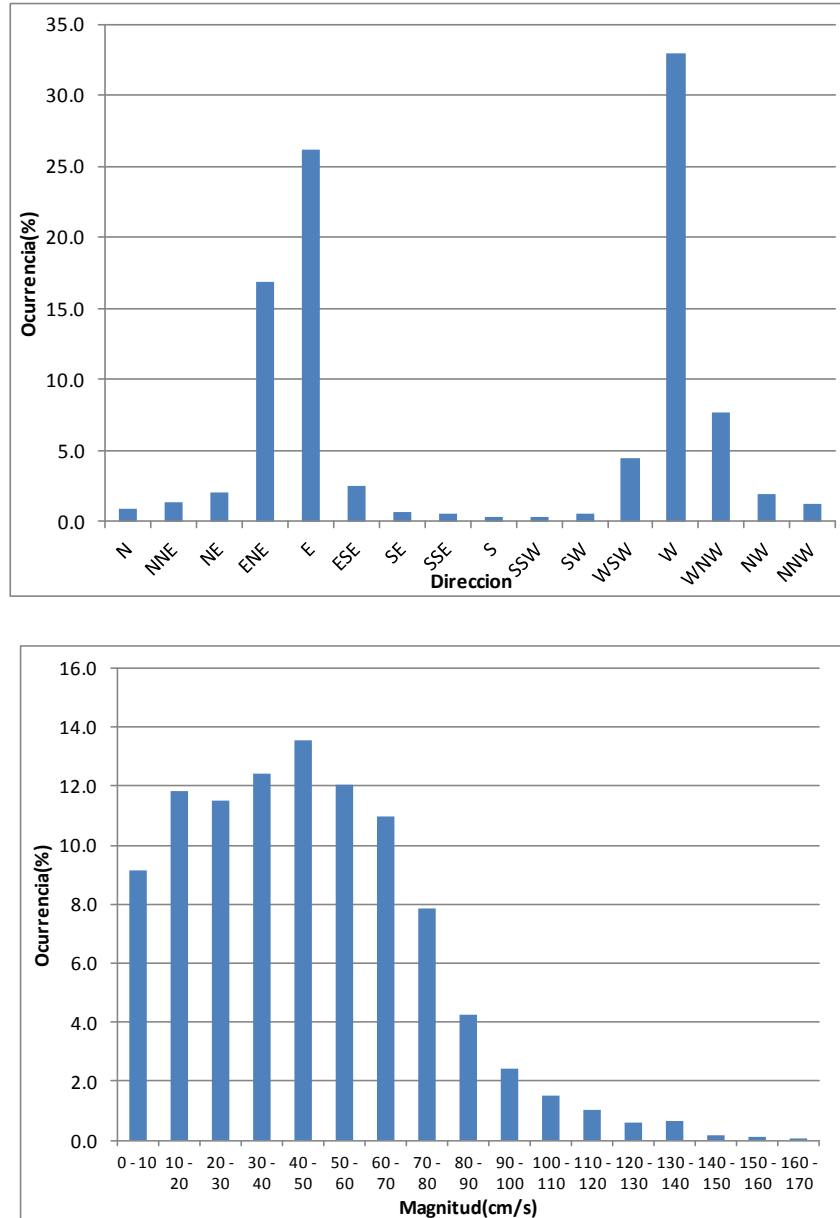
Fuente: Elaboración Propia

**Figura N°51** Rosa de corriente con la distribución de frecuencia de la dirección y magnitud de la corriente de la celda sub-superficial a 2 m de profundidad desde el fondo. Río Queule, sector desembocadura, febrero-marzo de 2014.



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura N°52** Histogramas de dirección e intensidad de la corriente de la celda sub-superficial a 2 m de profundidad desde el fondo. Río Queule, sector desembocadura, febrero-marzo de 2014



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°21. Descriptores estadísticos básicos de la corriente en la celda sub-superficial a 2 m de profundidad desde el fondo. Río Queule, sector desembocadura, febrero-marzo de 2014.

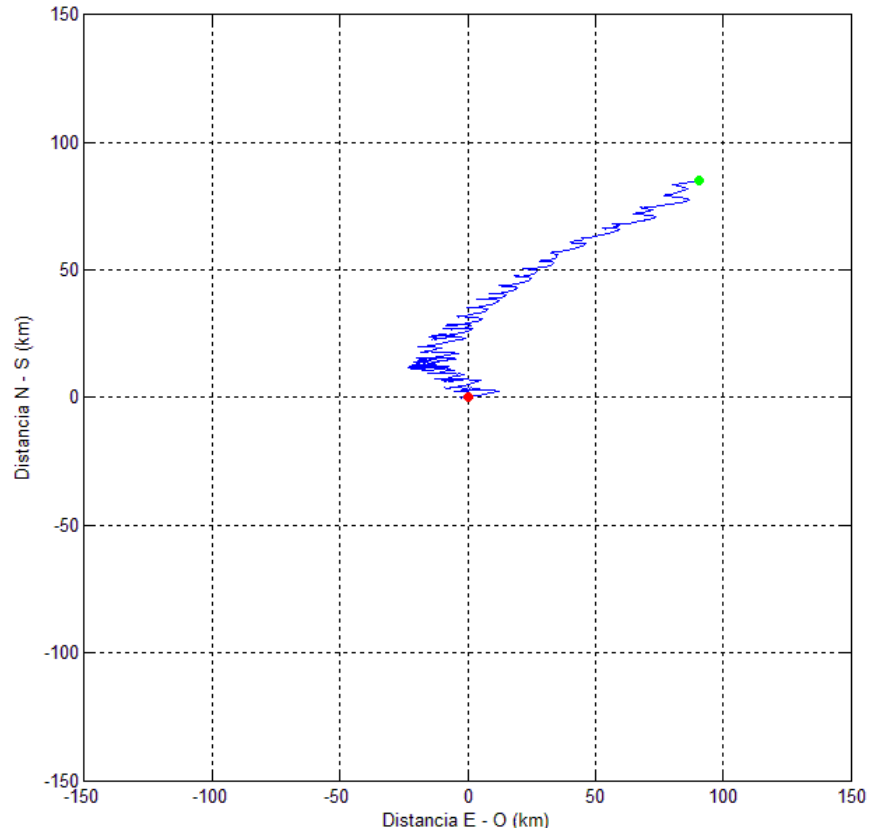
|                    | <b>Magnitud<br/>cm/s</b> | <b>U<br/>cm/s</b> | <b>U(+)<br/>cm/s</b> | <b>U(-)<br/>cm/s</b> | <b>V<br/>cm/s</b> | <b>V(+)<br/>cm/s</b> | <b>V(-)<br/>cm/s</b> |
|--------------------|--------------------------|-------------------|----------------------|----------------------|-------------------|----------------------|----------------------|
| <b>Promedio</b>    | 45,84                    | 4,78              | 48,74                | -40,40               | 4,48              | 8,64                 | -4,80                |
| <b>Máximo</b>      | 160,40                   | 158,88            | 158,88               | -0,13                | 50,58             | 50,58                | 0,00                 |
| <b>Mínimo</b>      | 0,20                     | -117,97           | 0,02                 | -117,97              | -32,33            | 0,00                 | -32,33               |
| <b>Desv. Estd.</b> | 28,11                    | 52,67             | 32,43                | 22,74                | 8,63              | 6,69                 | 4,01                 |

U = Componente Este (+) – Oeste (-)

V = Componente Norte (+) – Sur (-)

Fuente: Elaboración Propia.

Figura N°53 Diagrama de vector progresivo de la celda sub-superficial a 2 m de profundidad desde el fondo. Río Queule, sector desembocadura, febrero-marzo de 2014. (● = inicio; ● = final).



Fuente: Elaboración Propia.

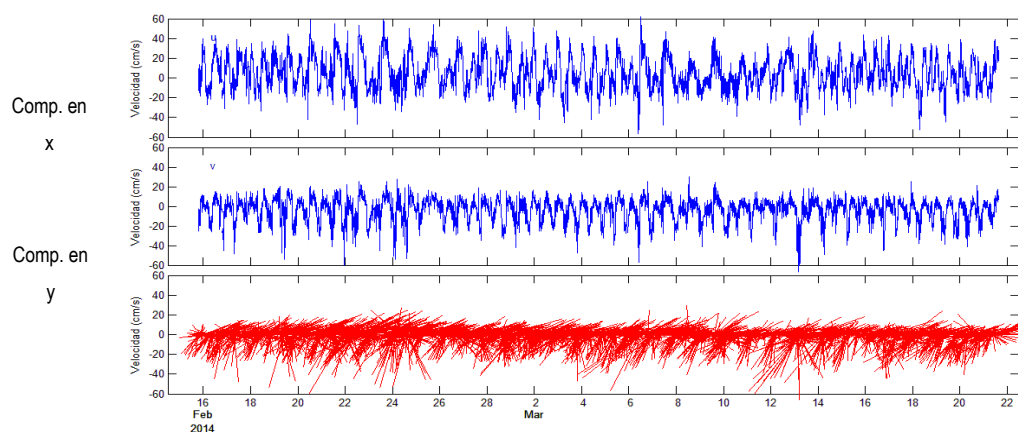
### 3.5.3.2 Resultados sector muelles

#### 3.5.3.2.1 *Celda superficial a 3 m de profundidad desde el fondo (celda 2)*

Las corrientes observadas presentaron un predominio de las direcciones asociadas al ENE con un 19.5% de las observaciones, seguida por la dirección E con un 17.02% de las observaciones. También es notoria la participación de la dirección SSW con un 12.65%. Las mayores intensidades se agruparon en torno al rango de 10.0 cm/s a 20.0 cm/s, correspondiendo a un 32.1% del total de las observaciones.

En el diagrama de vector progresivo de esta celda se evidencia una tendencia general de las corrientes a adoptar un flujo direccional neto hacia el SE. Si se considera que las mediciones se efectuaron durante 35 días, se puede plantear que una partícula se desplazaría 175 Km. en esa dirección, lo que indicaría una rapidez media de 5.0 km/día.

**Figura N°54** Diagrama de trazos y serie original de corrientes con sus respectivas componentes ortogonales de la celda superficial a 3 m de profundidad desde el fondo. Río Queule, sector muelles, febrero-marzo de 2014.



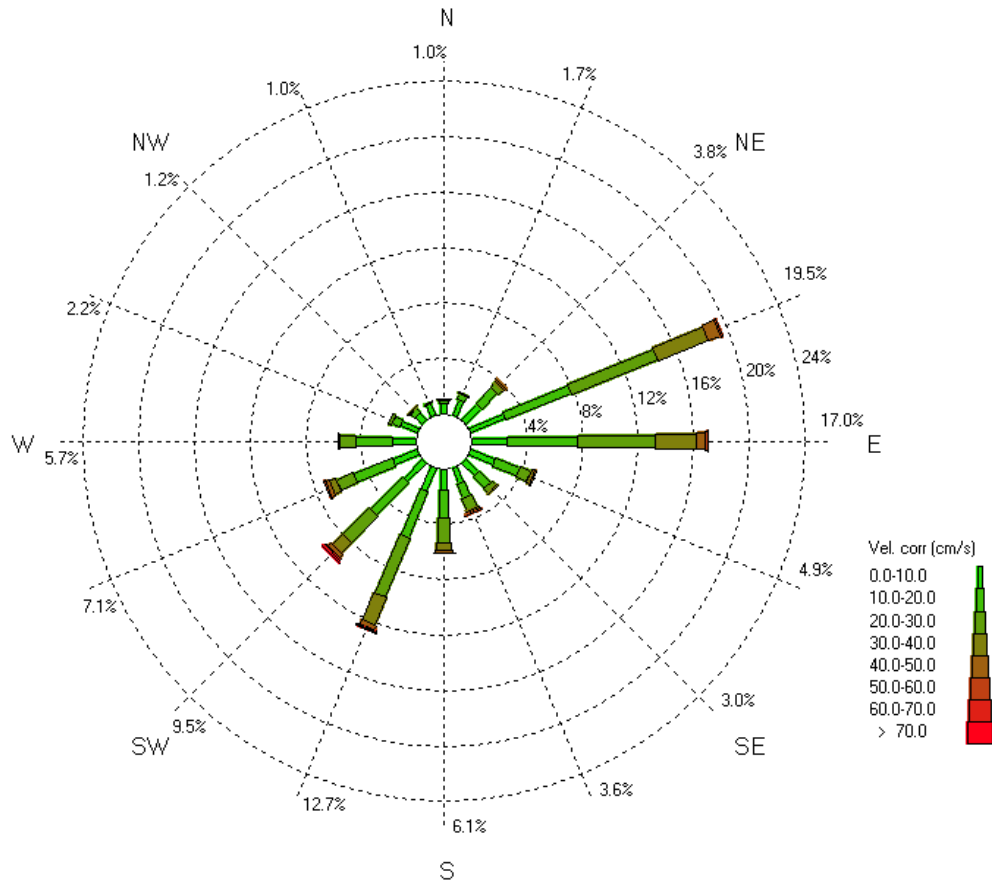
Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla N°22.** Distribución de incidencia de la magnitud y dirección de la corriente en la celda superficial a 3 m de profundidad desde el fondo. Río Queule, sector muelles, febrero-marzo de 2014.

|               | N    | NNE  | NE   | ENE   | E     | ESE  | SE   | SSE  | S    | SSW   | SW   | WSW  | W    | WNW  | NW   | NNW  | Total general | Ocurrencia(%) |
|---------------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|---------------|---------------|
| 0 - 10        | 38   | 56   | 74   | 133   | 122   | 94   | 62   | 59   | 74   | 90    | 94   | 95   | 84   | 67   | 36   | 44   | 1222          | 25.06         |
| 10 - 20       | 8    | 22   | 79   | 246   | 250   | 90   | 58   | 56   | 99   | 174   | 159  | 147  | 131  | 28   | 19   | 5    | 1571          | 32.21         |
| 20 - 30       | 4    | 4    | 25   | 328   | 271   | 41   | 22   | 44   | 86   | 224   | 132  | 63   | 53   | 10   | 2    | 0    | 1309          | 26.84         |
| 30 - 40       | 1    | 0    | 8    | 188   | 148   | 12   | 3    | 10   | 25   | 106   | 51   | 23   | 8    | 0    | 2    | 0    | 585           | 12.00         |
| 40 - 50       | 0    | 0    | 1    | 48    | 29    | 4    | 0    | 4    | 11   | 14    | 15   | 14   | 1    | 0    | 0    | 0    | 141           | 2.89          |
| 50 - 60       | 0    | 0    | 0    | 8     | 9     | 0    | 0    | 2    | 0    | 7     | 6    | 5    | 0    | 0    | 0    | 0    | 37            | 0.76          |
| 60 - 70       | 0    | 0    | 0    | 0     | 1     | 0    | 0    | 0    | 1    | 2     | 6    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 10            | 0.21          |
| 70 - 80       | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 2    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 2             | 0.04          |
| Total general | 51   | 82   | 187  | 951   | 830   | 241  | 145  | 175  | 296  | 617   | 465  | 347  | 277  | 105  | 59   | 49   | 4877          |               |
| Ocurrencia(%) | 1.05 | 1.68 | 3.83 | 19.50 | 17.02 | 4.94 | 2.97 | 3.59 | 6.07 | 12.65 | 9.53 | 7.12 | 5.68 | 2.15 | 1.21 | 1.00 |               |               |

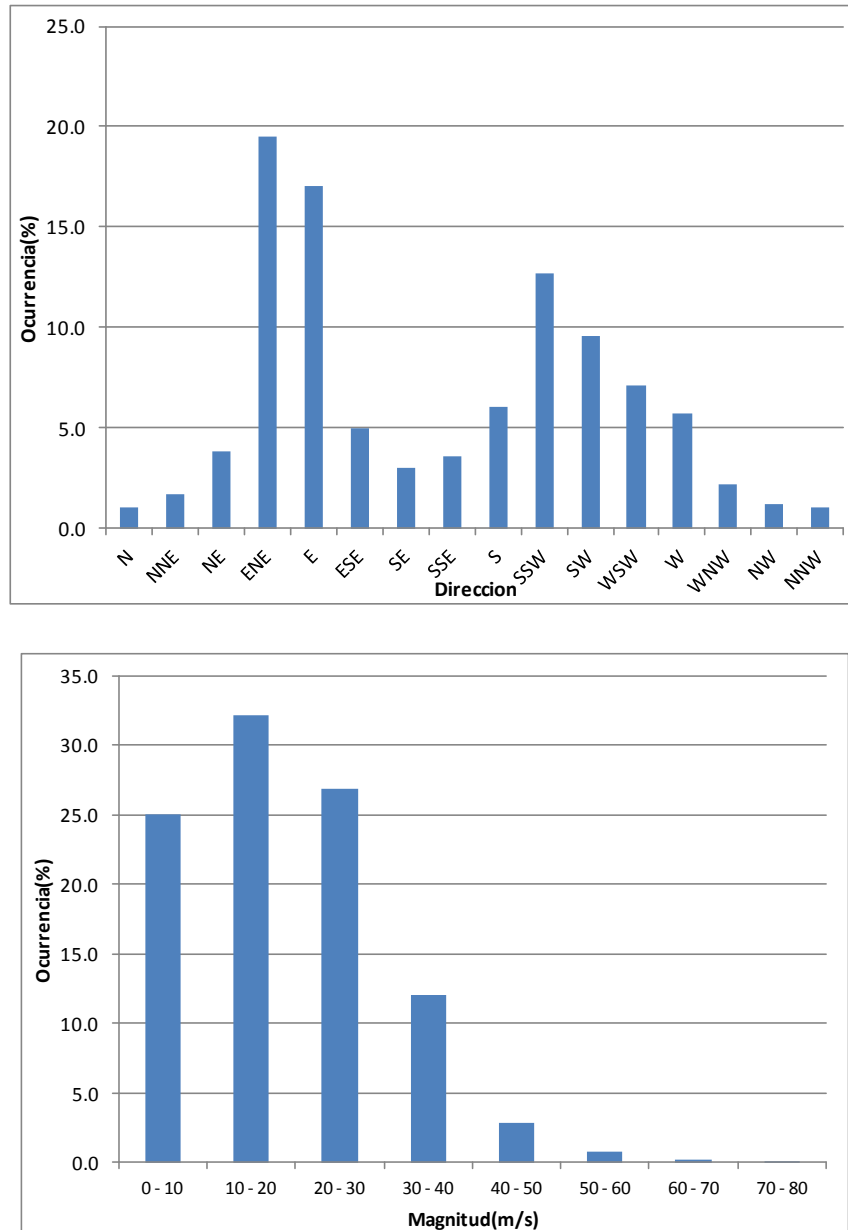
Fuente: Elaboración Propia

**Figura N°55** Rosa de corriente con la distribución de frecuencia de la dirección y magnitud de la corriente de la celda superficial a 3 m de profundidad desde el fondo. Río Queule, sector muelles, febrero-marzo de 2014.



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura N°56** Histogramas de dirección e intensidad de la corriente de la celda superficial a 3 m de profundidad desde el fondo. Río Queule, sector muelles, febrero-marzo de 2014



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°23. Descriptores estadísticos básicos de la corriente en la celda superficial a 3 m de profundidad desde el fondo. Río Queule, sector muelles, febrero-marzo de 2014. Celda 2

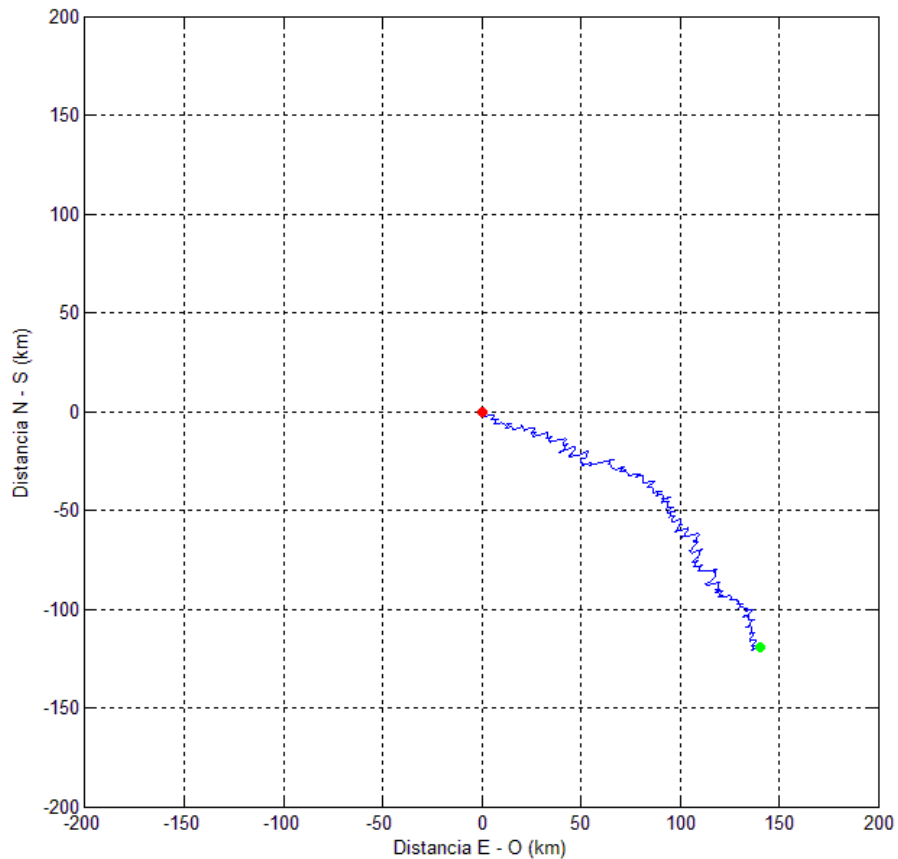
|                    | <b>Magnitud<br/>cm/s</b> | <b>U<br/>cm/s</b> | <b>U(+)<br/>cm/s</b> | <b>U(-)<br/>cm/s</b> | <b>V<br/>cm/s</b> | <b>V(+)<br/>cm/s</b> | <b>V(-)<br/>cm/s</b> |
|--------------------|--------------------------|-------------------|----------------------|----------------------|-------------------|----------------------|----------------------|
| <b>Promedio</b>    | 18,82                    | 4,80              | 16,72                | -10,92               | -4,08             | 5,82                 | -12,05               |
| <b>Máximo</b>      | 75,30                    | 62,34             | 62,34                | -0,01                | 30,22             | 30,22                | 0,00                 |
| <b>Mínimo</b>      | 0,50                     | -56,15            | 0,00                 | -56,15               | -66,70            | 0,00                 | -66,70               |
| <b>Desv. Estd.</b> | 11,08                    | 17,05             | 11,44                | 8,19                 | 12,11             | 4,50                 | 10,30                |

U = Componente Este (+) – Oeste (-)

V = Componente Norte (+) – Sur (-)

Fuente: Elaboración Propia.

Figura N°57 Diagrama de vector progresivo de la celda superficial a 3 m de profundidad desde el fondo.  
Río Queule, sector muelles, febrero-marzo de 2014. (● = inicio; ● = final).



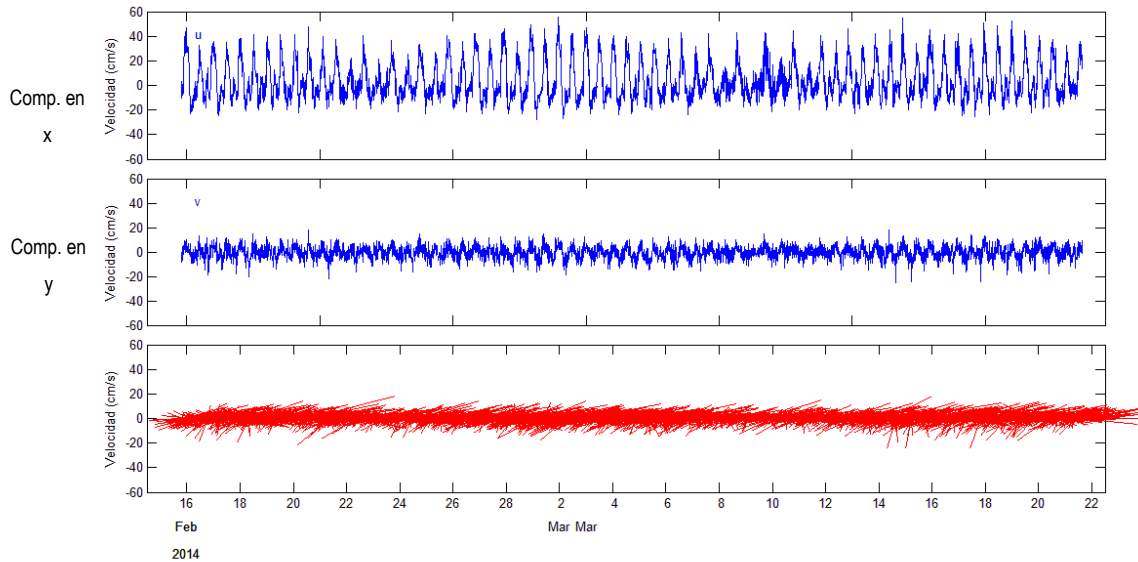
Fuente: Elaboración Propia.

### 3.5.3.2.2 Celda sub-superficial a 2 m. de profundidad desde el fondo (celda 1)

Las corrientes observadas presentaron un predominio de las direcciones asociadas al E con un 21.86% de las observaciones. Le siguen las direcciones WSW y ENE con un 14.68% y 14.21% respectivamente de las observaciones. Las mayores intensidades se agruparon en torno al rango de 0.0 a 100.0 cm/s, correspondiendo a un 44.8% del total de las observaciones.

En el diagrama de vector progresivo de esta celda se evidencia una tendencia general de las corrientes a adoptar un flujo direccional neto hacia el E. Si se considera que las mediciones se efectuaron durante 35 días, se puede plantear que una partícula se desplazaría 125 Km. en esa dirección, lo que indicaría una rapidez media de 3.57 km/día.

**Figura N°58** Diagrama de trazos y serie original de corrientes con sus respectivas componentes ortogonales de la celda sub-superficial a 2 m. de profundidad desde el fondo. Río Queule, sector muelles, febrero-marzo de 2014



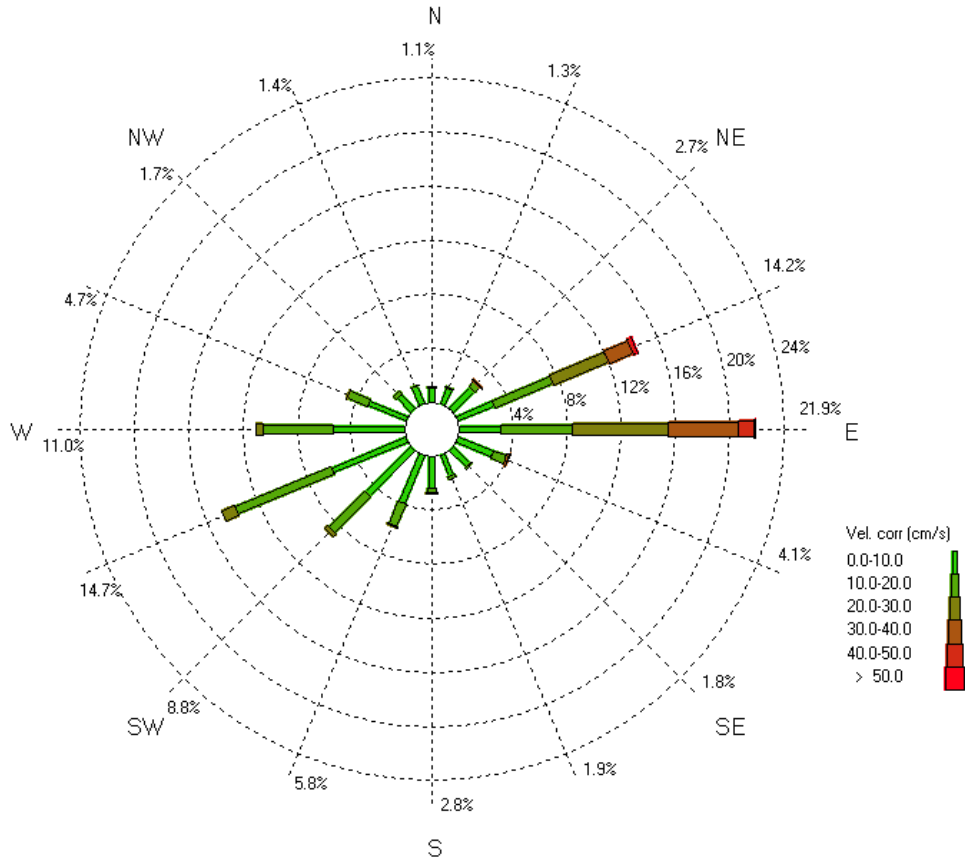
Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla N°24.** Distribución de incidencia de la magnitud y dirección de la corriente en la celda sub-superficial a 2 m. de profundidad desde el fondo. Río Queule, sector muelles, febrero-marzo de 2014.

|                      | N           | NNE         | NE          | ENE          | E            | ESE         | SE          | SSE         | S           | SSW         | SW          | WSW          | W            | WNW         | NW          | NNW         | Total general | Ocurrencia(%) |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|---------------|---------------|
| 0 - 10               | 52          | 61          | 104         | 140          | 152          | 137         | 84          | 84          | 113         | 188         | 229         | 291          | 260          | 151         | 72          | 67          | 2185          | 44.80         |
| 10 - 20              | 4           | 4           | 27          | 226          | 256          | 50          | 6           | 8           | 19          | 88          | 186         | 377          | 253          | 77          | 13          | 2           | 1596          | 32.73         |
| 20 - 30              | 0           | 0           | 2           | 216          | 348          | 9           | 0           | 0           | 3           | 5           | 15          | 48           | 24           | 2           | 0           | 0           | 672           | 13.78         |
| 30 - 40              | 0           | 0           | 1           | 93           | 251          | 2           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0            | 0            | 0           | 0           | 0           | 347           | 7.12          |
| 40 - 50              | 0           | 0           | 0           | 16           | 56           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0            | 0            | 0           | 0           | 0           | 72            | 1.48          |
| 50 - 60              | 0           | 0           | 0           | 2            | 3            | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0            | 0            | 0           | 0           | 0           | 5             | 0.10          |
| <b>Total general</b> | <b>56</b>   | <b>65</b>   | <b>134</b>  | <b>693</b>   | <b>1066</b>  | <b>198</b>  | <b>90</b>   | <b>92</b>   | <b>135</b>  | <b>281</b>  | <b>430</b>  | <b>716</b>   | <b>537</b>   | <b>230</b>  | <b>85</b>   | <b>69</b>   | <b>4877</b>   |               |
| <b>Ocurrencia(%)</b> | <b>1.15</b> | <b>1.33</b> | <b>2.75</b> | <b>14.21</b> | <b>21.86</b> | <b>4.06</b> | <b>1.85</b> | <b>1.89</b> | <b>2.77</b> | <b>5.76</b> | <b>8.82</b> | <b>14.68</b> | <b>11.01</b> | <b>4.72</b> | <b>1.74</b> | <b>1.41</b> |               |               |

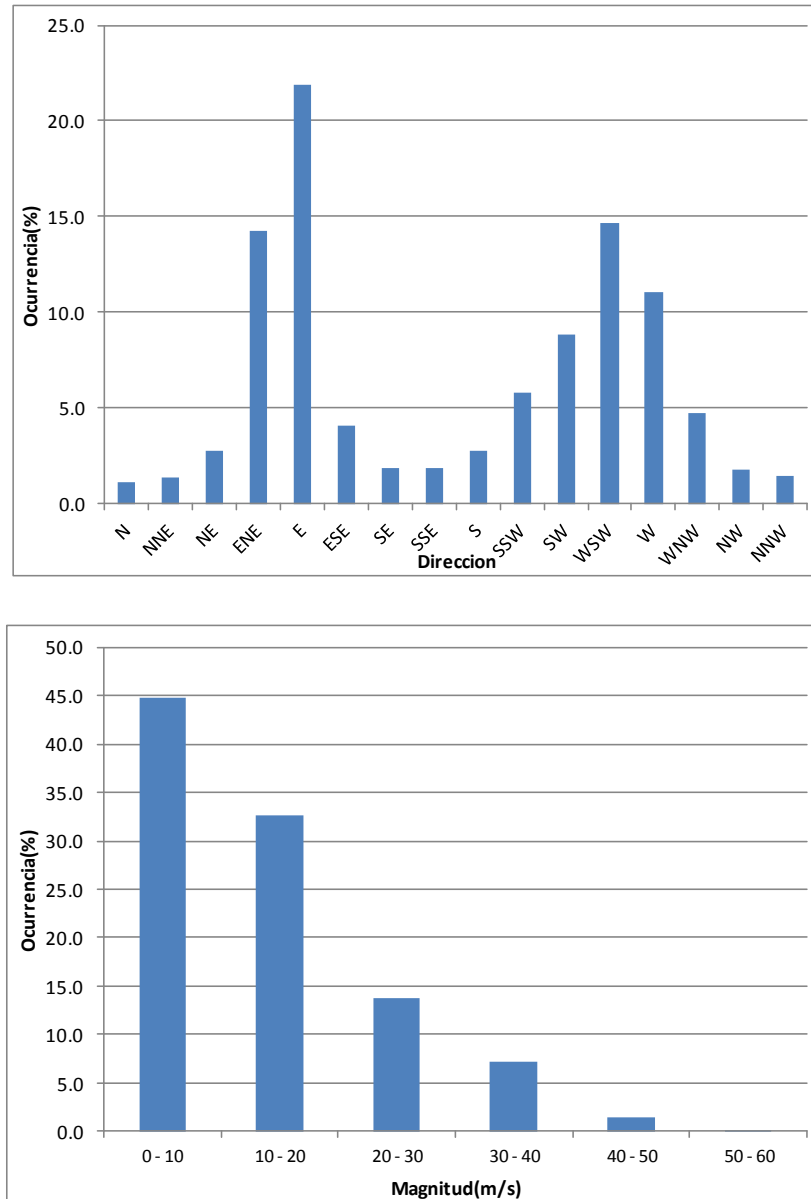
Fuente: Elaboración Propia

**Figura N°59** Rosa de corriente con la distribución de frecuencia de la dirección y magnitud de la corriente de la celda sub-superficial a 2 m. de profundidad desde el fondo. Río Queule, sector muelles, febrero-marzo de 2014



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura N°60** Histogramas de dirección e intensidad de la corriente de la celda sub-superficial a 2 m. de profundidad desde el fondo. Río Queule, sector muelles, febrero-marzo de 2014.



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°25. Descriptores estadísticos básicos de la corriente en la celda sub-superficial a 2 m. de profundidad desde el fondo. Río Queule, sector muelles, febrero-marzo de 2014. Celda 1

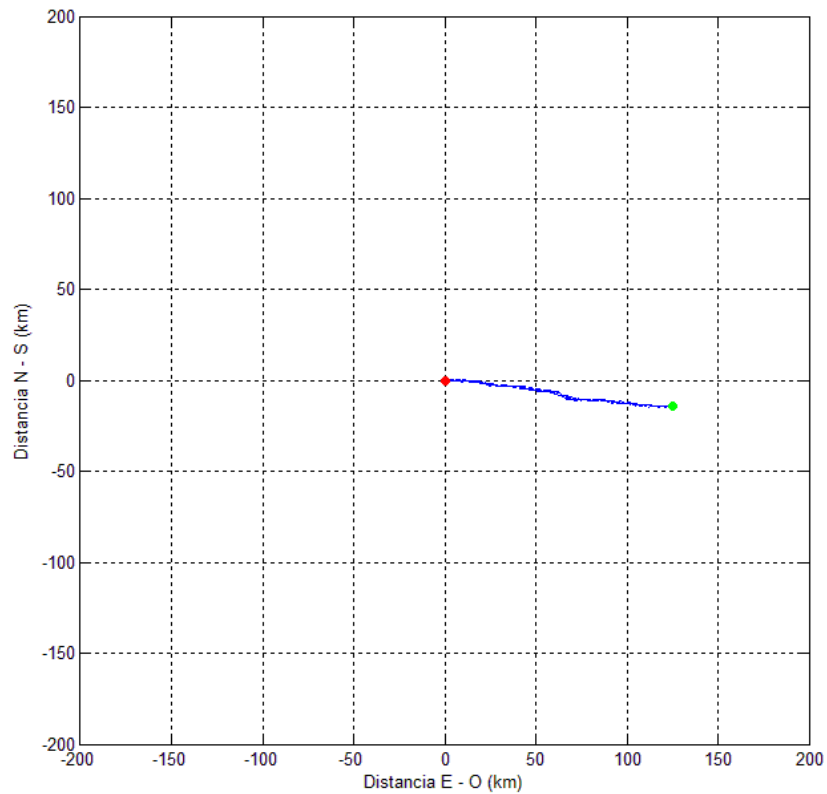
|                    | <b>Magnitud<br/>cm/s</b> | <b>U<br/>cm/s</b> | <b>U(+)<br/>cm/s</b> | <b>U(-)<br/>cm/s</b> | <b>V<br/>cm/s</b> | <b>V(+)<br/>cm/s</b> | <b>V(-)<br/>cm/s</b> |
|--------------------|--------------------------|-------------------|----------------------|----------------------|-------------------|----------------------|----------------------|
| <b>Promedio</b>    | 13,72                    | 4,27              | 16,70                | -8,02                | -0,49             | 3,87                 | -4,37                |
| <b>Máximo</b>      | 56,10                    | 55,78             | 55,78                | -0,02                | 18,26             | 18,26                | 0,00                 |
| <b>Mínimo</b>      | 0,00                     | -27,95            | 0,03                 | -27,95               | -24,83            | 0,00                 | -24,83               |
| <b>Desv. Estd.</b> | 9,71                     | 15,39             | 11,89                | 5,24                 | 5,22              | 2,88                 | 3,49                 |

U = Componente Este (+) – Oeste (-)

V = Componente Norte (+) – Sur (-)

Fuente: Elaboración Propia.

Figura N°61 Diagrama de vector progresivo de la celda sub-superficial a 2 m de profundidad desde el fondo. Río Queule, sector muelles, febrero-marzo de 2014. (● = inicio; ● = final).



Fuente: Elaboración Propia.

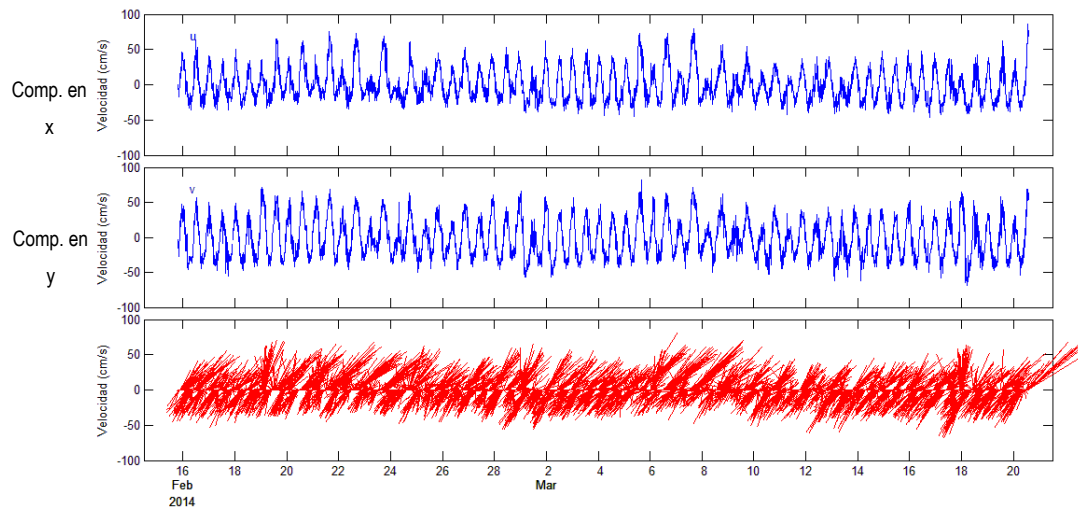
### 3.5.3.3 Resultados sector balsa

#### 3.5.3.3.1 *Celda superficial a 3 m de profundidad desde el fondo (celda 2)*

Las corrientes observadas presentaron un predominio de las direcciones asociadas al SW con un 23.91% de las observaciones, seguida de cerca por la dirección NE con un 23.87% de las observaciones. También es notoria la dirección SSW con un 18.98%. Las mayores intensidades se agruparon en torno al rango de 30.0 a 40.0 cm/s, correspondiendo a un 21.33% del total de las observaciones.

En el diagrama de vector progresivo de esta celda se evidencia una tendencia general de las corrientes a adoptar un flujo direccional neto hacia el SSE. Si se considera que las mediciones se efectuaron durante 35 días, se puede plantear que una partícula se desplazaría 45 Km. en esa dirección, lo que indicaría una rapidez media de 1.29 km/día.

**Figura N°62** Diagrama de trazos y serie original de corrientes con sus respectivas componentes ortogonales de la celda superficial a 3 m de profundidad desde el fondo. Río Queule, sector balsa, febrero-marzo de 2014



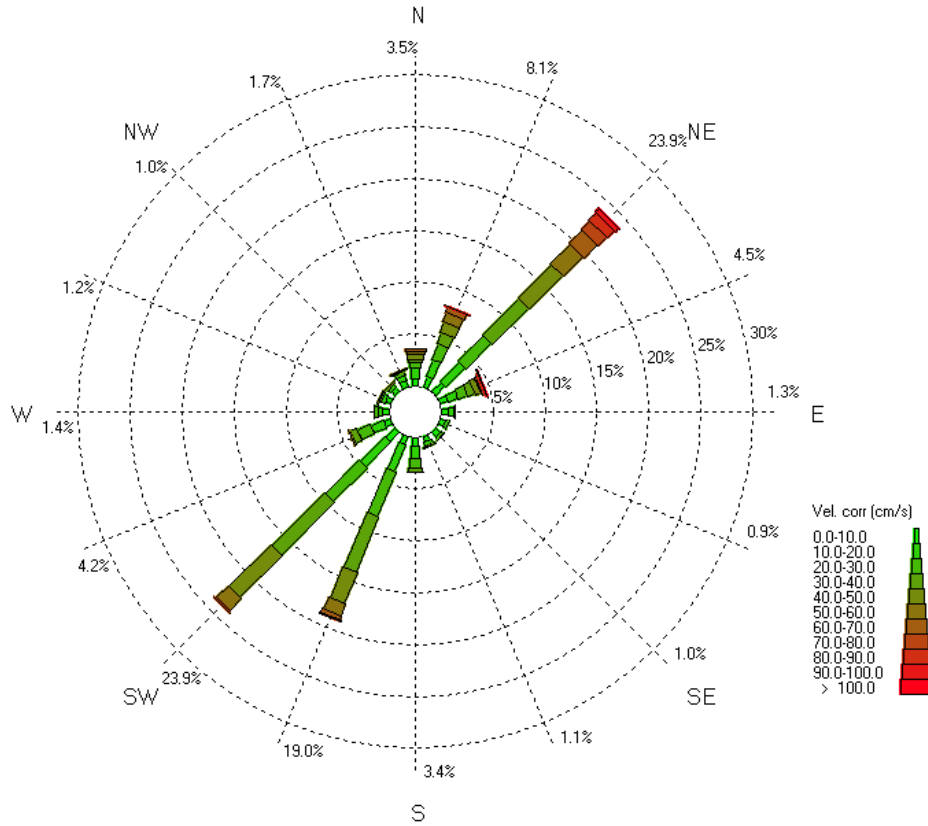
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°26. Distribución de incidencia de la magnitud y dirección de la corriente en la celda superficial a 3 m de profundidad desde el fondo. Río Queule, sector balsa, febrero-marzo de 2014.

|               | N    | NNE  | NE    | ENE  | E    | ESE  | SE   | SSE  | S    | SSW   | SW    | WSW  | W    | WNW  | NW   | NNW  | Total general | Ocurrencia(%) |
|---------------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|---------------|---------------|
| 0 - 10        | 32   | 51   | 58    | 39   | 34   | 22   | 28   | 28   | 37   | 40    | 64    | 33   | 30   | 27   | 22   | 29   | 574           | 12.16         |
| 10 - 20       | 49   | 80   | 124   | 45   | 22   | 17   | 16   | 16   | 61   | 128   | 155   | 61   | 24   | 16   | 18   | 26   | 858           | 18.17         |
| 20 - 30       | 23   | 76   | 165   | 43   | 6    | 3    | 1    | 6    | 39   | 223   | 219   | 65   | 13   | 9    | 7    | 15   | 913           | 19.34         |
| 30 - 40       | 16   | 54   | 229   | 35   | 1    | 0    | 0    | 2    | 22   | 269   | 341   | 31   | 1    | 2    | 1    | 3    | 1007          | 21.33         |
| 40 - 50       | 20   | 49   | 216   | 26   | 0    | 0    | 0    | 0    | 2    | 154   | 266   | 5    | 0    | 1    | 1    | 3    | 743           | 15.74         |
| 50 - 60       | 16   | 42   | 125   | 8    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 58    | 74    | 1    | 0    | 0    | 0    | 2    | 326           | 6.91          |
| 60 - 70       | 11   | 25   | 87    | 8    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 19    | 9     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 159           | 3.37          |
| 70 - 80       | 0    | 3    | 53    | 4    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 5     | 1     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 66            | 1.40          |
| 80 - 90       | 0    | 0    | 46    | 2    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 48            | 1.02          |
| 90 - 100      | 0    | 1    | 22    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 24            | 0.51          |
| 100 - 110     | 0    | 0    | 2     | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 3             | 0.06          |
| Total general | 167  | 381  | 1127  | 212  | 63   | 42   | 45   | 52   | 161  | 896   | 1129  | 196  | 68   | 55   | 49   | 78   | 4721          |               |
| Ocurrencia(%) | 3.54 | 8.07 | 23.87 | 4.49 | 1.33 | 0.89 | 0.95 | 1.10 | 3.41 | 18.98 | 23.91 | 4.15 | 1.44 | 1.17 | 1.04 | 1.65 |               |               |

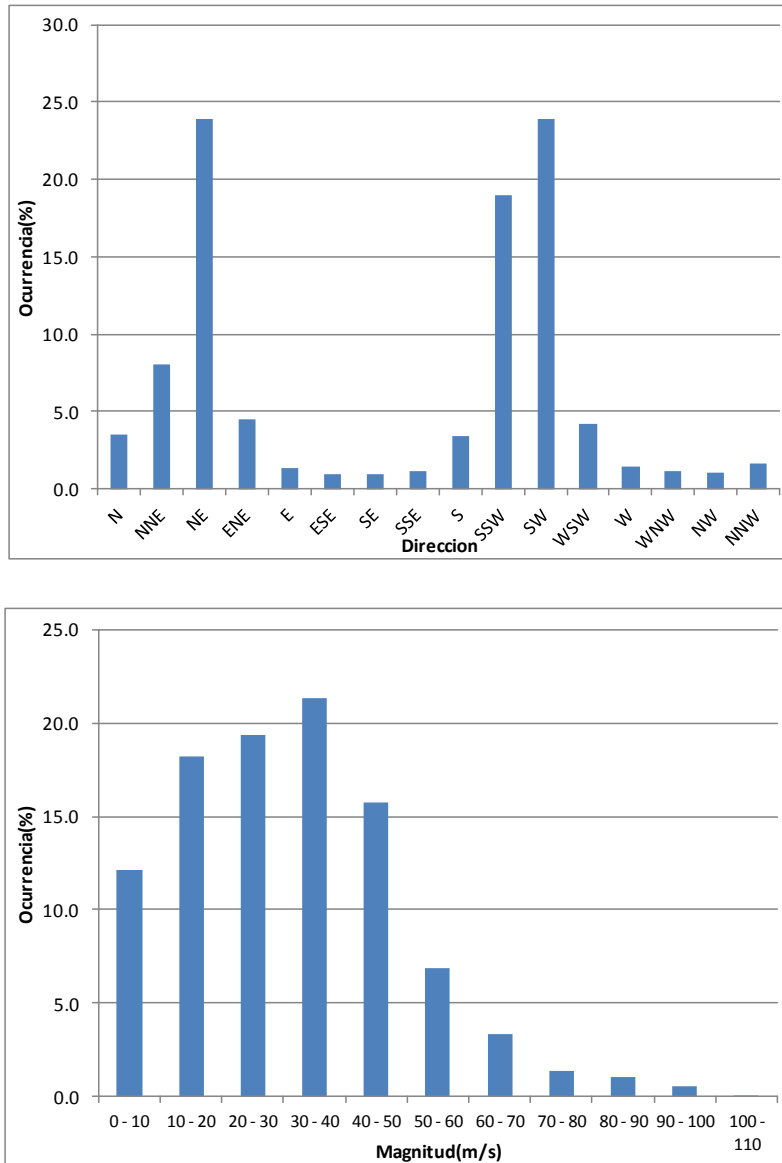
Fuente: Elaboración Propia

**Figura N°63** Rosa de corriente con la distribución de frecuencia de la dirección y magnitud de la corriente de la celda superficial a 3 m de profundidad desde el fondo. Río Queule, sector balsa, febrero-marzo de 2014



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura N°64** Histogramas de dirección e intensidad de la corriente de la celda superficial a 3 m de profundidad desde el fondo. Río Queule, sector balsa, febrero-marzo de 2014



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°27. Descriptores estadísticos básicos de la corriente en la celda superficial a 3 m de profundidad desde el fondo. Río Queule, sector balsa, febrero-marzo de 2014. Celda 2

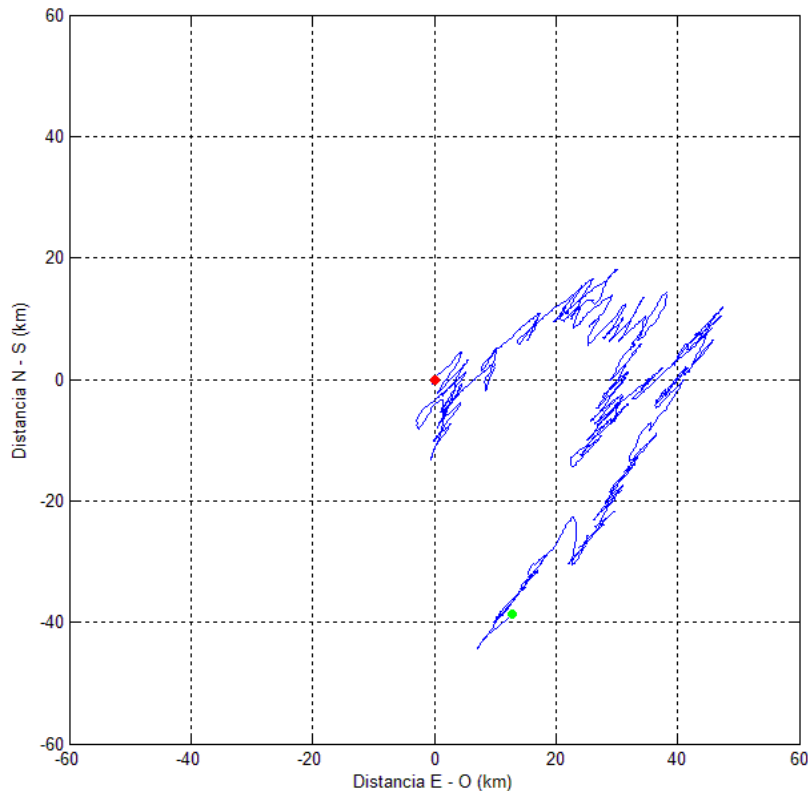
|                    | Dirección ° | Magnitud cm/s | U cm/s | U(+) cm/s | U(-) cm/s | V cm/s | V(+) cm/s | V(-) cm/s |
|--------------------|-------------|---------------|--------|-----------|-----------|--------|-----------|-----------|
| <b>Promedio</b>    | 150,27      | 31,08         | 0,45   | 21,96     | -16,44    | -1,37  | 24,30     | -22,67    |
| <b>Máximo</b>      | 359,90      | 106,40        | 86,53  | 86,53     | -0,01     | 82,57  | 82,57     | 0,00      |
| <b>Mínimo</b>      | 0,00        | 0,20          | -46,19 | 0,00      | -46,19    | -68,22 | 0,00      | -68,22    |
| <b>Desv. Estd.</b> | 94,18       | 17,92         | 23,14  | 16,59     | 9,55      | 27,38  | 16,15     | 12,44     |

U = Componente Este (+) – Oeste (-)

V = Componente Norte (+) – Sur (-)

Fuente: Elaboración Propia.

Figura N°65 Diagrama de vector progresivo de la celda superficial a 3 m de profundidad desde el fondo.  
Río Queule, sector balsa, febrero-marzo de 2014. (● = inicio; ● = final).



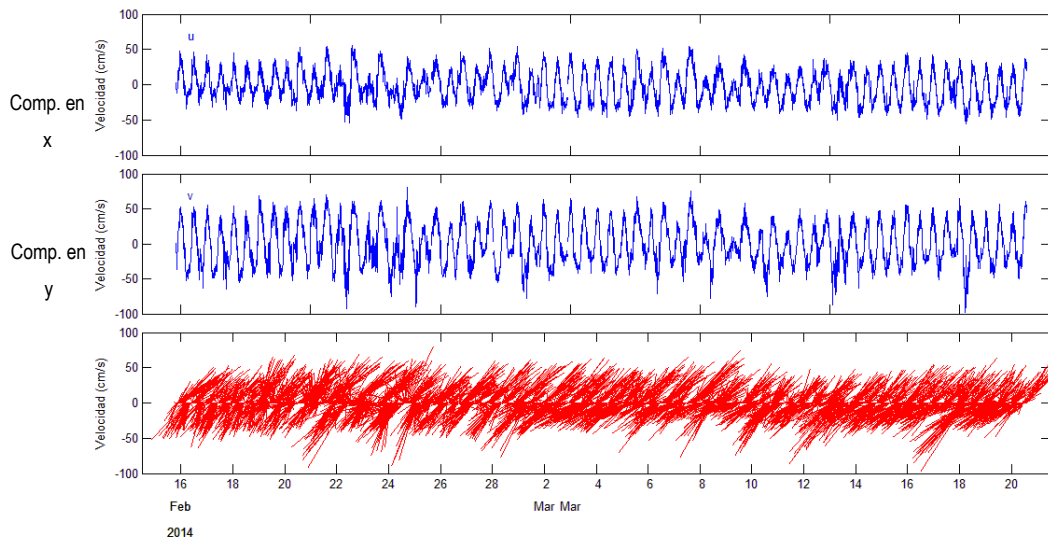
Fuente: Elaboración Propia.

### 3.5.3.3.2 Celda sub-superficial a 2 m de profundidad desde el fondo (celda 1)

Las corrientes observadas presentaron un predominio de las direcciones asociadas al SW con un 20.57% de las observaciones, seguida por la dirección NE con un 19.02% de las observaciones; además de las direcciones NNE y SSW con un 17.52% y 16.37% respectivamente. Las mayores intensidades se agruparon en torno al rango de 30.0 a 40.0 cm/s, correspondiendo a un 19.68% del total de las observaciones.

En el diagrama de vector progresivo de esta celda se evidencia una tendencia general de las corrientes a adoptar un flujo direccional neto hacia el W. Si se considera que las mediciones se efectuaron durante 35 días, se puede plantear que una partícula se desplazaría 58 Km. en esa dirección, lo que indicaría una rapidez media de 1.66 km/día.

**Figura N°66** Diagrama de trazos y serie original de corrientes con sus respectivas componentes ortogonales de la celda sub-superficial a 2 m de profundidad desde el fondo. Río Queule, sector balsa, febrero-marzo de 2014



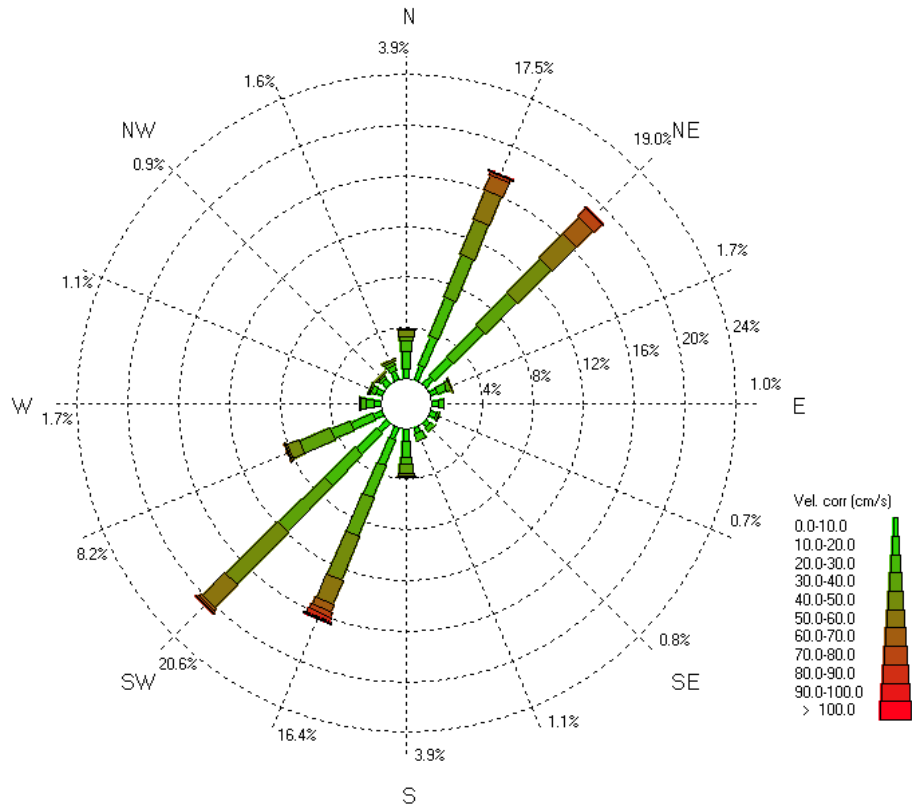
Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla N°28.** Distribución de incidencia de la magnitud y dirección de la corriente en la celda sub-superficial a 2 m de profundidad desde el fondo. Río Queule, sector balsa, febrero-marzo de 2014.

|                      | N           | NNE          | NE           | ENE         | E           | ESE         | SE          | SSE         | S           | SSW          | SW           | WSW         | W           | WNW         | NW          | NNW         | Total general | Ocurrencia(%) |
|----------------------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|---------------|
| 0 - 10               | 37          | 55           | 39           | 27          | 27          | 24          | 19          | 23          | 48          | 45           | 47           | 34          | 25          | 26          | 26          | 33          | 535           | 11.33         |
| 10 - 20              | 62          | 115          | 94           | 35          | 17          | 9           | 19          | 25          | 60          | 105          | 108          | 89          | 29          | 18          | 10          | 21          | 816           | 17.28         |
| 20 - 30              | 38          | 157          | 162          | 16          | 1           | 2           | 1           | 2           | 21          | 128          | 162          | 81          | 20          | 5           | 4           | 13          | 813           | 17.22         |
| 30 - 40              | 19          | 170          | 166          | 3           | 0           | 0           | 0           | 0           | 38          | 154          | 238          | 124         | 5           | 2           | 3           | 7           | 929           | 19.68         |
| 40 - 50              | 22          | 140          | 179          | 1           | 0           | 0           | 0           | 0           | 11          | 173          | 276          | 46          | 0           | 0           | 1           | 1           | 850           | 18.00         |
| 50 - 60              | 4           | 118          | 126          | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 2           | 97           | 118          | 10          | 0           | 0           | 0           | 0           | 475           | 10.06         |
| 60 - 70              | 2           | 57           | 86           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 2           | 29           | 12           | 1           | 0           | 0           | 0           | 0           | 189           | 4.00          |
| 70 - 80              | 0           | 13           | 41           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 1           | 19           | 6            | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 80            | 1.69          |
| 80 - 90              | 0           | 1            | 5            | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 16           | 4            | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 26            | 0.55          |
| 90 - 100             | 0           | 1            | 0            | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 5            | 0            | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 6             | 0.13          |
| 100 - 110            | 0           | 0            | 0            | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 2            | 0            | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 2             | 0.04          |
| <b>Total general</b> | <b>184</b>  | <b>827</b>   | <b>898</b>   | <b>82</b>   | <b>45</b>   | <b>35</b>   | <b>39</b>   | <b>50</b>   | <b>183</b>  | <b>773</b>   | <b>971</b>   | <b>385</b>  | <b>79</b>   | <b>51</b>   | <b>44</b>   | <b>75</b>   | <b>4721</b>   |               |
| <b>Ocurrencia(%)</b> | <b>3.90</b> | <b>17.52</b> | <b>19.02</b> | <b>1.74</b> | <b>0.95</b> | <b>0.74</b> | <b>0.83</b> | <b>1.06</b> | <b>3.88</b> | <b>16.37</b> | <b>20.57</b> | <b>8.16</b> | <b>1.67</b> | <b>1.08</b> | <b>0.93</b> | <b>1.59</b> |               |               |

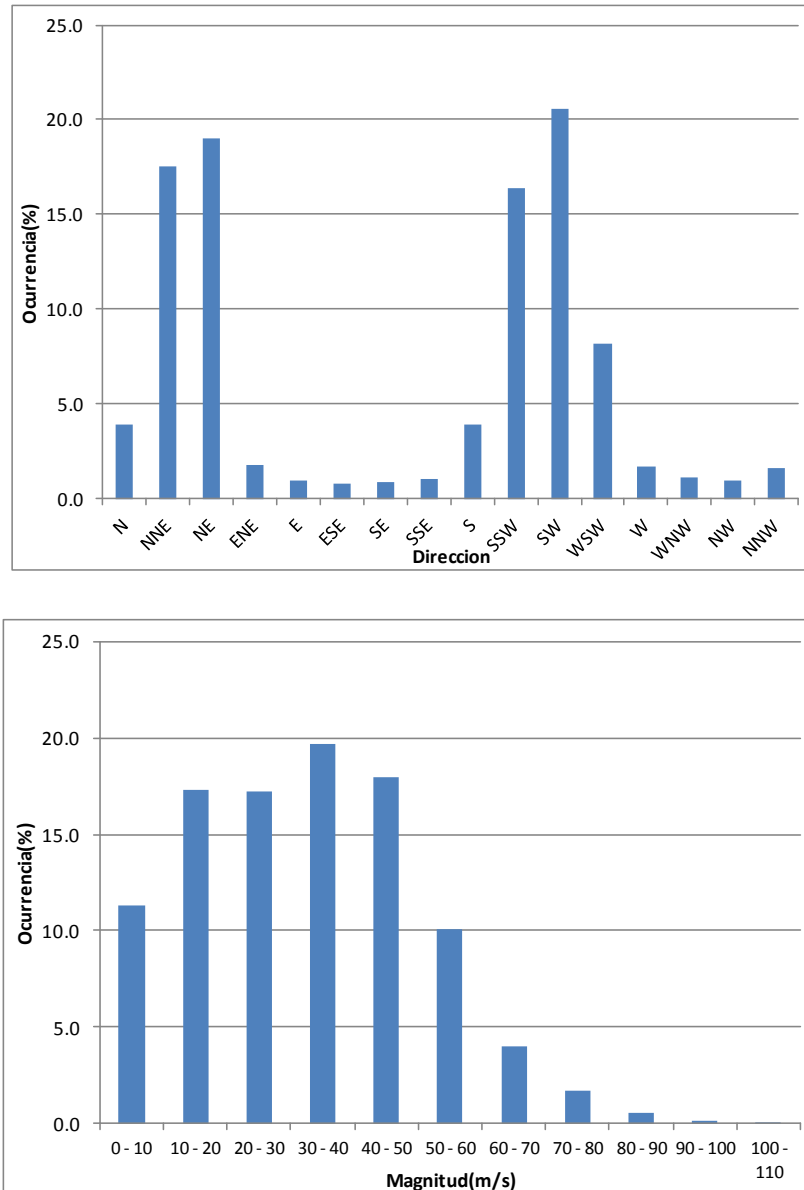
Fuente: Elaboración Propia

**Figura N°67** Rosa de corriente con la distribución de frecuencia de la dirección y magnitud de la corriente de la celda sub-superficial a 2 m de profundidad desde el fondo. Río Queule, sector balsa, febrero-marzo de 2014



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura N°68** Histogramas de dirección e intensidad de la corriente de la celda sub-superficial a 2 m de profundidad desde el fondo. Río Queule, sector balsa, febrero-marzo de 2014



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°29. Descriptores estadísticos básicos de la corriente en la celda sub-superficial a 2 m de profundidad desde el fondo. Río Queule, sector balsa, febrero-marzo de 2014. Celda 1

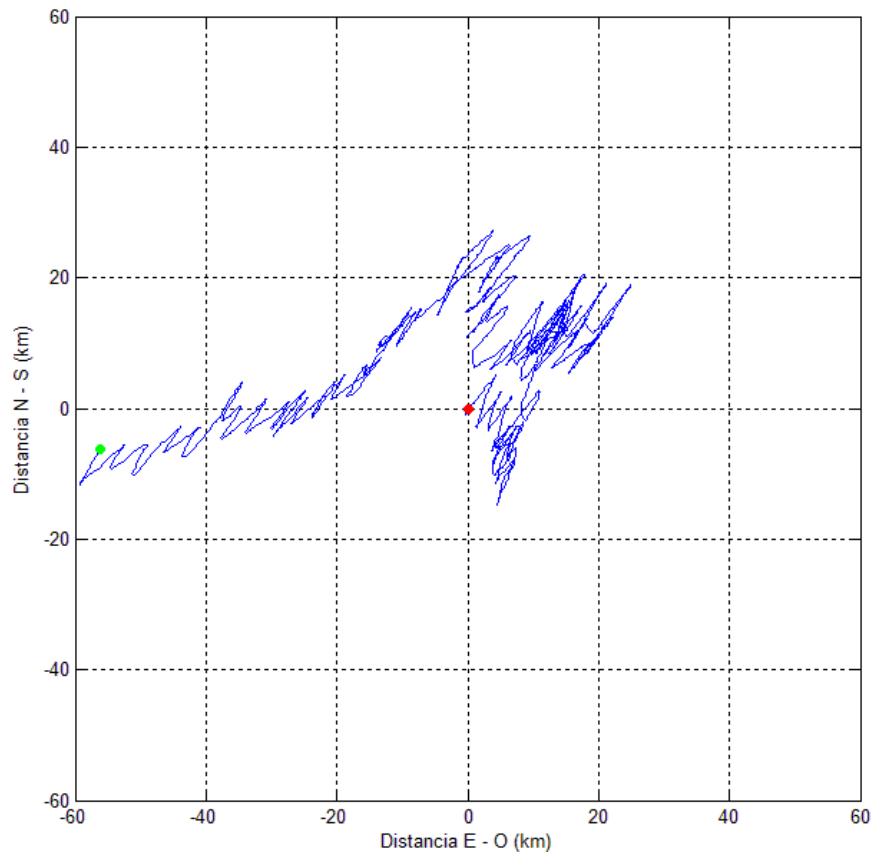
|                    | Dirección<br>° | Magnitud<br>cm/s | U<br>cm/s | U(+)<br>cm/s | U(-)<br>cm/s | V<br>cm/s | V(+)<br>cm/s | V(-)<br>cm/s |
|--------------------|----------------|------------------|-----------|--------------|--------------|-----------|--------------|--------------|
| <b>Promedio</b>    | 146,64         | 32,45            | -1,99     | 18,33        | -18,58       | -0,22     | 26,65        | -24,19       |
| <b>Máximo</b>      | 359,90         | 107,20           | 55,15     | 55,15        | -0,02        | 80,87     | 80,87        | -0,01        |
| <b>Mínimo</b>      | 0,10           | 0,40             | -55,17    | 0,00         | -55,17       | -97,70    | 0,00         | -97,70       |
| <b>Desv. Estd.</b> | 99,81          | 17,74            | 21,82     | 12,08        | 11,56        | 29,79     | 16,02        | 15,22        |

U = Componente Este (+) – Oeste (-)

V = Componente Norte (+) – Sur (-)

Fuente: Elaboración Propia.

Figura N°69 Diagrama de vector progresivo de la celda sub-superficial a 2 m de profundidad desde el fondo. Río Queule, sector balsa, febrero-marzo de 2014(● = inicio; ● = final).



Fuente: Elaboración Propia.

---

### 3.6 Estudio de oleaje in situ

#### 3.6.1 Metodología

Para caracterizar el oleaje de la zona de estudio, se realizaron mediciones in situ durante un período comprendido entre el 15 de febrero y el 9 de marzo, en dos puntos como se observa en la Figura N° 69. Uno de ellos situado en el sector costero de la desembocadura, abrigado por la península, quedando a una profundidad aproximada de 11 m, y otro situado en un sector oceánico, más influenciado por el clima del mar abierto y anclado en la isóbata de 20 m.

**AREA DE TRABAJO:** Sector costero. Estuario del Río Queule

**POSICION:** E: 652579 N: 5639829

**AREA DE TRABAJO:** Sector oceánico.

**POSICION:** E: 650269 N: 5637532

**FECHA:** Entre el 15 de febrero al 9 de marzo de 2014.

Figura N°70 Localización de los puntos de medición de oleaje in situ. Río Queule. Febrero- Marzo de 2014.



Fuente: Google Earth.

Se fondearon sensores acústicos, para registrar oleaje durante el período de mediciones. Las mediciones se realizaron con medidores de olas direccionales marca RDI modelo Sentinel registrando datos de olas cada 3 horas, por un período de muestreo de aproximadamente 35min, con una frecuencia de muestreo de 2Hz. Los instrumentos se fondearon utilizando una estructura metálica diseñada para este objetivo.

Figura N°71 Instrumento de medición de oleaje in situ con armazón de fondeo.



Fuente: Registro del Consultor.

### 3.6.2 Oleaje Operacional

Los datos crudos fueron procesados utilizando el software WavesMon versión 3.04, software desarrollado por RD Instruments para el procesamiento de datos de olas direccionales.

Los parámetros para el procesamiento de las olas fueron los siguientes:

- Frecuencia de corte superior 5 segundos (0,2 Hz)
- Frecuencia de corte inferior 30 segundos (0,0333 Hz)
- Altura del instrumento sobre el fondo marino 1.0 metros

---

Del procesamiento de los datos se obtuvo la siguiente información:

|       |  |
|-------|--|
| B#    | Numero de burst  |
| YY    | Año  |
| MM    | Mes  |
| DD    | Día  |
| HH    | Hora en huso Z+4   |
| Hs    | Altura de ola significativa en metros                      |
| TP    | Periodo peak espectral en segundos                         |
| Dp    | Dirección de las olas peak con respecto al norte magnético |
| Depth | Marea referida al 0 del instrumento en milímetros          |
| H1/10 | Ola del 10 % Superior                                      |
| Tmean | Periodo promedio en segundos                               |
| Dmean | Dirección promedio   |

La información antes indicada se procesó generando tablas de incidencia altura por periodo, altura por dirección y periodo por dirección, así como también las rosas de oleaje para altura y periodo para el registro medido.

---

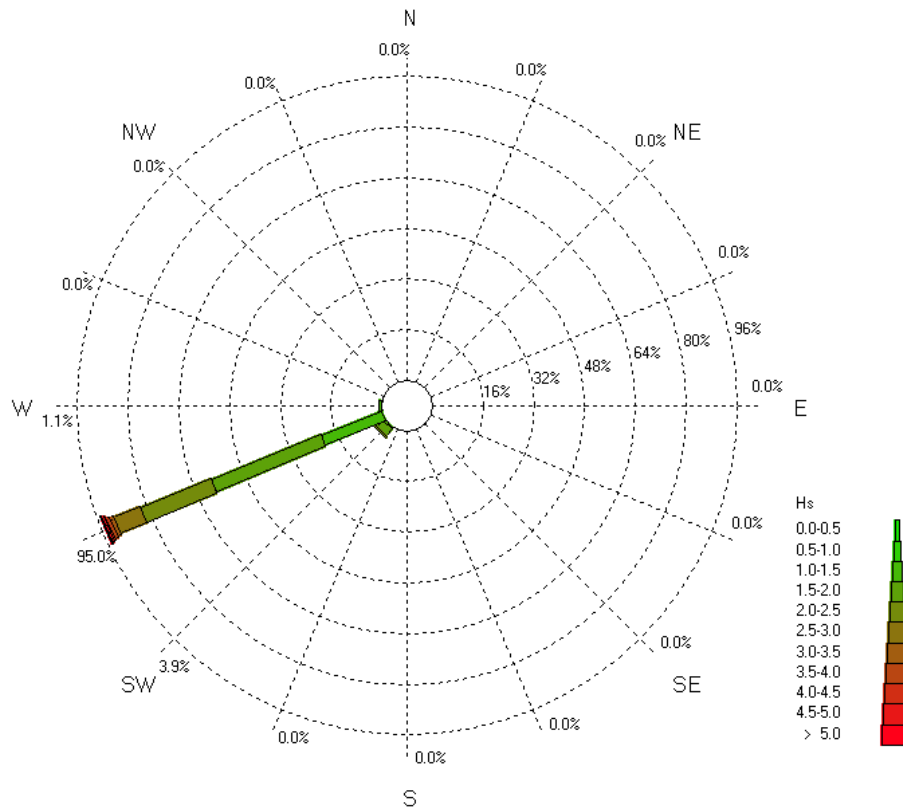
### 3.6.2.1 Sector costero

Con respecto a la dirección se aprecia una notoria predominancia de la dirección WSW con un 94.97% de porcentaje de ocurrencia.

En cuanto a la magnitud de la altura de ola significativa, el valor máximo registrado es de 5.2 m. Los mayores porcentajes de ocurrencia se presentaron en el rango de 1.5 m a 2 m de altura con un 40.22% de las ocurrencias, seguido por alturas en el rango entre los 2 m y 2.5 m con porcentaje de presentación del total de las muestras de 24.58 %, y entre 1m y 1.5 m con una ocurrencia del 22.35%.

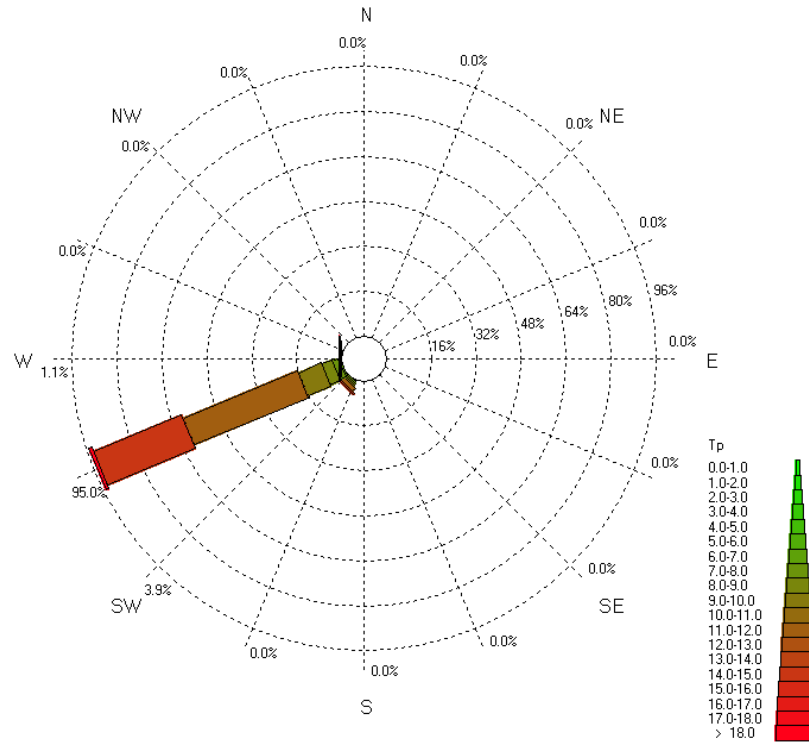
Por su parte, en cuanto al periodo pico las máximas ocurrencias se encontraron en el rango de 11 s a 12 s con un 45,81%, seguido del rango entre 14 s y 15 s con un 35.2%. En los datos medidos se presentó un máximo de 18.2 s.

Figura N°72 Rosa de oleaje. Altura Significativa Hs. Sector costero. Río Queule.



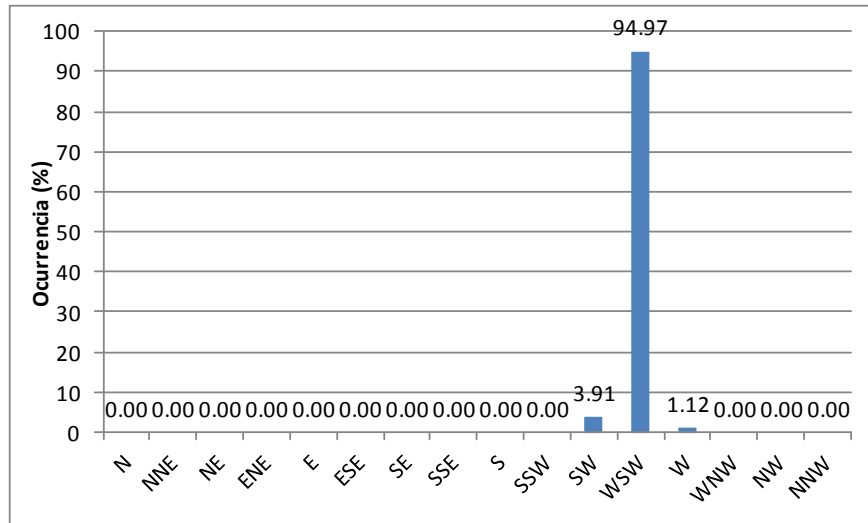
Fuente: Elaboración Propia.

Figura N°73 Rosa de oleaje. Período pico Tp. Sector costero. Río Queule.



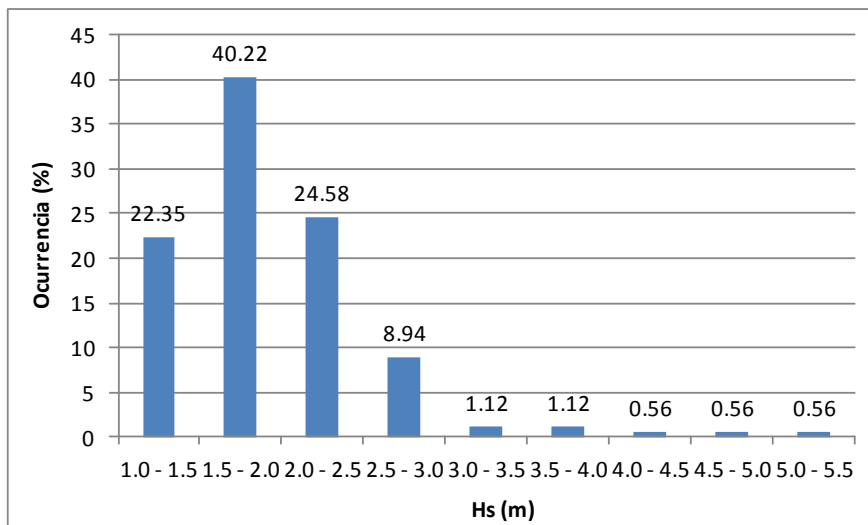
Fuente: Elaboración Propia.

Figura N°74 Probabilidad de ocurrencia de la direccionalidad del oleaje. Sector costero. Río Queule.



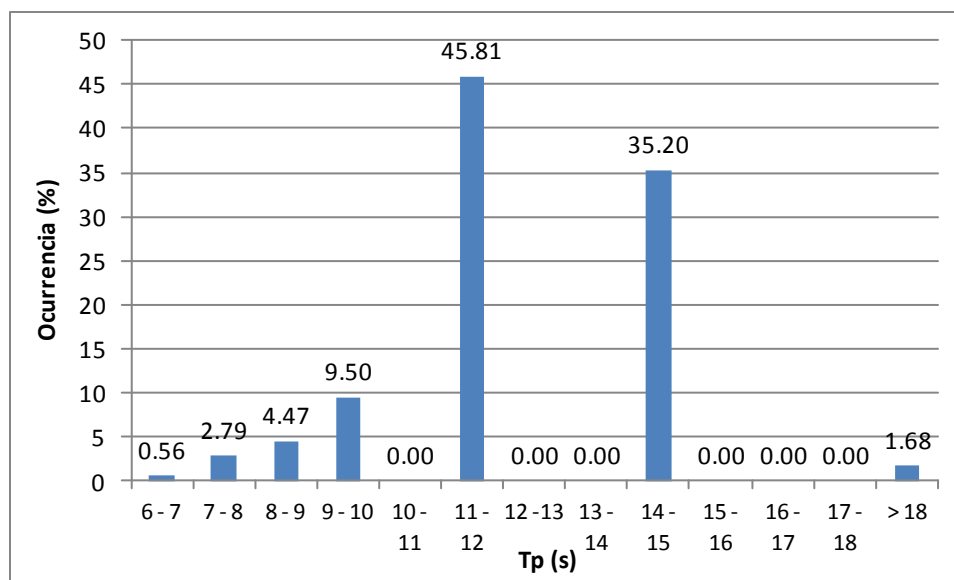
Fuente: Elaboración Propia.

Figura N°75 Probabilidad de ocurrencia de la altura de ola significativa Hs (m). Sector costero. Río Queule.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N°76 Probabilidad de ocurrencia del Periodo pico Tp. Sector costero. Río Queule.



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°30. Distribución de frecuencia de altura de oleaje Hs y Periodo pico Tp(s). Sector costero. Río Queule.

| Hs (m) / Tp (s)       | 6 - 7 | 7 - 8 | 8 - 9 | 9 - 10 | 10 - 11 | 11 - 12 | 12 - 13 | 13 - 14 | 14 - 15 | 15 - 16 | 16 - 17 | 17 - 18 | > 18 | Total | Ocurrencia (%) | Excedencia (%) |
|-----------------------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------|-------|----------------|----------------|
| 1.0 - 1.5             |       |       | 2     | 7      |         | 14      |         |         | 14      |         |         |         | 3    | 40    | 22.35          | 77.65          |
| 1.5 - 2.0             | 1     | 4     | 2     | 8      |         | 45      |         |         | 12      |         |         |         |      | 72    | 40.22          | 37.43          |
| 2.0 - 2.5             |       | 1     | 4     | 2      |         | 14      |         |         | 23      |         |         |         |      | 44    | 24.58          | 12.85          |
| 2.5 - 3.0             |       |       |       |        |         | 9       |         |         | 7       |         |         |         |      | 16    | 8.94           | 3.91           |
| 3.0 - 3.5             |       |       |       |        |         |         |         |         | 2       |         |         |         |      | 2     | 1.12           | 2.79           |
| 3.5 - 4.0             |       |       |       |        |         |         |         |         | 2       |         |         |         |      | 2     | 1.12           | 1.68           |
| 4.0 - 4.5             |       |       |       |        |         |         |         |         | 1       |         |         |         |      | 1     | 0.56           | 1.12           |
| 4.5 - 5.0             |       |       |       |        |         |         |         |         | 1       |         |         |         |      | 1     | 0.56           | 0.56           |
| 5.0 - 5.5             |       |       |       |        |         |         |         |         | 1       |         |         |         |      | 1     | 0.56           | 0.00           |
| <b>Total</b>          | 1     | 5     | 8     | 17     | 0       | 82      | 0       | 0       | 63      | 0       | 0       | 0       | 3    | 179   |                |                |
| <b>Ocurrencia (%)</b> | 0.56  | 2.79  | 4.47  | 9.50   | 0.00    | 45.81   | 0.00    | 0.00    | 35.20   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 1.68 |       |                |                |
| <b>Excedencia (%)</b> | 99.44 | 96.65 | 92.18 | 82.68  | 82.68   | 36.87   | 36.87   | 36.87   | 1.68    | 1.68    | 1.68    | 1.68    | 0.00 |       |                |                |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°31. Distribución de frecuencia de altura de ola Hs(m) y Dirección. Sector costero. Río Queule.

| Hs (m) / Dir (º)      | N    | NNE  | NE   | ENE  | E    | ESE  | SE   | SSE  | S    | SSW  | SW    | WSW   | W    | WNW  | NW   | NNW  | Total | Ocurrencia (%) | Excedencia (%) |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|-------|----------------|----------------|
| 1.0 - 1.5             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 1     | 37    | 2    |      |      |      | 40    | 22.35          | 77.65          |
| 1.5 - 2.0             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 5     | 67    |      |      |      |      | 72    | 40.22          | 37.43          |
| 2.0 - 2.5             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 1     | 43    |      |      |      |      | 44    | 24.58          | 12.85          |
| 2.5 - 3.0             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       | 16    |      |      |      |      | 16    | 8.94           | 3.91           |
| 3.0 - 3.5             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       | 2     |      |      |      |      | 2     | 1.12           | 2.79           |
| 3.5 - 4.0             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       | 2     |      |      |      |      | 2     | 1.12           | 1.68           |
| 4.0 - 4.5             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       | 1     |      |      |      |      | 1     | 0.56           | 1.12           |
| 4.5 - 5.0             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       | 1     |      |      |      |      | 1     | 0.56           | 0.56           |
| 5.0 - 5.5             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       | 1     |      |      |      |      | 1     | 0.56           | 0.00           |
| <b>Total</b>          | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 7     | 170   | 2    | 0    | 0    | 0    | 179   |                |                |
| <b>Ocurrencia (%)</b> | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.91  | 94.97 | 1.12 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |       |                |                |
| <b>Excedencia (%)</b> | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 96.09 | 1.12  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |       |                |                |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°32. Distribución de frecuencia Periodo pico Tp(s) y Dirección de oleaje. Sector costero. Río Queule.

| Tp (s) / Dir (º)      | N     | NNE   | NE    | ENE   | E     | ESE   | SE    | SSE   | S     | SSW   | SW    | WSW   | W    | WNW  | NW   | NNW  | Total | Ocurrencia (%) | Excedencia (%) |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|----------------|----------------|
| 6 - 7                 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 1     |      |      |      |      | 1     | 0.56           | 99.44          |
| 7 - 8                 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 1     | 4     |      |      |      |      | 5     | 2.79           | 96.65          |
| 8 - 9                 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 1     | 7     |      |      |      |      | 8     | 4.47           | 92.18          |
| 9 - 10                |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 1     | 16    |      |      |      |      | 17    | 9.50           | 82.68          |
| 10 - 11               |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      | 0     | 0.00           | 82.68          |
| 11 - 12               |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 3     | 79    |      |      |      |      | 82    | 45.81          | 36.87          |
| 12 - 13               |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      | 0     | 0.00           | 36.87          |
| 13 - 14               |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      | 0     | 0.00           | 36.87          |
| 14 - 15               |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 1     | 61    | 1    |      |      |      | 63    | 35.20          | 1.68           |
| 15 - 16               |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      | 0     | 0.00           | 1.68           |
| 16 - 17               |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      | 0     | 0.00           | 1.68           |
| 17 - 18               |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      | 0     | 0.00           | 1.68           |
| > 18                  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 2     | 1    |      |      |      | 3     | 1.68           | 0.00           |
| <b>Total</b>          | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 7     | 170   | 2    | 0    | 0    | 0    | 179   |                |                |
| <b>Ocurrencia (%)</b> | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 3.91  | 94.97 | 1.12 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |       |                |                |
| <b>Excedencia (%)</b> | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 96.09 | 1.12  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |       |                |                |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°33. Estadística Descriptiva de Olas Operacionales. Sector costero. Río Queule.

Estadísticas

|                   | Hs (m) | Tp (s) | Dir (°) |
|-------------------|--------|--------|---------|
| <b>Mínimo</b>     | 1.000  | 6.700  | 229.860 |
| <b>Máximo</b>     | 5.230  | 18.200 | 260.860 |
| <b>Media</b>      | 1.931  | 12.174 | 244.335 |
| <b>Desv. Est.</b> | 0.611  | 2.04   | 5.18    |
| <b>Varianza</b>   | 0.374  | 4.14   | 26.88   |
| <b>Asimetría</b>  | 2.025  | -0.09  | 0.276   |
| <b>Curtosis</b>   | 6.98   | 0.44   | 0.58    |
| <b>Moda</b>       | 1.84   | 11.60  | 240.86  |

Fuente: Elaboración Propia.

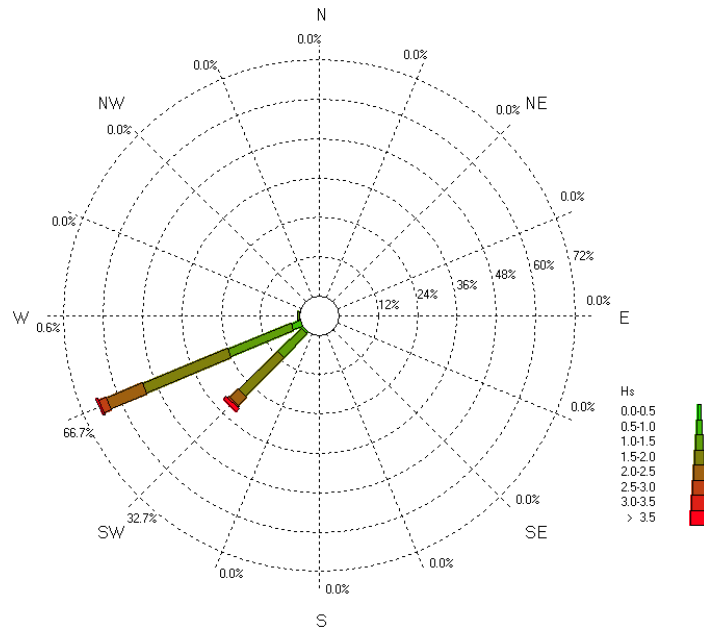
### 3.6.2.2 Sector oceánico

En cuanto a la dirección, para el sector oceánico también se aprecia una predominancia de la dirección WSW con un 66.67% de porcentaje de ocurrencia, con una participación de la dirección SW con una ocurrencia del 32.74%.

En cuanto a la magnitud de la altura de ola significativa, el valor máximo registrado es de 3.72 m. Los mayores porcentajes de ocurrencia se presentaron, al igual que en el sector anterior, en el rango de 1.5 m a 2 m de altura con un 44.64% de las ocurrencias, seguido por alturas en el rango entre los 1 m y 1.5 m con porcentaje de presentación del total de las muestras de 31.55 %.

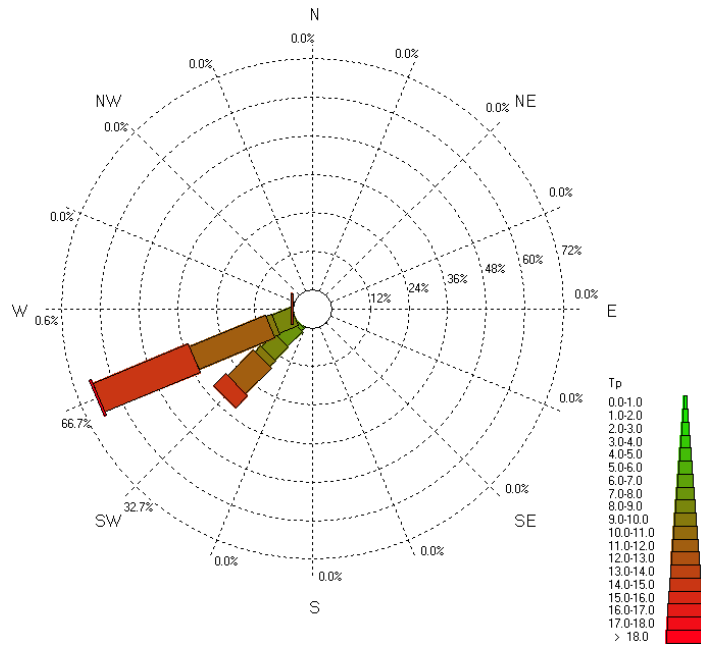
En cuanto al periodo pico, en los datos medidos también se presentó un máximo de 18.2 s. Las máximas ocurrencias se encontraron en el rango de 14 s a 15 s con un 38,1%, seguido del rango entre 11 s y 12 s con un 36.9%.

Figura N°77 Rosa de oleaje. Altura Significativa Hs. Sector oceánico. Río Queule.



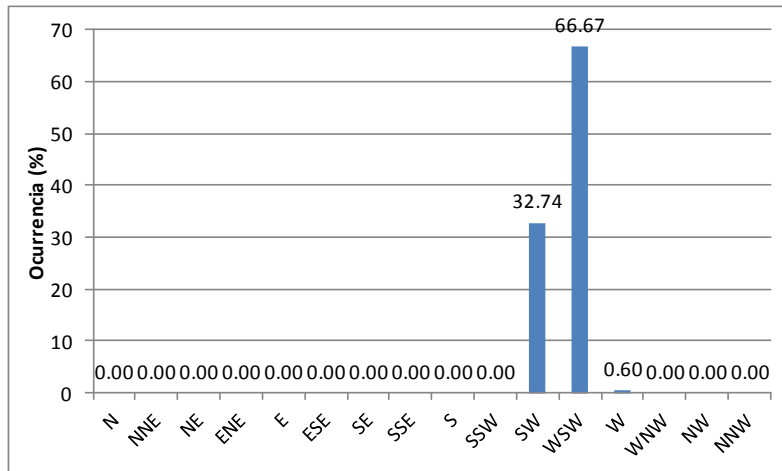
Fuente: Elaboración Propia.

**Figura N°78** Rosa de oleaje. Período pico Tp. Sector oceánico. Río Queule.



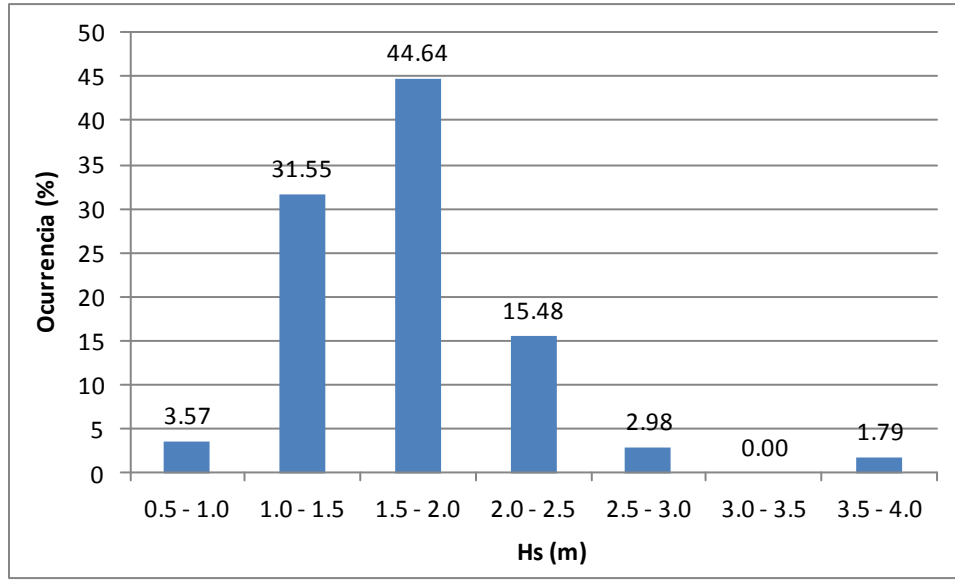
Fuente: Elaboración Propia.

**Figura N°79** Probabilidad de ocurrencia de la direccionalidad del oleaje. Sector oceánico. Río Queule.



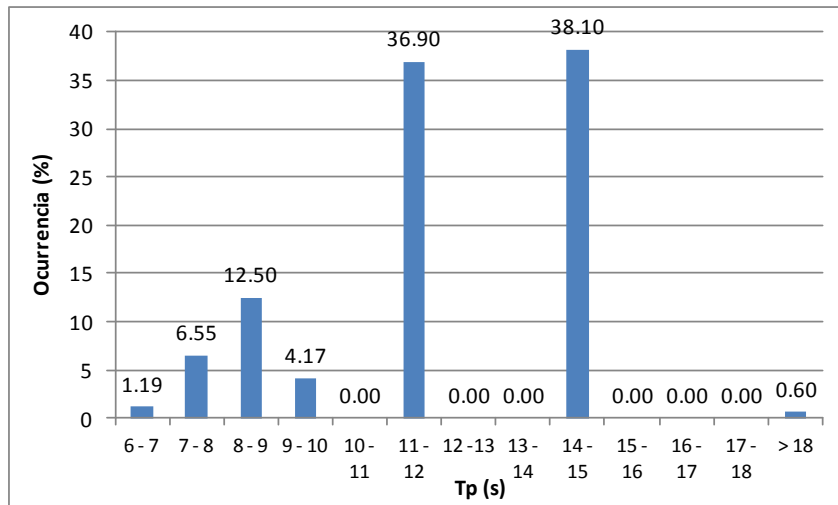
Fuente: Elaboración Propia.

**Figura N°80** Probabilidad de ocurrencia de de la altura de ola significativa Hs (m). Sector oceánico. Río Queule.



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura N°81** Probabilidad de ocurrencia del Periodo pico Tp. Sector oceánico. Río Queule.



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°34. Distribución de frecuencia de altura de oleaje Hs y Periodo pico Tp(s). Sector oceánico. Río Queule.

| Hs (m) / Tp (s)       | 6 - 7 | 7 - 8 | 8 - 9 | 9 - 10 | 10 - 11 | 11 - 12 | 12 - 13 | 13 - 14 | 14 - 15 | 15 - 16 | 16 - 17 | 17 - 18 | > 18 | Total | Ocurrencia (%) | Excedencia (%) |
|-----------------------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------|-------|----------------|----------------|
| 0.5 - 1.0             |       |       |       | 1      |         |         |         |         | 5       |         |         |         |      | 6     | 3.57           | 96.43          |
| 1.0 - 1.5             | 1     | 3     | 8     | 2      |         | 20      |         |         | 18      |         |         |         | 1    | 53    | 31.55          | 64.88          |
| 1.5 - 2.0             | 1     | 7     | 13    | 4      |         | 31      |         |         | 19      |         |         |         |      | 75    | 44.64          | 20.24          |
| 2.0 - 2.5             |       | 1     |       |        |         | 10      |         |         | 15      |         |         |         |      | 26    | 15.48          | 4.76           |
| 2.5 - 3.0             |       |       |       |        |         | 1       |         | 4       |         |         |         |         |      | 5     | 2.98           | 1.79           |
| 3.0 - 3.5             |       |       |       |        |         |         |         |         |         |         |         |         |      | 0     | 0.00           | 1.79           |
| 3.5 - 4.0             |       |       |       |        |         |         |         |         | 3       |         |         |         |      | 3     | 1.79           | 0.00           |
| <b>Total</b>          | 2     | 11    | 21    | 7      | 0       | 62      | 0       | 0       | 64      | 0       | 0       | 0       | 1    | 168   |                |                |
| <b>Ocurrencia (%)</b> | 1.19  | 6.55  | 12.50 | 4.17   | 0.00    | 36.90   | 0.00    | 0.00    | 38.10   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.60 |       |                |                |
| <b>Excedencia (%)</b> | 98.81 | 92.26 | 79.76 | 75.60  | 75.60   | 38.69   | 38.69   | 38.69   | 0.60    | 0.60    | 0.60    | 0.60    | 0.00 |       |                |                |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°35. Distribución de frecuencia de altura de ola Hs(m) y Dirección. Sector oceánico. Río Queule.

| Hs (m) / Dir (°)      | N    | NNE  | NE   | ENE  | E    | ESE  | SE   | SSE  | S    | SSW  | SW    | WSW   | W    | WNW  | NW   | NNW  | Total | Ocurrencia (%) | Excedencia (%) |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|-------|----------------|----------------|
| 0.5 - 1.0             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 1     | 5     |      |      |      |      | 6     | 3.57           | 96.43          |
| 1.0 - 1.5             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 17    | 35    | 1    |      |      |      | 53    | 31.55          | 64.88          |
| 1.5 - 2.0             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 28    | 47    |      |      |      |      | 75    | 44.64          | 20.24          |
| 2.0 - 2.5             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 6     | 20    |      |      |      |      | 26    | 15.48          | 4.76           |
| 2.5 - 3.0             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 1     | 4     |      |      |      |      | 5     | 2.98           | 1.79           |
| 3.0 - 3.5             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |      |      |      |      | 0     | 0.00           | 1.79           |
| 3.5 - 4.0             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 2     | 1     |      |      |      |      | 3     | 1.79           | 0.00           |
| <b>Total</b>          | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 55    | 112   | 1    | 0    | 0    | 0    | 168   |                |                |
| <b>Ocurrencia (%)</b> | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 32.74 | 66.67 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |       |                |                |
| <b>Excedencia (%)</b> | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 67.26 | 0.60  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |       |                |                |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°36. Distribución de frecuencia Periodo pico Tp(s) y Dirección de oleaje. Sector oceánico. Río Queule.

| Tp (s) / Dir (°)      | N     | NNE   | NE    | ENE   | E     | ESE   | SE    | SSE   | S     | SSW   | SW    | WSW   | W    | WNW  | NW   | NNW  | Total | Ocurrencia (%) | Excedencia (%) |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|----------------|----------------|
| 6 - 7                 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 2     |       |      |      |      |      | 2     | 1.19           | 98.81          |
| 7 - 8                 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 11    |       |      |      |      |      | 11    | 6.55           | 92.26          |
| 8 - 9                 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 10    | 11    |      |      |      |      | 21    | 12.50          | 79.76          |
| 9 - 10                |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 4     | 3     |      |      |      |      | 7     | 4.17           | 75.60          |
| 10 - 11               |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      | 0     | 0.00           | 75.60          |
| 11 - 12               |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 19    | 43    |      |      |      |      | 62    | 36.90          | 38.69          |
| 12 - 13               |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      | 0     | 0.00           | 38.69          |
| 13 - 14               |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      | 0     | 0.00           | 38.69          |
| 14 - 15               |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 9     | 54    | 1    |      |      |      | 64    | 38.10          | 0.60           |
| 15 - 16               |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      | 0     | 0.00           | 0.60           |
| 16 - 17               |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      | 0     | 0.00           | 0.60           |
| 17 - 18               |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      | 0     | 0.00           | 0.60           |
| > 18                  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 1     |      |      |      |      | 1     | 0.60           | 0.00           |
| <b>Total</b>          | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 55    | 112   | 1    | 0    | 0    | 0    | 168   |                |                |
| <b>Ocurrencia (%)</b> | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 32.74 | 66.67 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |       |                |                |
| <b>Excedencia (%)</b> | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 67.26 | 0.60  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |       |                |                |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°37. Estadística Descriptiva de Olas Operacionales. Sector oceánico. Río Queule.

Estadísticas

|                   | Hs (m) | Tp (s) | Dir (°) |
|-------------------|--------|--------|---------|
| <b>Mínimo</b>     | 0.890  | 6.700  | 218.860 |
| <b>Máximo</b>     | 3.720  | 18.200 | 266.860 |
| <b>Media</b>      | 1.682  | 11.840 | 239.074 |
| <b>Desv. Est.</b> | 0.487  | 2.35   | 6.50    |
| <b>Varianza</b>   | 0.237  | 5.53   | 42.19   |
| <b>Asimetría</b>  | 1.323  | -0.43  | 0.038   |
| <b>Curtosis</b>   | 3.37   | -0.69  | 2.21    |
| <b>Moda</b>       | 1.62   | 14.20  | 238.86  |

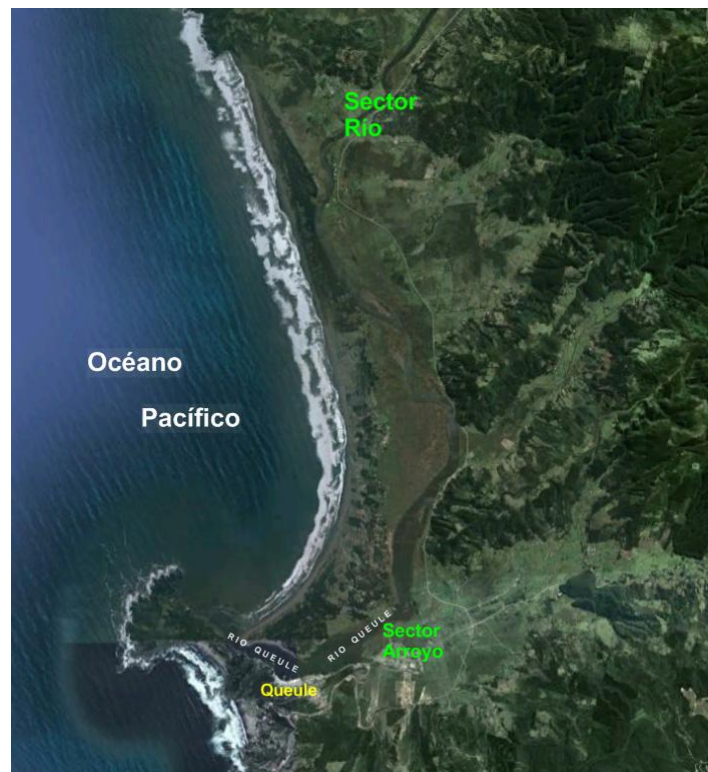
Fuente: Elaboración Propia.

### 3.7 Aforos

#### 3.7.1 Materiales y Métodos

Durante el día 21 de marzo de 2014 se llevaron a cabo faenas de campo con el objetivo de determinar el caudal en 2 puntos en la zona de estudio. El primero en la cuenca del río Queule, a unos 9 km al Norte de la localidad del mismo nombre, y el segundo punto se ubicó en el estero Pirén, estero aportante ubicado al este de la localidad de Queule en las cercanías del cruce de balsa existente en el sector. (Figura N°82).

Figura N°82 **Ubicación geográfica de la zona de estudio y los dos sectores monitoreados.  
Río Queule. Marzo de 2014.**



Fuente: Elaboración Propia.

---

Las faenas efectuadas para determinar los caudales en ambos sitios, consistieron en realizar una transecta en cada lugar registrando la velocidad instantánea de las aguas y la variación de profundidad respectiva, de manera de obtener un perfil batimétrico de la misma transecta.

Las maniobras se realizaron a bordo de un mini-zodiac al que se le incorporó un sistema consistente en un correntómetro perfilador (ADCP) marca Nortek modelo Aquadopp Profiler posicionado de manera invertida (midiendo hacia abajo) y en la misma línea se adosó un transductor de un ecosonda marca Garmin modelo 421s equipado con GPS (0). El ADCP fue programado para registrar la magnitud y dirección de la corriente de la columna de agua con capas de 1 m de espesor, muestreando cada 1 s, mientras que el ecosonda fue configurado para registrar la profundidad y la posición geográfica (UTM) cada 5 s. Los equipos sincronizados de manera de obtener datos simultáneos.

**Figura N°83 Minizodiac utilizado para realizar el aforo. Se observa la operación del ecosondas desde superficie.**



Fuente: Elaboración Propia.

Una vez instalado el sistema en la embarcación, esta fue abordada por el operador de ecosondas de manera de garantizar el buen funcionamiento del equipo. En el río, el mini-zodiac fue arrastrado por una embarcación mayor, de manera de minimizar la deriva producto del arrastre del río, mientras que, en el estero, debido a su angostura y poca corriente, la transecta se efectuó sólo con la embarcación menor (0).

---

**Figura N°84 Vista de maniobra de aforo. Se observa el cruce del minizodiac en el estero.**



Fuente: Elaboración Propia.

Posteriormente, en gabinete, se rescató la información recolectada digitalmente y se parearon los datos de ubicación topográfica, profundidad y magnitud de la corriente haciendo coincidir los horarios de muestreo, de manera de obtener un perfil de corrientes en la transecta efectuada.

Para el cálculo del caudal correspondiente, se seccionó el perfil obtenido en “cuadrículas” tomando como centro cada punto de registro de corriente, es decir celdas de 1 m de espesor y ancho dependiendo de la posición en la transecta. De esta manera se obtuvieron N celdas de área conocida ( $m^2$ ) e intensidad de corriente igualmente conocida ( $m^2/s$ ), para obtener el caudal de la sección correspondiente ( $m^3/s$ ).

### 3.7.2 Resultados

#### 3.7.2.1 Sector Río Queule

La Tabla N°38 muestra las intensidades de corriente registradas durante la marea llenante en la transecta ubicada en la cuenca del río, aguas arriba. Se obtuvieron 6 capas de 1 m de espesor, considerando la batimetría del sector. Los resultados indicaron una media cercana a los los 56 cm/s, fluctuando las intensidades entre 13 y 100 cm/s.

**Tabla N°38. Intensidades de corriente (cm/s) registradas en fase de marea llenante. Sector río Queule. Marzo de 2014.**

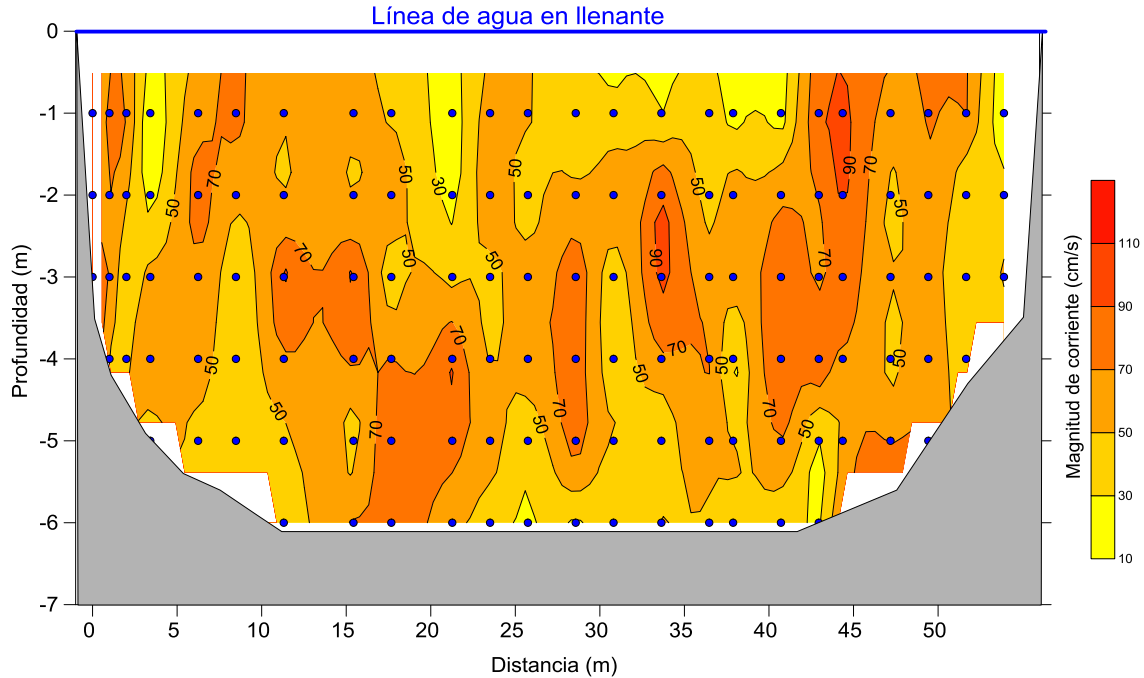
| Prof (m) | Distancia entre riberas |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |   |
|----------|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---|
|          | 0,0                     | 1,0 | 2,0 | 3,4 | 6,2 | 8,5 | 11,3 | 15,4 | 17,7 | 21,3 | 23,5 | 25,7 | 28,6 | 30,8 | 33,6 | 36,5 | 37,9 | 40,7 | 42,9 | 44,4 | 47,2 | 49,4 | 51,7 | 53,9 | 54,9 | - |
| 1        | -                       | 86  | 74  | 13  | 59  | 79  | 53   | 62   | 43   | 21   | 59   | 55   | 34   | 30   | 23   | 45   | 19   | 17   | 90   | 95   | 66   | 72   | 77   | 13   | -    | - |
| 2        | -                       | 70  | 52  | 20  | 86  | 55  | 41   | 37   | 77   | 23   | 69   | 31   | 52   | 74   | 98   | 37   | 65   | 69   | 68   | 94   | 41   | 68   | 24   | 38   | -    | - |
| 3        | -                       | 72  | 31  | 58  | 60  | 31  | 98   | 100  | 26   | 42   | 41   | 66   | 88   | 32   | 96   | 61   | 69   | 90   | 61   | 81   | 53   | 50   | 45   | 54   | -    | - |
| 4        | -                       | -   | 49  | 79  | 68  | 38  | 66   | 76   | 76   | 94   | 46   | 66   | 72   | 31   | 70   | 75   | 15   | 89   | 98   | 70   | 43   | 63   | 41   | -    | -    | - |
| 5        | -                       | -   | -   | -   | 38  | 35  | 45   | 31   | 81   | 81   | 73   | 31   | 94   | 57   | 23   | 54   | 59   | 74   | 17   | 46   | 62   | 66   | -    | -    | -    | - |
| 6        | -                       | -   | -   | -   | -   | -   | 35   | 76   | 82   | 52   | 28   | 29   | 21   | 30   | 54   | 48   | 40   | 33   | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | - |

Fuente: Elaboración Propia.

La Figura N°85 muestra una gráfica de isolíneas con la distribución de velocidades de corrientes en la sección monitoreada.

A partir de estos resultados, y en conjunto con las profundidades y distancias entre puntos de registro, se estimaron caudales discretos por celda (Tabla N°39). Para luego mediante una sumatoria de todas las celdas determinar un caudal para esta sección en marea llenante de aproximadamente 162,19 m<sup>3</sup>/s.

**Figura N°85 Sección del río conteniendo la distribución de intensidad de corrientes. Marea llenante. Río Queule, marzo de 2014. Los puntos azules indican punto de registro de corrientes.**



Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla N°39. Caudales discretos por celda (m³/s) registradas en fase de marea llenante. Sector río Queule. Marzo de 2014.**

| Prof (m) | Distancia entre riberas |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |   |
|----------|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---|
|          | 0,0                     | 1,0  | 2,0  | 3,4  | 6,2  | 8,5  | 11,3 | 15,4 | 17,7 | 21,3 | 23,5 | 25,7 | 28,6 | 30,8 | 33,6 | 36,5 | 37,9 | 40,7 | 42,9 | 44,4 | 47,2 | 49,4 | 51,7 | 53,9 | 54,9 | - |
| 1        | -                       | 0,86 | 0,89 | 0,27 | 1,49 | 1,99 | 1,85 | 1,98 | 1,26 | 0,60 | 1,33 | 1,40 | 0,87 | 0,77 | 0,64 | 0,96 | 0,41 | 0,44 | 1,64 | 2,02 | 1,66 | 1,60 | 1,72 | 0,21 | -    | - |
| 2        | -                       | 0,70 | 0,62 | 0,41 | 2,19 | 1,40 | 1,42 | 1,18 | 2,25 | 0,67 | 1,54 | 0,78 | 1,33 | 1,88 | 2,78 | 0,78 | 1,38 | 1,75 | 1,23 | 2,00 | 1,03 | 1,52 | 0,54 | 0,61 | -    | - |
| 3        | -                       | 0,72 | 0,37 | 1,23 | 1,53 | 0,78 | 3,41 | 3,16 | 0,75 | 1,22 | 0,92 | 1,66 | 2,24 | 0,81 | 2,73 | 1,29 | 1,46 | 2,28 | 1,12 | 1,71 | 1,35 | 1,11 | 1,00 | 0,87 | -    | - |
| 4        | -                       | -    | 0,59 | 1,68 | 1,73 | 0,96 | 2,28 | 2,40 | 2,21 | 2,74 | 1,02 | 1,67 | 1,81 | 0,79 | 1,97 | 1,59 | 0,32 | 2,24 | 1,78 | 1,47 | 1,09 | 1,41 | 0,91 | -    | -    | - |
| 5        | -                       | -    | -    | -    | 0,95 | 0,88 | 1,56 | 0,99 | 2,38 | 2,37 | 1,62 | 0,78 | 2,37 | 1,43 | 0,64 | 1,14 | 1,24 | 1,86 | 0,31 | 0,98 | 1,56 | 1,48 | -    | -    | -    | - |
| 6        | -                       | -    | -    | -    | -    | -    | 1,20 | 2,41 | 2,39 | 1,52 | 0,63 | 0,73 | 0,53 | 0,75 | 1,52 | 1,02 | 0,84 | 0,84 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | - |

Fuente: Elaboración Propia.

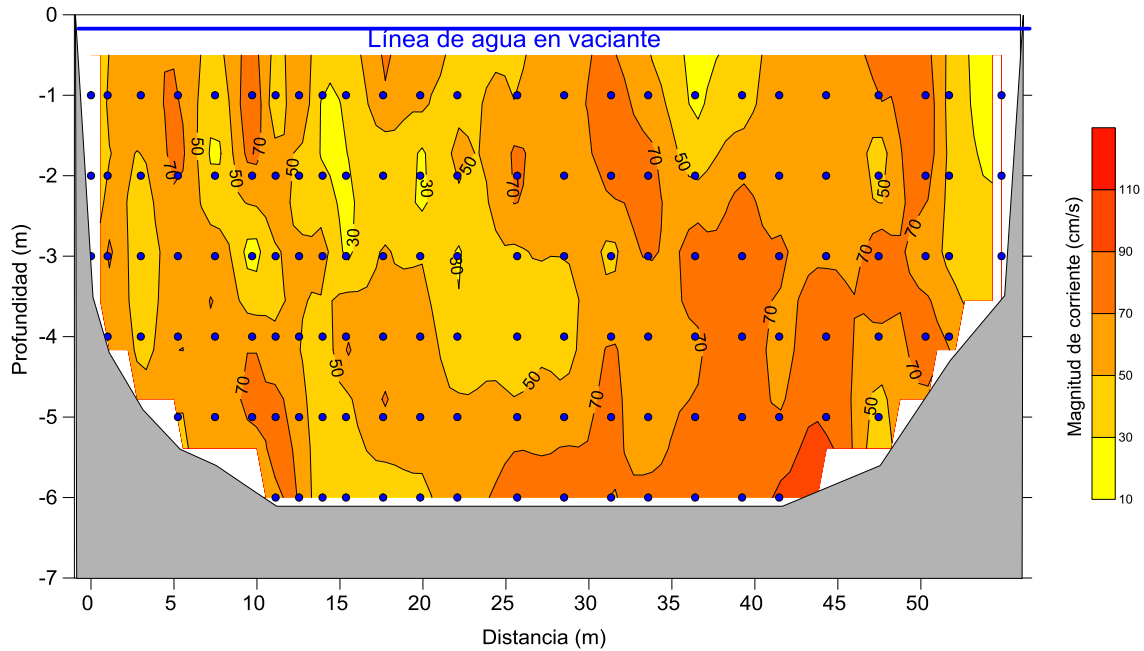
Para el caso estimado durante la fase de marea vaciante, y mediante los mismos métodos, se obtuvieron velocidades que variaron entre 6 y 98 cm/s (Tabla N°40), con un promedio cercano a los 58 cm/s, mientras que la 0 muestra la distribución de las magnitudes de corriente en la sección del río aforada.

**Tabla N°40. Intensidades de corriente (cm/s) registradas en fase de marea vaciante. Sector río Queule. Marzo de 2014.**

| Prof (m) | Distancia entre riberas |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|          | 0,0                     | 1,0 | 3,0 | 5,2 | 7,5 | 9,7 | 11,1 | 12,5 | 14,0 | 15,4 | 17,6 | 19,8 | 22,1 | 25,7 | 28,5 | 31,3 | 33,6 | 36,4 | 39,2 | 41,5 | 44,3 | 47,5 | 50,3 | 51,7 | 54,9 | 55,9 |
| 1        | -                       | 56  | 71  | 71  | 34  | 91  | 29   | 74   | 27   | 33   | 76   | 61   | 44   | 44   | 68   | 76   | 54   | 23   | 35   | 68   | 69   | 77   | 84   | 44   | 8    | -    |
| 2        | -                       | 46  | 39  | 81  | 18  | 76  | 64   | 40   | 27   | 29   | 21   | 13   | 59   | 88   | 63   | 86   | 86   | 43   | 70   | 44   | 53   | 21   | 84   | 47   | 35   | -    |
| 3        | -                       | 79  | 42  | 44  | 70  | 6,1 | 48   | 55   | 64   | 21   | 56   | 52   | 25   | 42   | 51   | 34   | 71   | 90   | 89   | 81   | 66   | 98   | 49   | 43   | -    | -    |
| 4        | -                       | -   | 41  | 81  | 72  | 70  | 48   | 49   | 35   | 82   | 54   | 60   | 35   | 32   | 35   | 74   | 56   | 61   | 86   | 56   | 92   | 63   | 93   | 68   | -    | -    |
| 5        | -                       | -   | -   | 41  | 47  | 82  | 84   | 60   | 38   | 35   | 78   | 73   | 56   | 56   | 63   | 79   | 45   | 74   | 84   | 69   | 78   | 39   | -    | -    | -    | -    |
| 6        | -                       | -   | -   | -   | -   | -   | 66   | 73   | 32   | 46   | 26   | 38   | 64   | 90   | 83   | 67   | 82   | 91   | 75   | 95   | -    | -    | -    | -    | -    | -    |

Fuente: Elaboración Propia.

Figura N°86 Sección del río conteniendo la distribución de intensidad de corrientes. Marea vaciante. Río Queule, marzo de 2014. Los puntos azules indican punto de registro de corrientes.



Fuente: Elaboración Propia.

La 0 muestra los caudales discretos determinados a partir de los puntos de registro y las velocidades de corriente. Para esta sección en marea vaciante el caudal fue levemente mayor a lo observado en vaciante, con un caudal total de 170,72 m<sup>3</sup>/s.

**Tabla N°41. Caudales discretos por celda (m<sup>3</sup>/s) registradas en fase de marea vaciante. Sector río Queule. Marzo de 2014.**

| Prof (m) | Distancia entre riberas |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|          | 0,0                     | 1,0  | 3,0  | 5,2  | 7,5  | 9,7  | 11,1 | 12,5 | 14,0 | 15,4 | 17,6 | 19,8 | 22,1 | 25,7 | 28,5 | 31,3 | 33,6 | 36,4 | 39,2 | 41,5 | 44,3 | 47,5 | 50,3 | 51,7 | 54,9 | 55,9 |
| 1        | -                       | 0,99 | 1,86 | 1,97 | 2,23 | 1,66 | 0,98 | 1,04 | 1,14 | 1,39 | 1,69 | 1,71 | 1,72 | 2,82 | 1,91 | 1,93 | 1,73 | 3,05 | 2,08 | 2,51 | 3,35 | 2,31 | 1,78 | 1,67 | 1,78 | -    |
| 2        | -                       | 1,22 | 1,55 | 1,82 | 1,28 | 2,25 | 0,90 | 0,95 | 0,60 | 1,04 | 1,38 | 1,87 | 2,14 | 3,80 | 1,78 | 2,44 | 2,17 | 2,51 | 2,29 | 2,17 | 3,13 | 1,10 | 2,30 | 1,92 | 1,33 | -    |
| 3        | -                       | 1,19 | 1,72 | 0,99 | 1,57 | 1,12 | 0,91 | 1,15 | 1,47 | 1,03 | 1,26 | 1,30 | 1,76 | 1,88 | 2,78 | 1,46 | 2,08 | 2,84 | 2,24 | 2,04 | 2,44 | 3,26 | 2,35 | 2,33 | -    | -    |
| 4        | -                       | -    | 0,86 | 2,21 | 2,51 | 1,28 | 1,27 | 0,88 | 0,96 | 1,73 | 1,81 | 1,35 | 2,26 | 2,35 | 1,59 | 1,87 | 1,98 | 2,23 | 2,94 | 2,21 | 2,75 | 2,50 | 3,68 | 4,51 | -    | -    |
| 5        | -                       | -    | -    | 0,94 | 1,31 | 1,92 | 1,18 | 0,85 | 1,04 | 1,38 | 1,83 | 1,63 | 3,29 | 1,96 | 2,06 | 2,79 | 2,31 | 4,29 | 2,62 | 2,39 | 2,35 | 2,55 | -    | -    | -    | -    |
| 6        | -                       | -    | -    | -    | -    | -    | 0,93 | 1,03 | 1,00 | 0,85 | 1,47 | 1,93 | 2,80 | 3,86 | 2,51 | 3,41 | 3,55 | 3,65 | 3,62 | 3,60 | -    | -    | -    | -    | -    | -    |

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.7.2.1 Sector estero Pirén

En Tabla N°42 se presentan los resultados concernientes a las magnitudes de corriente detectadas durante la marea llenante en la sección ubicada en el estero Pirén, ubicado en las cercanías del cruce de balsa del río Queule.

El cuerpo de agua correspondió a un pequeño estero aportante al río Queule, de aproximadamente 10 m de ancho y con profundidades cercanas a los 2 m en su eje. Se obtuvieron datos distribuidos en 2 capas de 1 m de espesor. Los resultados indicaron intensidades débiles que variaron entre 11 y 37 cm/s y una media cercana a los 22 cm/s (Tabla N°42).

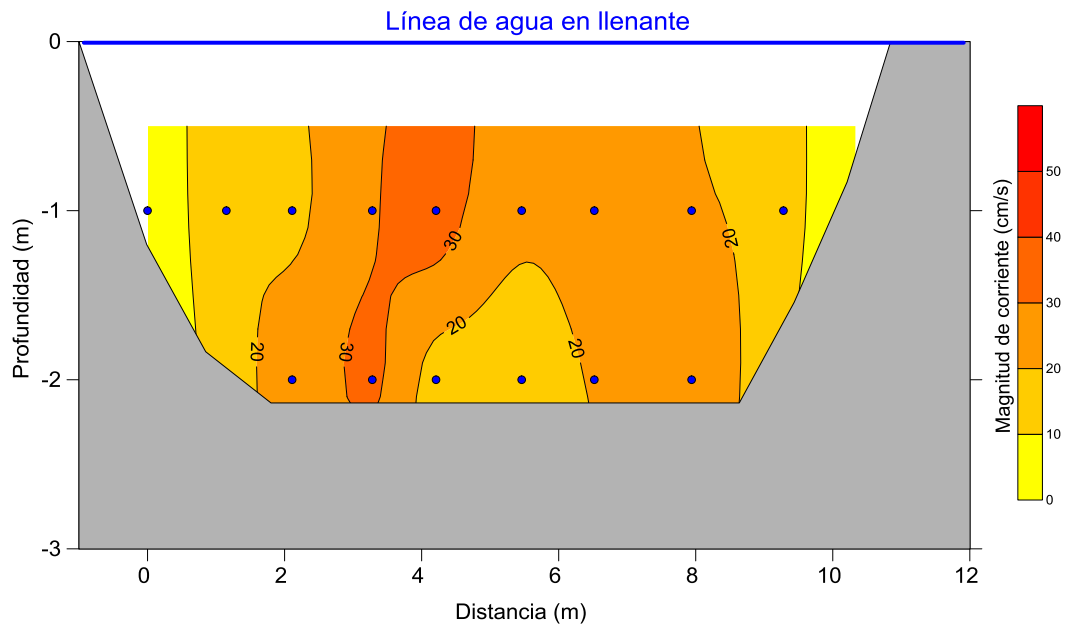
**Tabla N°42. Intensidades de corriente (cm/s) registradas en fase de marea llenante. Estero Pirén.. Marzo de 2014.**

| Prof (m) | Distancia entre riberas |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
|----------|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
|          | 0,0                     | 1,2 | 2,1 | 3,3 | 4,2 | 5,5 | 6,5 | 7,9 | 9,3 | 10,3 |
| 1        | -                       | 20  | 16  | 29  | 37  | 22  | 25  | 21  | 15  | -    |
| 2        | -                       | 15  | 26  | 33  | 14  | 13  | 21  | 30  | 11  | -    |
| 3        | -                       | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -    |

Fuente: Elaboración Propia.

La distribución de velocidades de corrientes en la transecta realizada se presenta en la Figura N°87, la que indicó menores velocidades en las cercanías de ambas riberas del estero, intensificándose hacia el centro.

**Figura N°87 Sección del río conteniendo la distribución de intensidad de corrientes. Marea llenante. Río Queule, marzo de 2014. Los puntos azules indican punto de registro de corrientes.**



Fuente: Elaboración Propia.

A partir de la intensidad de corrientes y la batimetría determinadas, se estimaron caudales discretos por celda (Tabla N°43), los que arrojaron un caudal total para esta sección en marea llenante de aproximadamente 4,01 m<sup>3</sup>/s.

**Tabla N°43. Caudales discretos por celda (m<sup>3</sup>/s) registradas en fase de marea llenante. Estero Pirén. Marzo de 2014.**

| Prof (m) | Distancia entre riberas |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|          | 0,0                     | 1,2  | 2,1  | 3,3  | 4,2  | 5,5  | 6,5  | 7,9  | 9,3  | 10,3 |
| 1        | -                       | 0,21 | 0,17 | 0,32 | 0,43 | 0,26 | 0,35 | 0,25 | 0,15 | -    |
| 2        | -                       | 0,16 | 0,27 | 0,36 | 0,16 | 0,16 | 0,29 | 0,36 | 0,11 | -    |
| 3        | -                       | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |

Fuente: Elaboración Propia.

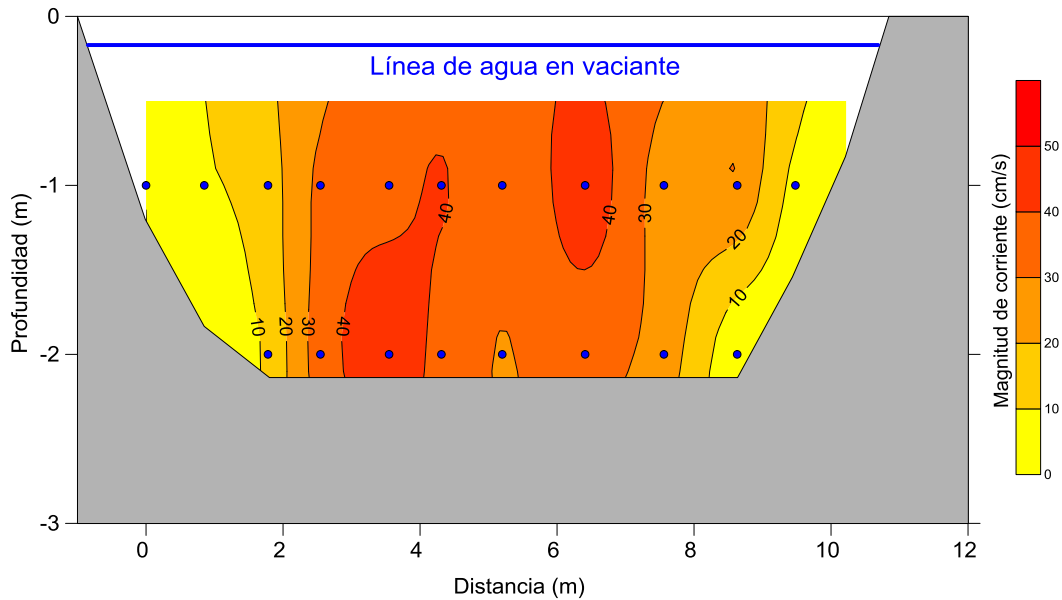
Por otra parte, el monitoreo realizado durante la fase de marea vaciante, y bajo los mismos criterios y metodologías, se registraron flujos débiles a moderados que variaron entre 7 y 49 cm/s (Tabla N°44), con un promedio de 29 cm/s. La 0 muestra la distribución de las magnitudes de corriente en la sección aforada, indicando una estructura similar a la observada en llenante, es decir, con los valores menores hacia los bordes del estero.

**Tabla N°44. Intensidades de corriente (cm/s) registradas en fase de marea vaciante. Estero Pirén.. Marzo de 2014.**

| Prof (m) | Distancia entre riberas |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
|----------|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
|          | 0,0                     | 0,9 | 1,8 | 2,5 | 3,5 | 4,3 | 5,2 | 6,4 | 7,6 | 8,6 | 9,5 | 10,2 |
| 1        | -                       | 9   | 15  | 33  | 35  | 42  | 29  | 48  | 24  | 31  | 7   | -    |
| 2        | -                       | -   | 11  | 36  | 49  | 36  | 29  | 35  | 26  | -   | -   | -    |
| 3        | -                       | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -    |

Fuente: Elaboración Propia.

Figura N°88 Sección del río conteniendo la distribución de intensidad de corrientes. Marea vaciante. Sector estero, marzo de 2014. Los puntos azules indican punto de registro de corrientes.



Fuente: Elaboración Propia.

La 0 muestra los caudales discretos para cada una de las celdas determinadas. Por lo tanto, para la fase de marea vaciante el caudal fue mayor a lo observado en llenante, con un caudal total de 4,80 m<sup>3</sup>/s.

Tabla N°45. **Caudales discretos por celda (m<sup>3</sup>/s) registradas en fase de marea vaciante. Sector estero. Marzo de 2014.**

|          | Distancia entre riberas |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Prof (m) | 0,0                     | 0,9  | 1,8  | 2,5  | 3,5  | 4,3  | 5,2  | 6,4  | 7,6  | 8,6  | 9,5  | 10,2 |
| 1        | -                       | 0,08 | 0,12 | 0,28 | 0,32 | 0,36 | 0,30 | 0,58 | 0,26 | 0,29 | 0,05 | -    |
| 2        | -                       |      | 0,09 | 0,31 | 0,44 | 0,31 | 0,30 | 0,42 | 0,29 |      |      | -    |
| 3        | -                       | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.7.3 Conclusiones

Los resultados de los aforos en el río Queule muestran diferencias entre ambas condiciones de mareas, vaciante y llenante, del orden de 8,53m<sup>3</sup>/s, lo que representa cerca de un 5% del total.

En el caso del estero Pirén, entre ambas condiciones se observan diferencias de mareas del orden de 0,79m<sup>3</sup>/s, lo que representa cerca de un 1,6%.

Las mayores diferencias en el aforo del río Queule se deben a que al ser la sección más ancha y profunda, es necesario realizar una mayor cantidad de mediciones para capturar el caudal escurrente, registro que tienen un error instrumental y de mediciones asociado, que son acumulativos.

---

## 3.8 Estudio de sedimentos

### 3.8.1 Introducción

Para llevar a cabo un manejo adecuado de la zona costera, ya sea esta fluvial o marina, es necesario entender los ambientes en los que se encuentra inserto el lugar de interés, así como los procesos involucrados en su dinámica. Conocer las características de los sedimentos es importante para comprender las interacciones entre el ambiente acuático y los depósitos sedimentarios.

El análisis de las características texturales y del tamaño de grano de los sedimentos es una herramienta muy importante que provee información sobre su origen, condiciones de transporte y depositación (Folk y Ward, 1957; Friedman, 1962, 1979). La distribución espacial y temporal del tamaño de grano de los sedimentos refleja la variabilidad de las condiciones ambientales bajo las cuales éste se depositó. De acuerdo a Sahu (1964) cada ambiente de depósito tiene un rango de condiciones de energía en función de la localidad y el tiempo. Sin embargo, dichas condiciones ambientales no sólo pueden reflejar los procesos naturales, sino también procesos inducidos por la actividad humana que afectarían las condiciones ambientales. La consecuencia de estos cambios serían variaciones en la calidad ambiental de una zona costera en particular.

Por otro lado, los sedimentos fluviales y/o marinos, sobre todo los de menor tamaño (desde arenas gruesas hasta muy finas), constituyen uno de los principales agentes captadores de metales pesados, en su forma de iones metálicos, los que se absorben y adsorben a las partículas finas, aumentando con ello la concentración en el tiempo. Los elementos absorbidos se expresan como concentración total del elemento presente en el sedimento, mientras que los iones adsorbidos a la partícula sedimentaria pueden ser nuevamente liberados al medio acuático.

---

En el marco de diversos estudios que se efectuaron en la cuenca, desembocadura y costa marina del río Queule, Región de La Araucanía, se realizó un muestreo de sedimentos en 30 puntos distribuidos en el lecho fluvial y marino. El presente informe expone los trabajos realizados en terreno en cuanto a las metodologías y sus resultados obtenidos, presentando las características físicas, químicas y microbiológicas de sedimentos recolectados.

### **3.8.2 Materiales y Métodos**

Las faenas de colecta de sedimento del lecho marino y fluvial se realizaron en 2 sectores de la zona de estudio (Figura 89) el día 20 de marzo de 2014. El primer sector (12 estaciones) se ubicó frente a la larga playa que se extiende al NE de la desembocadura del río Queule (Figura 90). El segundo sector (18 estaciones), se ubicó a lo largo de la cuenca del río Queule, desde su desembocadura hasta las cercanías del cruce de la balsa ubicada río arriba (Figura 91).

Figura N°89 Ubicación geográfica de la zona de estudio. Río Queule. Marzo de 2014.



Fuente: Elaboración Propia.

Las estaciones fueron ubicadas de manera de caracterizar tanto la zona marina frente a la desembocadura del río, como el eje y riberas del río mismo. Además, se siguieron las indicaciones contenidas en los Términos de Referencia del presente proyecto en cuanto a la cantidad de transectas y distancia entre ellas, es decir, en la zona marina se trazaron 4 transectas, mientras que en el sector fluvial se realizaron 6 transectas, todas ellas separadas por aproximadamente 500 m y con 3 estaciones cada una. Por otra parte, se asignó una nomenclatura correlativa desde la primera muestra (E1) hasta la última colectada (E30), siendo numeradas de acuerdo al orden de muestreo, es decir Zona Marina (E1 a E12) y Cuenca del Río (E13 a E30).

Figura N°90 Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo de sedimentos. Zona Marina. Río Queule. Marzo de 2014.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N°91 **Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo de sedimentos. Zona  
Fluvial. Río Queule. Marzo de 2014.**



Fuente: Elaboración Propia.

Las actividades de toma de muestras fueron realizadas a bordo de una embarcación local adecuada para este tipo de faenas, mientras que el posicionamiento de cada estación en terreno se efectuó mediante GPS. Las coordenadas de cada estación se presentan en la Tabla siguiente.

En cada estación, se extrajeron muestras de la superficie del lecho marino y fluvial, a través de buceo autónomo. El material fue extraído y envasado en el fondo en frascos plásticos de alta densidad, de tal manera de no perder material fino al ser trasladadas las muestras a superficie. Una vez a bordo, cada muestra fue etiquetada con un código único, para luego ser almacenadas en cajas refrigeradas para su traslado al laboratorio para los análisis respectivos. A todas las muestras se les realizó un análisis granulométrico, mientras que a una muestra de cada transecta (10 en total), se determinó su composición química, microbiológica y granulométrica. Estas estaciones se destacan en color celeste en la siguiente tabla.

Tabla N°46. **Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo de sedimentos Río Queule 2014.**

|                           | ESTACION | UTM E-O | UTM N-S |
|---------------------------|----------|---------|---------|
| <b>ESTACIONES MARINAS</b> | E1       | 652492  | 5638832 |
|                           | E2       | 652898  | 5639059 |
|                           | E3       | 653352  | 5639295 |
|                           | E4       | 653745  | 5639624 |
|                           | E5       | 653990  | 5639470 |
|                           | E6       | 653681  | 5639085 |
|                           | E7       | 653257  | 5638776 |
|                           | E8       | 652829  | 5638498 |

|                             | ESTACION | UTM E-O | UTM N-S |
|-----------------------------|----------|---------|---------|
|                             | E9       | 653115  | 5638262 |
|                             | E10      | 653511  | 5638521 |
|                             | E11      | 653904  | 5638827 |
|                             | E12      | 654219  | 5639250 |
| <b>ESTACIONES FLUVIALES</b> | E13      | 653103  | 5637990 |
|                             | E14      | 653107  | 5638012 |
|                             | E15      | 653119  | 5638036 |
|                             | E16      | 653591  | 5637777 |
|                             | E17      | 653602  | 5637860 |
|                             | E18      | 653616  | 5637936 |
|                             | E19      | 654150  | 5637619 |
|                             | E20      | 654140  | 5637735 |

---

|  | <b>ESTACION</b> | <b>UTM E-O</b> | <b>UTM N-S</b> |
|--|-----------------|----------------|----------------|
|  | <b>E21</b>      | 654107         | 5637798        |
|  | <b>E22</b>      | 654685         | 5637766        |
|  | <b>E23</b>      | 654611         | 5638020        |
|  | <b>E24</b>      | 654628         | 5638186        |
|  | <b>E25</b>      | 655140         | 5638221        |
|  | <b>E26</b>      | 655099         | 5638288        |
|  | <b>E27</b>      | 655091         | 5638357        |
|  | <b>E28</b>      | 655555         | 5638467        |
|  | <b>E29</b>      | 655468         | 5638532        |
|  | <b>E30</b>      | 655422         | 5638554        |

Dátum de referencia: WGS 84.

Las muestras se trasladaron y analizaron en las dependencias del Laboratorio Silob Chile, Valparaíso, laboratorio acreditado bajo la NCh ISO 17025.Of2005.

Los ensayos químicos realizados a cada muestra para determinar su calidad física y química fueron efectuados con técnicas de preservación de acuerdo a las recomendaciones señaladas en Standards Methods, siguiendo los lineamientos establecidos en la NCh 411/9.Of.97. Los parámetros analizados y las metodologías empleadas para el análisis químico y microbiológico de muestras se detallan en la Tabla siguiente.

**Tabla N°47.** Metodología analítica empleada en la evaluación de los parámetros físicos y químicos en muestras de sedimento. Río Queule. Marzo de 2014.

| PARAMETROS                    | IDENTIFICACIÓN MÉTODO DE ENSAYOS   |
|-------------------------------|--|
| <b>Químicos</b>               |  |
| Arsénico (mg/kg base seca)    | EAA Electrotérmica   |
| Cadmio (mg/kg base seca)      | 3111 B Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21 <sup>ST</sup> Edition |
| Cobre (mg/kg base seca)       | 3111 B Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21ST Edition             |
| Cromo total (mg/kg base seca) | 3111 B Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21ST Edition             |
| Hidrocarburos totales (mg/kg) | U. S. Environmental Protection Agency, 1996. Method 5021.                                    |

| PARAMETROS                         | IDENTIFICACIÓN MÉTODO DE ENSAYOS  |
|------------------------------------|---|
|                                    | Volatile Organic Compounds in Soil and Other Solid Matrices Using<br><br>Equilibrium Headspace Analysis. December 1996, gravimetría |
| Mercurio (mg/kg base seca)         | EAA con arrastre vapor frío   |
| Plomo (mg/kg base seca)            | 3111 B Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21ST Edition  |
| Zinc (mg/kg base seca)             | 3111 B Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21ST Edition  |
| <b>Microbiológicos</b>             |   |
| Coliformes fecales (NMP/g)         | NCh2635/1 Of.2001   |
| Escherichia Coli (NMP/g)           | NCh2636 Of.2001   |
| Salmonella<br>(Ausencia/Presencia) | NCh2675 Of.2002   |

Fuente: Elaboración Propia.

---

Para la clasificación física del sedimento se empleó un agitador mecánico provisto de diferentes tamices de tamaño de malla, permitiendo calcular los porcentajes de sedimentos presente en cada muestra de acuerdo a la escala de Udden – Wentworth (Tabla Siguiete).

Tabla N°48. Clasificación granulométrica según escala Udden -Wentworth.

| Tamaño de grano |      | Descripción |           |
|-----------------|------|-------------|-----------|
| phi             | mm   |             |           |
| -10             | 1024 | Muy grande  | } Bolones |
| -9              | 512  | Grande      |           |
| -8              | 256  | Medio       |           |
| -7              | 128  | Pequeño     |           |
| -6              | 64   | Muy pequeño |           |
| -5              | 32   | Muy grueso  | } Grava   |
| -4              | 16   | Grueso      |           |
| -3              | 8    | Medio       |           |
| -2              | 4    | Fino        |           |
| -1              | 2    | Muy fino    |           |
| 0               | 1    | Muy grueso  | } Arena   |
| 1               | 500  | Grueso      |           |
| 2               | 250  | Medio       |           |
| 3               | 125  | Fino        |           |
| 4               | 63   | Muy fino    |           |
| 5               | 31   | Muy grueso  | } Limo    |
| 6               | 16   | Grueso      |           |
| 7               | 8    | Medio       |           |
| 8               | 4    | Fino        |           |
| 9               | 2    | Muy fino    |           |
|                 |      | Arcilla     |           |

Fuente: Udden -Wentworth.

---

Además de presentar los valores numéricos para cada uno de los parámetros determinados, para el análisis de las características texturales del sedimento, se construyeron diagramas ternarios e histogramas para cada tipo de matriz sedimentaria basándose en la nomenclatura propuesta por Folk y Ward (1957) de manera de mostrar la presencia de cada facie en cada estación y determinar el contraste entre estaciones.

En cuanto a los resultados de la calidad química y microbiológica de los sedimentos, esta se discutió en términos ambientales, y considerando que Chile no posee normativa en este sentido, se utilizaron para contrastar los resultados aquí obtenidos, aquellas establecidas por el Canadian Council Ministers of the Environmental del Gobierno de Canadá: ISQG. 2002: "Canadian Sediment Quality Guidelines for the protection of Aquatic Life in Interim Marine Sediment Quality Guidelines", y con MacDonald et al. (1996).

### **3.8.3 Resultados**

#### **3.8.3.1 Calidad Física del Sedimento**

La Tabla siguiente muestra la composición porcentual de tipos de grano en las muestras sedimentológicas colectadas en la zona de estudio.

El análisis analizó de la composición granulométrica de las 30 estaciones de muestreo, indicó, en general, la clara predominancia de material fino, principalmente de arenas finas. Esta predominancia fue intensa sobretodo en el sector marino, mientras que río arriba, la composición fue variando y abarcando un mayor espectro de tamaños de grano.

En el sector marino, las arenas finas fueron claramente las de mayor presencia, fluctuando entre 75,5% (E7) y 93,3% (E8), seguidas por las arenas medias con un máximo de 17,7% en la estación E7, y las arenas muy finas con hasta un 16% de presencia en la estación E9. Los restantes tamaños de grano, presentaron porcentajes muy bajos, no superando el 1,4% de manera individual.

En cuanto al sector fluvial, el análisis granulométrico mostró también la predominancia de arenas finas en la mayoría de las estaciones, principalmente en las cercanas a la desembocadura, mientras que río arriba, la distribución porcentual de granos se tornó más homogénea. El material fino (arenas finas) predominó claramente en las 3 transectas cercanas a la desembocadura, a excepción de la estación E14 que mostró granos de mayor tamaño. Este punto coincide con un estrangulamiento del río, generando una intensa dinámica que removería el material fino, permitiendo sólo la sedimentación de material mayor. Las transectas más alejadas de la desembocadura (E22 a E30), presentaron una distribución sedimentaria más homogénea (Figuras 84 y 85), con presencia importante de los distintos tamaños de grano, detectándose, por ejemplo, sobre un 25% de gravas en la estación E28.

Tabla N°49. **Composición granulométrica porcentual en cada estación. Sector marino Río Queule Marzo 2014.**

|                  |    | Tipo de sedimento |                        |                   |                  |                 |                      |           |
|------------------|----|-------------------|------------------------|-------------------|------------------|-----------------|----------------------|-----------|
|                  |    | Grava (G)         | Arena muy Gruesa (AMG) | Arena Gruesa (AG) | Arena Media (AM) | Arena Fina (AF) | Arena Muy Fina (AMF) | Fango (F) |
| MUESTRAS MARINAS | E1 | 0,76              | 1,38                   | 1,24              | 4,64             | 84,95           | 6,44                 | 0,59      |
|                  | E2 | 1,40              | 1,13                   | 0,94              | 2,92             | 81,23           | 12,27                | 0,11      |
|                  | E3 | 0,91              | 1,18                   | 1,14              | 3,59             | 77,32           | 14,44                | 1,42      |

| Estación | Tipo de sedimento |                              |                         |                        |                       |                               |              |
|----------|-------------------|------------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------------|--------------|
|          | Grava<br>(G)      | Arena muy<br>Gruesa<br>(AMG) | Arena<br>Gruesa<br>(AG) | Arena<br>Media<br>(AM) | Arena<br>Fina<br>(AF) | Arena<br>Muy<br>Fina<br>(AMF) | Fango<br>(F) |
| E4       | 0,66              | 1,33                         | 0,76                    | 5,59                   | 84,20                 | 7,27                          | 0,19         |
| E5       | 0,03              | 0,56                         | 1,12                    | 13,65                  | 78,89                 | 5,73                          | 0,02         |
| E6       | 0,09              | 0,50                         | 0,97                    | 8,78                   | 84,09                 | 5,52                          | 0,05         |
| E7       | 0,79              | 1,11                         | 0,92                    | 3,73                   | 75,46                 | 17,70                         | 0,29         |
| E8       | 0,10              | 0,33                         | 0,50                    | 3,62                   | 93,11                 | 2,33                          | 0,01         |
| E9       | 0,14              | 0,49                         | 0,72                    | 16,00                  | 78,73                 | 3,90                          | 0,02         |
| E10      | 0,60              | 1,01                         | 0,83                    | 10,31                  | 82,59                 | 4,65                          | 0,01         |
| E11      | 0,71              | 0,86                         | 0,59                    | 6,42                   | 83,21                 | 8,18                          | 0,03         |
| E12      | 0,53              | 0,80                         | 0,58                    | 1,95                   | 90,12                 | 6,00                          | 0,02         |

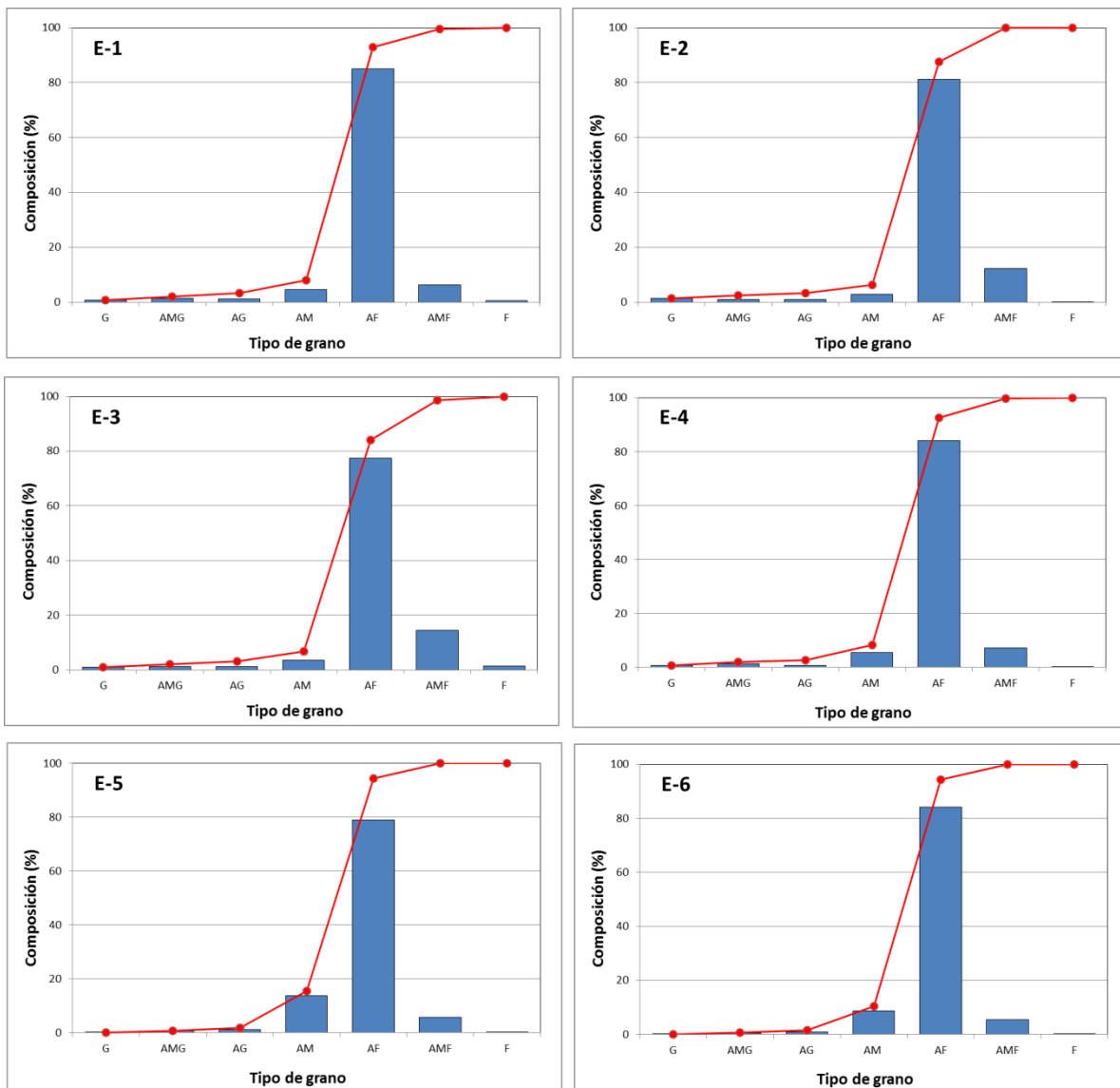
|                    |          | Tipo de sedimento |                 |                |               |              |                      |       |
|--------------------|----------|-------------------|-----------------|----------------|---------------|--------------|----------------------|-------|
|                    | Estación | Grava             | Arena muy       | Arena          | Arena         | Arena        | Arena                | Fango |
|                    |          | (G)               | Gruesa<br>(AMG) | Gruesa<br>(AG) | Media<br>(AM) | Fina<br>(AF) | Muy<br>Fina<br>(AMF) | (F)   |
| MUESTRAS FLUVIALES | E13      | 0,76              | 1,07            | 1,58           | 29,44         | 65,43        | 1,71                 | 0,01  |
|                    | E14      | 7,02              | 7,54            | 12,26          | 48,16         | 24,89        | 0,12                 | 0,01  |
|                    | E15      | 0,28              | 0,48            | 0,48           | 16,59         | 78,76        | 3,40                 | 0,01  |
|                    | E16      | 0,80              | 0,87            | 0,66           | 2,83          | 89,65        | 5,17                 | 0,02  |
|                    | E17      | 0,61              | 0,63            | 0,63           | 0,96          | 74,52        | 22,08                | 0,57  |
|                    | E18      | 0,21              | 0,25            | 0,29           | 3,46          | 88,85        | 6,61                 | 0,33  |
|                    | E19      | 1,97              | 1,71            | 1,23           | 5,28          | 56,80        | 27,21                | 5,80  |
|                    | E20      | 1,41              | 1,32            | 1,19           | 2,11          | 64,44        | 26,01                | 3,52  |
|                    | E21      | 0,58              | 0,45            | 0,58           | 30,99         | 57,59        | 9,10                 | 0,71  |

| Estación | Tipo de sedimento |                              |                         |                        |                       |                               |              |
|----------|-------------------|------------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------------|--------------|
|          | Grava<br>(G)      | Arena muy<br>Gruesa<br>(AMG) | Arena<br>Gruesa<br>(AG) | Arena<br>Media<br>(AM) | Arena<br>Fina<br>(AF) | Arena<br>Muy<br>Fina<br>(AMF) | Fango<br>(F) |
| E22      | 16,32             | 14,03                        | 10,92                   | 23,37                  | 6,88                  | 10,40                         | 18,08        |
| E23      | 7,13              | 3,78                         | 2,62                    | 11,60                  | 45,90                 | 22,69                         | 6,28         |
| E24      | 3,96              | 3,55                         | 3,09                    | 13,32                  | 34,96                 | 26,55                         | 14,57        |
| E25      | 1,72              | 2,03                         | 1,45                    | 2,89                   | 23,20                 | 55,80                         | 12,91        |
| E26      | 5,23              | 4,09                         | 3,72                    | 42,43                  | 33,95                 | 7,78                          | 2,80         |
| E27      | 5,82              | 3,67                         | 2,26                    | 13,21                  | 37,46                 | 32,58                         | 5,00         |
| E28      | 25,54             | 18,41                        | 8,69                    | 16,68                  | 24,60                 | 5,51                          | 0,57         |
| E29      | 6,12              | 5,49                         | 3,70                    | 33,09                  | 48,93                 | 2,56                          | 0,11         |
| E30      | 5,09              | 4,47                         | 3,85                    | 6,92                   | 25,12                 | 41,43                         | 13,12        |

Fuente: Elaboración Propia.

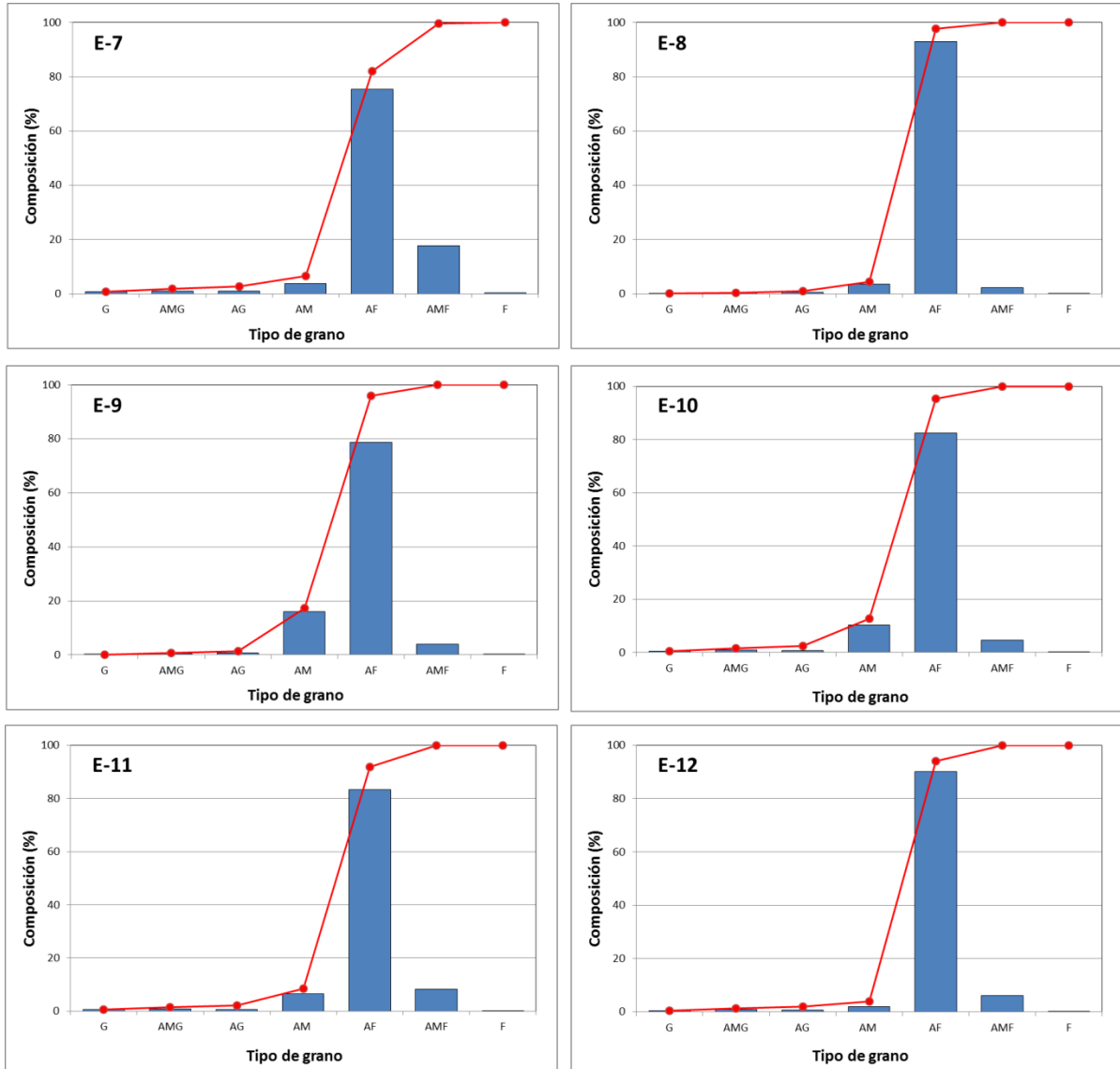
Estos resultados, además, se presentan mediante histogramas de distribución con sus curvas de frecuencia acumulada correspondientes.

**Figura N°92 Histogramas de distribución porcentual de fracciones sedimentarias. Sector marino. Río Queule. Marzo de 2014.**



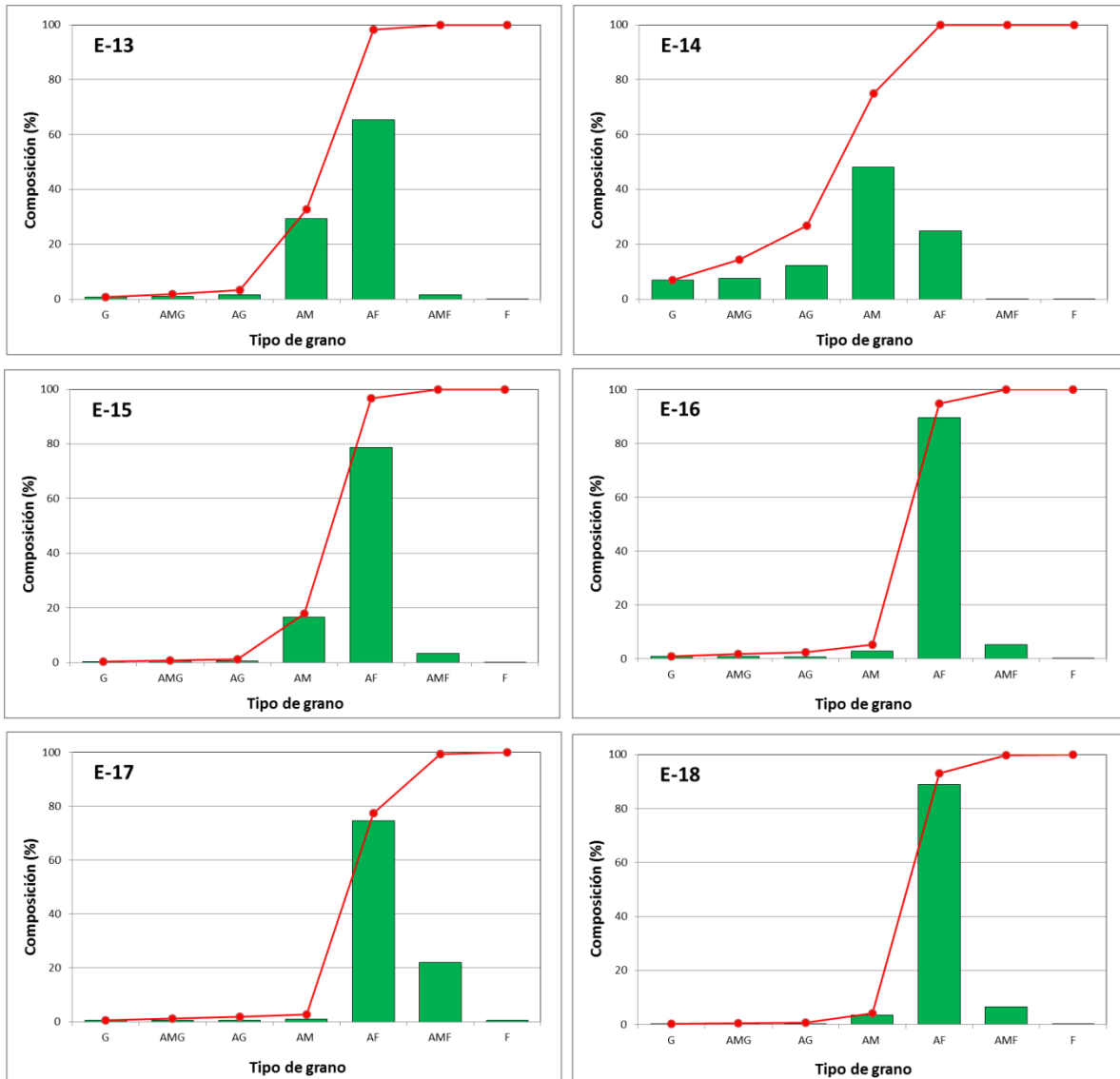
Fuente: Elaboración Propia.

**Figura N°93 Histogramas de distribución porcentual de fracciones sedimentarias. Sector marino. Río Queule. Marzo de 2014.**



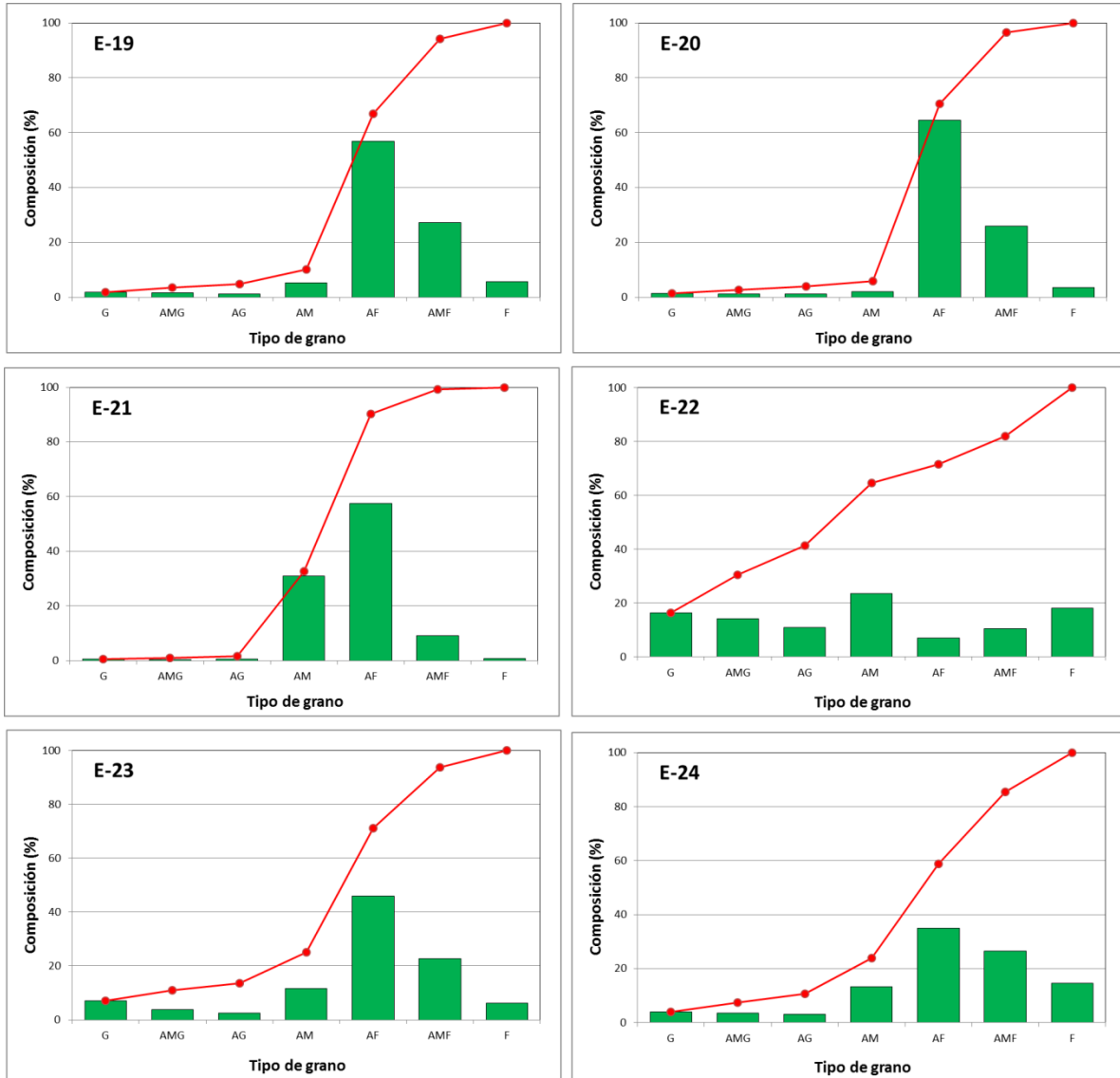
Fuente: Elaboración Propia.

**Figura N°94 Histogramas de distribución porcentual de fracciones sedimentarias. Sector fluvial. Río Queule. Marzo de 2014.**



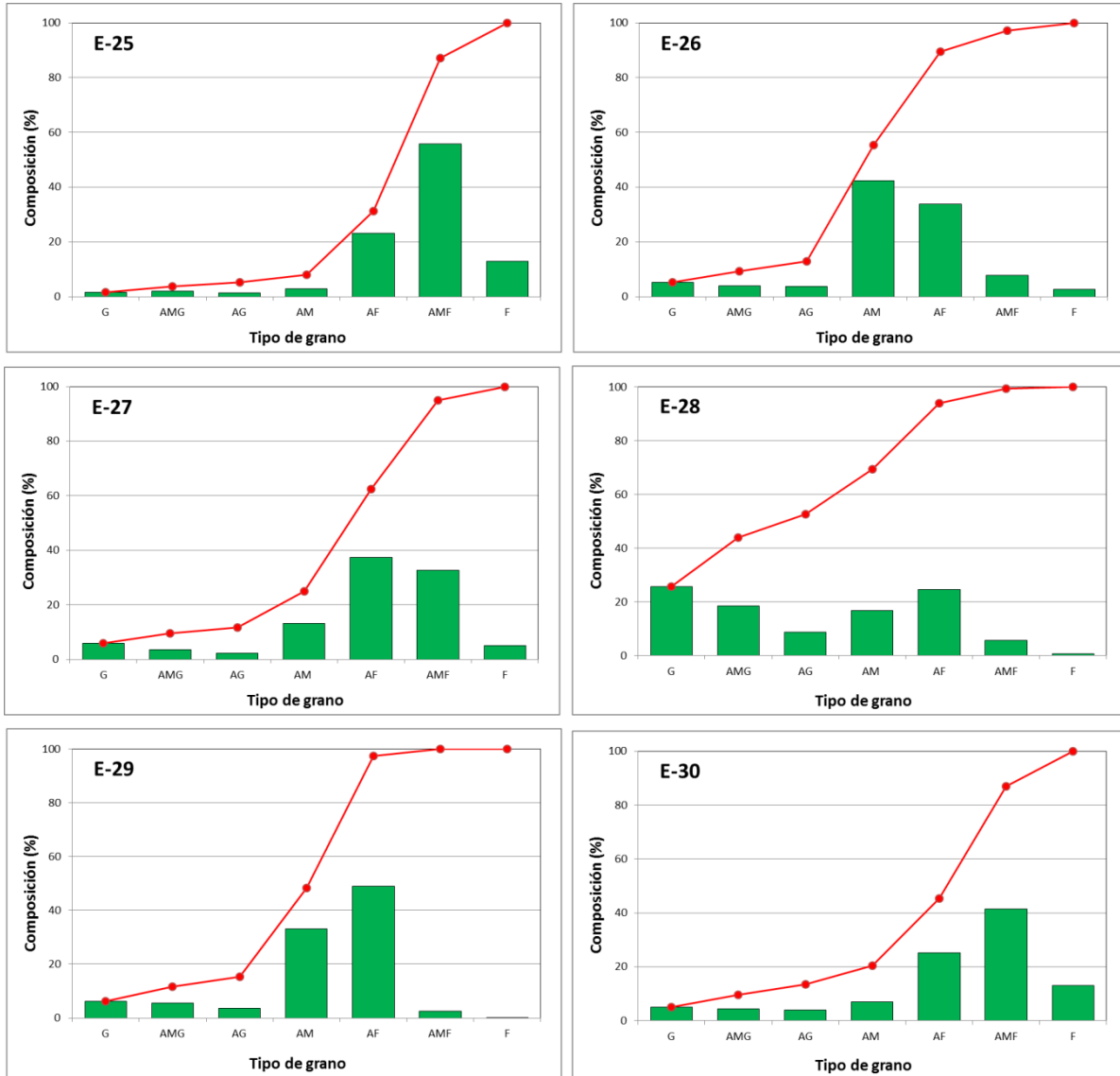
Fuente: Elaboración Propia.

**Figura N°95 Histogramas de distribución porcentual de fracciones sedimentarias. Sector fluvial. Río Queule. Marzo de 2014.**



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura N°96 Histogramas de distribución porcentual de fracciones sedimentarias. Sector fluvial. Río Queule. Marzo de 2014.**



Fuente: Elaboración Propia.

Por otra parte, la tabla siguiente se muestra el porcentaje registrado en cada estación de las fracciones de grava, arena y fango. La nomenclatura utilizada es la recomendada por Folk y Ward (1957). La tabla, evidencia y confirma la dominancia de las arenas en todas las estaciones monitoreadas, acumulando entre el 65,6% (E22) y 99,95% (E5) del total.

**Tabla N°50. Características sedimentológicas presentados por las fracciones texturales, (grava, arena y fango). Río Queule. Marzo de 2014.**

| Estación | Grava | Arena | Fango |
|----------|-------|-------|-------|
| E1       | 0,76  | 98,65 | 0,59  |
| E2       | 1,40  | 98,49 | 0,11  |
| E3       | 0,91  | 97,67 | 1,42  |
| E4       | 0,66  | 99,15 | 0,19  |
| E5       | 0,03  | 99,95 | 0,02  |
| E6       | 0,09  | 99,86 | 0,05  |
| E7       | 0,79  | 98,92 | 0,29  |
| E8       | 0,10  | 99,89 | 0,01  |
| E9       | 0,14  | 99,84 | 0,02  |

---

| <b>Estación</b> | <b>Grava</b> | <b>Arena</b> | <b>Fango</b> |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|
| E10             | 0,60         | 99,39        | 0,01         |
| E11             | 0,71         | 99,26        | 0,03         |
| E12             | 0,53         | 99,45        | 0,02         |
| E13             | 0,76         | 99,23        | 0,01         |
| E14             | 7,02         | 92,97        | 0,01         |
| E15             | 0,28         | 99,71        | 0,01         |
| E16             | 0,80         | 99,18        | 0,02         |
| E17             | 0,61         | 98,82        | 0,57         |
| E18             | 0,21         | 99,46        | 0,33         |
| E19             | 1,97         | 92,23        | 5,80         |
| E20             | 1,41         | 95,07        | 3,52         |
| E21             | 0,58         | 98,71        | 0,71         |

---

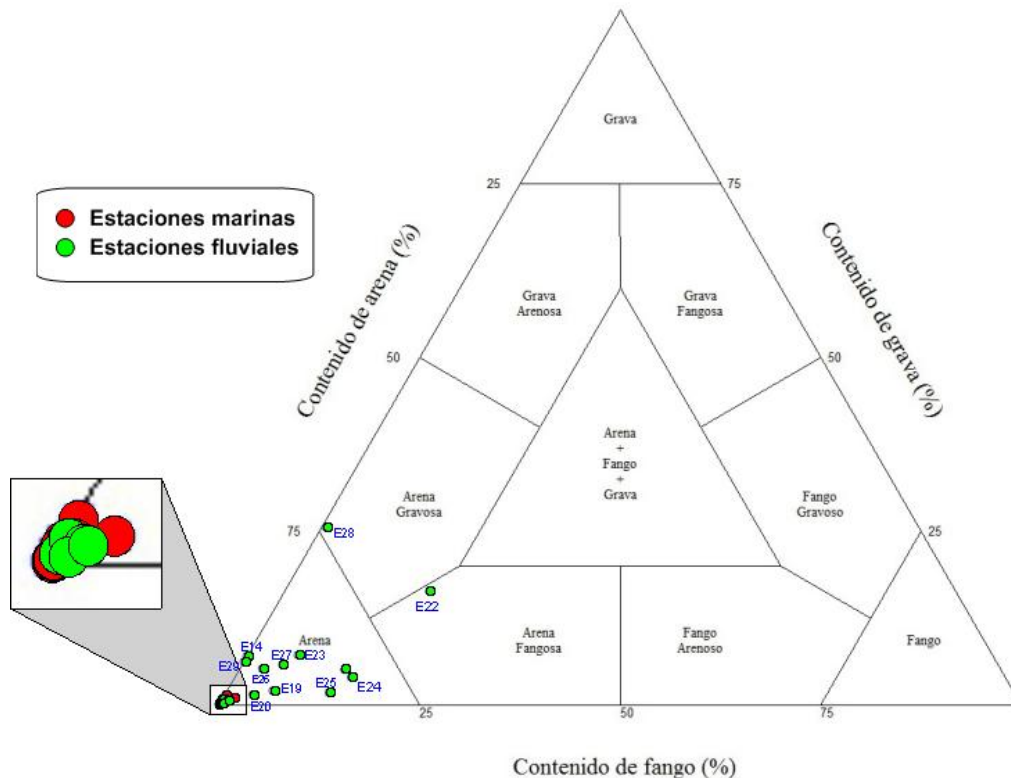
| Estación | Grava | Arena | Fango |
|----------|-------|-------|-------|
| E22      | 16,32 | 65,60 | 18,08 |
| E23      | 7,13  | 86,59 | 6,28  |
| E24      | 3,96  | 81,47 | 14,57 |
| E25      | 1,72  | 85,37 | 12,91 |
| E26      | 5,23  | 91,97 | 2,80  |
| E27      | 5,82  | 89,18 | 5,00  |
| E28      | 25,54 | 73,89 | 0,57  |
| E29      | 6,12  | 93,77 | 0,11  |
| E30      | 5,09  | 81,79 | 13,12 |

Fuente: Elaboración Propia.

---

A partir de estas fracciones, se realizó una clasificación sedimentaria mediante el diagrama de Shepard, (Figura Siguiete). Este análisis granulométrico, mostró la agrupación de todas las estaciones en un sector de la gráfica, lo que implicó la presencia de sólo una facie sedimentaria, correspondiente a arena. La gráfica además indicó que todas las estaciones ubicadas en el sector marino, se concentraron en el vértice inferior izquierdo, lo que indicó que casi el 100% de la muestra correspondió a un solo tamaño de grano. En cuanto a las estaciones ubicadas en el río, estas mostraron una mayor distribución, con 2 estaciones que escapan levemente de la tendencia: la estación E28 (Arena Gravosa) y la estación E22 (Arena Fangosa), esto por el incremento de material más grueso en un caso y más fino en el otro.

Figura N°97 Diagrama de Shepard, basado en el contenido de arenas, fangos y gravas (%), según Folk y Ward (1957). Río Queule. Marzo de 2014.



Fuente: Elaboración Propia.

### 3.8.3.2 Calidad química del sedimento

La Tabla siguiente muestra los resultados de laboratorio de las características químicas del sedimento obtenidos a partir de las muestras colectadas en 10 estaciones distribuidas en sectores marino y fluvial en las cercanías de la desembocadura del río Queule.

Tabla N°51. Parámetros químicos de la matriz sedimentaria registrados en Río Queule. Marzo de 2014.

| Concentración (mg/kg)          | ESTACION |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|--------------------------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                                | E5       | E6      | E7      | E8      | E14     | E17     | E20     | E23     | E26     | E29     |
| <b>Arsénico</b>                | 3,78     | 4,61    | 4,68    | 2,95    | 2,51    | 3,11    | 4,00    | 2,72    | 3,12    | 2,42    |
| <b>Cadmio</b>                  | < 0,2    | < 0,2   | < 0,2   | < 0,2   | < 0,2   | < 0,2   | < 0,2   | < 0,2   | < 0,2   | < 0,2   |
| <b>Cobre</b>                   | 5,13     | 7,16    | 7,92    | 4,91    | 3,83    | 9,16    | 7,46    | 11,7    | 11,7    | 5,92    |
| <b>Cromo</b>                   | 6,91     | 9,26    | 11,1    | 7,16    | 5,93    | 12,8    | 10,7    | 14,8    | 21,8    | 9,41    |
| <b>Hidrocarburos fijos</b>     | < 1      | < 1     | < 1     | < 1     | < 1     | < 1     | < 1     | < 1     | < 1     | < 1     |
| <b>Hidrocarburos totales</b>   | < 1      | < 1     | < 1     | < 1     | < 1     | < 1     | < 1     | < 1     | < 1     | < 1     |
| <b>Hidrocarburos volátiles</b> | < 0,021  | < 0,021 | < 0,021 | < 0,021 | < 0,021 | < 0,021 | < 0,021 | < 0,021 | < 0,021 | < 0,021 |
| <b>Mercurio</b>                | 0,215    | < 0,2   | < 0,2   | < 0,2   | < 0,2   | < 0,2   | < 0,2   | < 0,2   | < 0,2   | < 0,2   |
| <b>Plomo</b>                   | < 0,2    | < 0,2   | < 0,2   | < 0,2   | < 0,2   | < 0,2   | < 0,2   | < 0,2   | < 0,2   | < 0,2   |

| Concentración (mg/kg) | ESTACION |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                       | E5       | E6   | E7   | E8   | E14  | E17  | E20  | E23  | E26  | E29  |
| Zinc                  | 21,4     | 25,1 | 28,6 | 20,4 | 21,7 | 28,8 | 29,5 | 36,5 | 50,2 | 28,7 |

Fuente: Elaboración Propia.

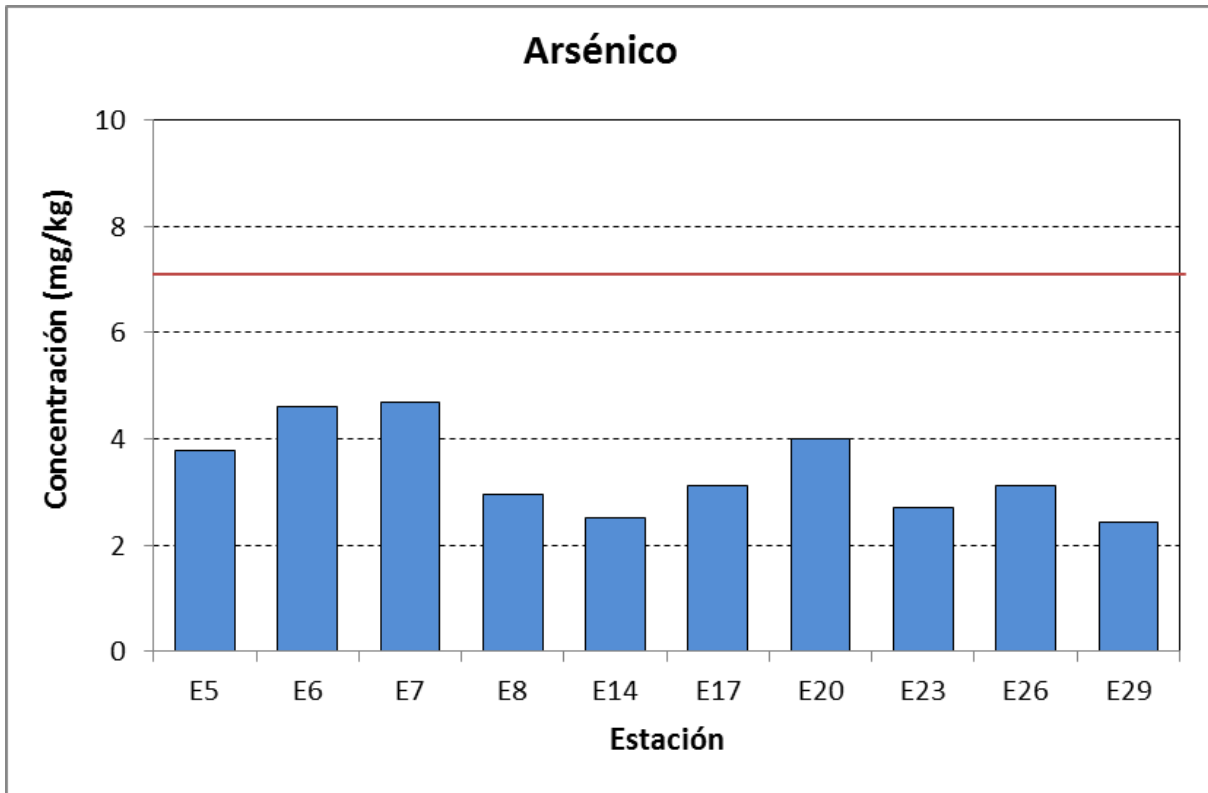
Algunos de los elementos analizados presentaron valores de concentración bajo el límite de detección instrumental, siendo estos destacados en color en la Tabla precedentes, estos fueron el cadmio, hidrocarburos y el plomo. Esta situación no implica necesariamente la ausencia de estos elementos en la matriz sedimentaria, sino que no se encuentra o bien se encuentra en muy bajas concentraciones que no pudieron ser detectadas.

Los parámetros que se detectaron con valores cuantificables fueron el arsénico, cobre, cromo, mercurio, y zinc, resultados que se comentan a continuación.

### Arsénico

Este analito fue detectado en todas las estaciones de muestreo (Figura siguiente), con valores que fluctuaron entre 2,42 y 4,68 mg/kg en las estaciones E29 y E7 respectivamente (Tabla Anterior). En general, la distribución fue relativamente homogénea y todas las estaciones se presentaron bajo el umbral ISQG (Interim Marine Sediment Quality Guidelines), establecido por el Gobierno de Canadá (7,24 mg/kg) y por lo tanto son inferiores al límite de efectos probables sobre la biota (PEL; 41,6 mg/kg).

Figura N°98 Contenido de arsénico en sedimentos marinos y fluviales. Río Queule. Marzo de 2014. La línea roja indica umbral ISQG.



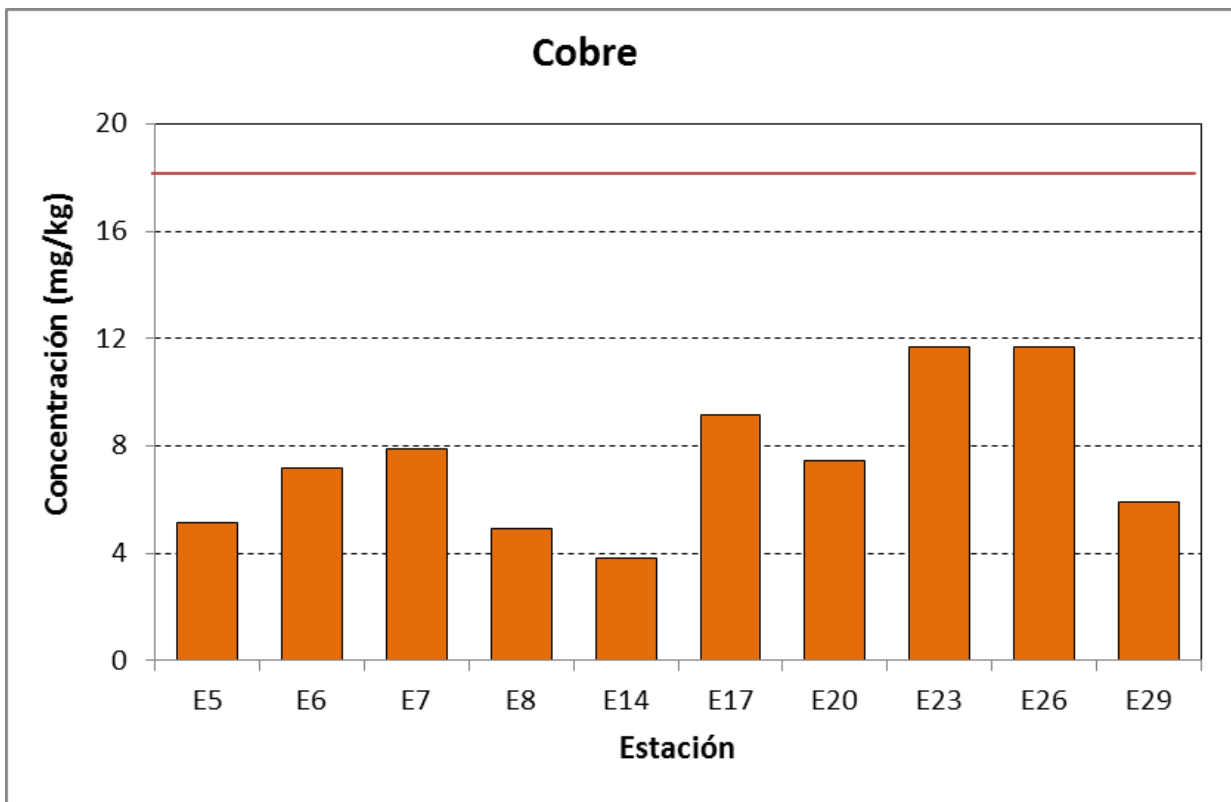
Fuente: Elaboración Propia.

### Cobre

El metal cobre, se detectó en todas las estaciones de muestreo con concentraciones bajas y relativamente variables, con un valor mínimo registrado en la estación más cercana a la desembocadura del río (E14), con un valor de 3,83 mg/kg (Tabla VI) y con un máximo de 11,7 mg/kg observado en las estaciones E23 y E27, ubicadas río arriba en el eje fluvial.

La totalidad de las estaciones se ubicó por debajo del valor referencial de calidad de sedimentos ISQG, (18,7 mg/kg), implicando que los valores obtenidos también no superaron el nivel PEL (108 mg/kg).

Figura N°99 **Contenido de cobre en sedimentos marinos y fluviales. Río Queule. Marzo de 2014. La línea roja indica umbral ISQG.**

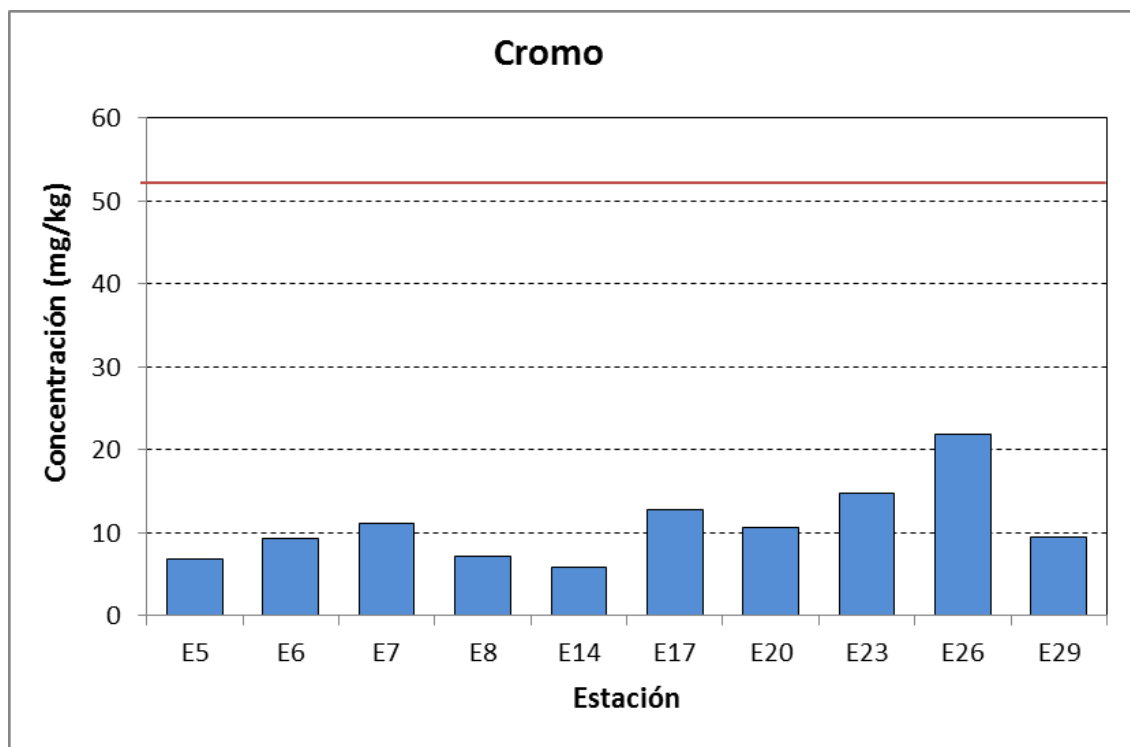


Fuente: Elaboración Propia.

## Cromo

En el caso del contenido de cromo en sedimentos, este se observó en todos los puntos de monitoreo, fluctuando entre 5,93 y 21,8 mg/kg, registros pertenecientes a las estaciones E14 y E26 respectivamente. En general, no se observó algún patrón de distribución, detectándose cantidades bajas en toda la zona de estudio. De acuerdo a los valores umbral y de efectos probables ISQG (52,3 y 160 mg/kg respectivamente), ninguna de las muestras obtenidas sobrepasó estos criterios.

**Figura N°100 Contenido de cromo en sedimentos marinos y fluviales. Río Queule. Marzo de 2014. La línea roja indica umbral ISQG.**

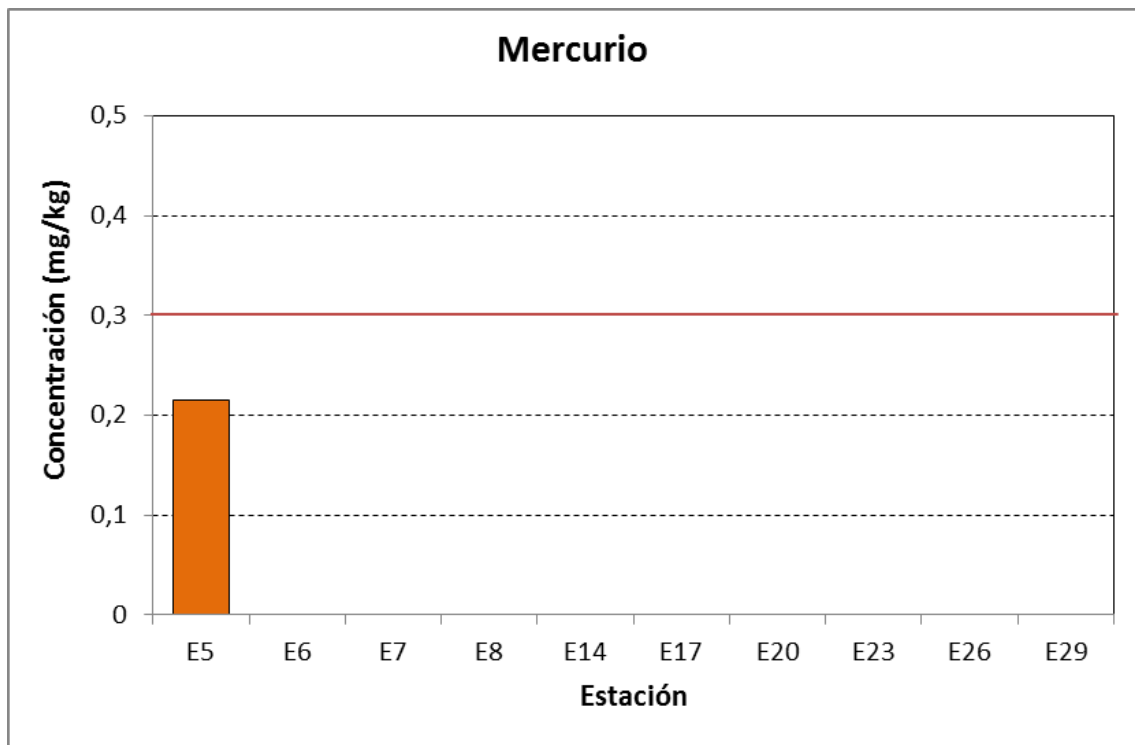


Fuente: Elaboración Propia.

## Mercurio

Para el caso de este elemento, sólo fue detectado en una de las estaciones muestreadas, siendo esta la estación E5, ubicada en la zona marina y alejada al NE de la desembocadura del río. La concentración registrada fue de 0,215 mg/kg. Este valor se ubicó debajo de los niveles internacionales de calidad de sedimento que indica como concentración umbral un valor de 0,13 mg/kg (ISQG, 2002), y como concentración de efectos probables (PEL) un valor de 0,70 mg/kg.

Figura N°101 **Contenido de hierro en sedimentos marinos y fluviales. Río Queule. Marzo de 2014. La línea roja indica umbral ISQG.**

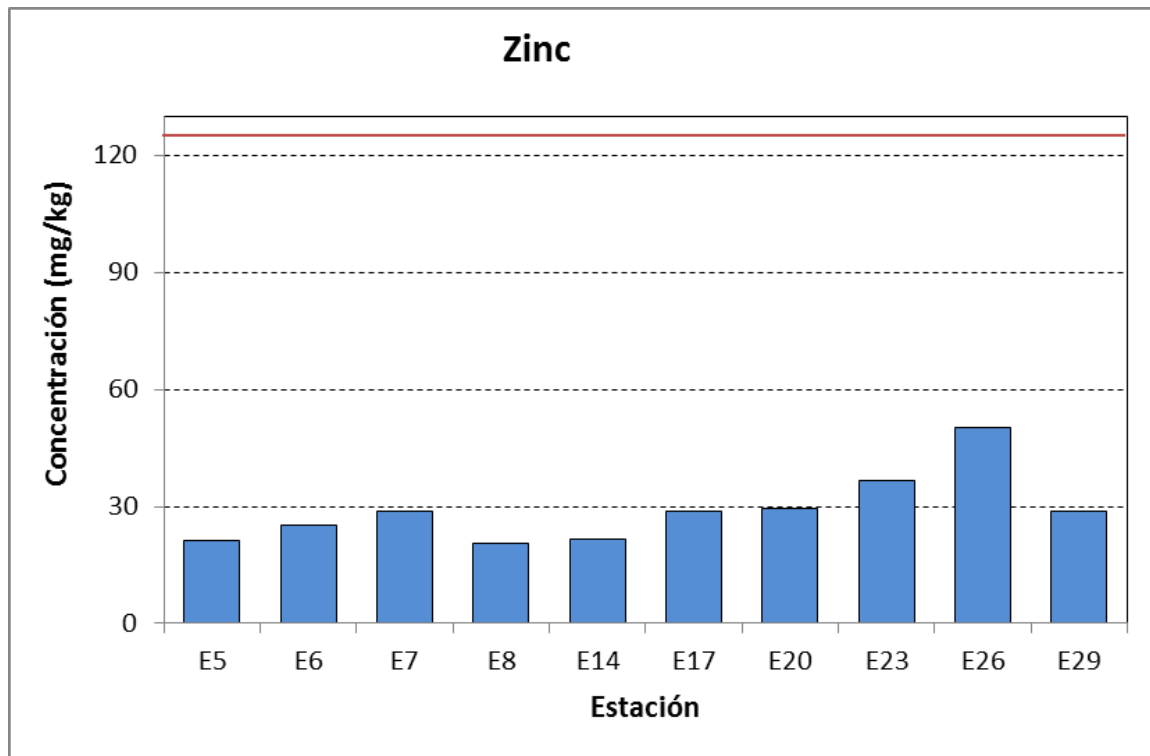


Fuente: Elaboración Propia.

## Zinc

Para el caso del zinc, este elemento fue cuantificado en las 10 estaciones de monitoreo, con concentraciones relativamente homogéneas que fluctuaron entre 20,4 y 50,2 mg/kg, en las estaciones E8 y E26 respectivamente. Para este caso, los niveles internacionales de calidad de sedimento proponen una concentración umbral de 124 mg/kg y una concentración de efectos probables (PEL) de 271 mg/kg (ISQG, 2002), lo que indicó que los valores obtenidos no sobrepasaron estos límites.

Figura N°102 **Contenido de zinc en sedimentos marinos y fluviales. Río Queule. Marzo de 2014. La línea roja indica umbral ISQG.**



Fuente: Elaboración Propia.

### 3.8.3.3 Calidad microbiológica del sedimento

A continuación, se presentan los resultados de los análisis microbiológicos efectuados a las 10 muestras colectadas en el área de estudio. La Tabla siguiente se presenta las concentraciones obtenidas.

Tabla N°52. **Parámetros microbiológicos de la matriz sedimentaria registrados en Río Queule. Marzo de 2014.**

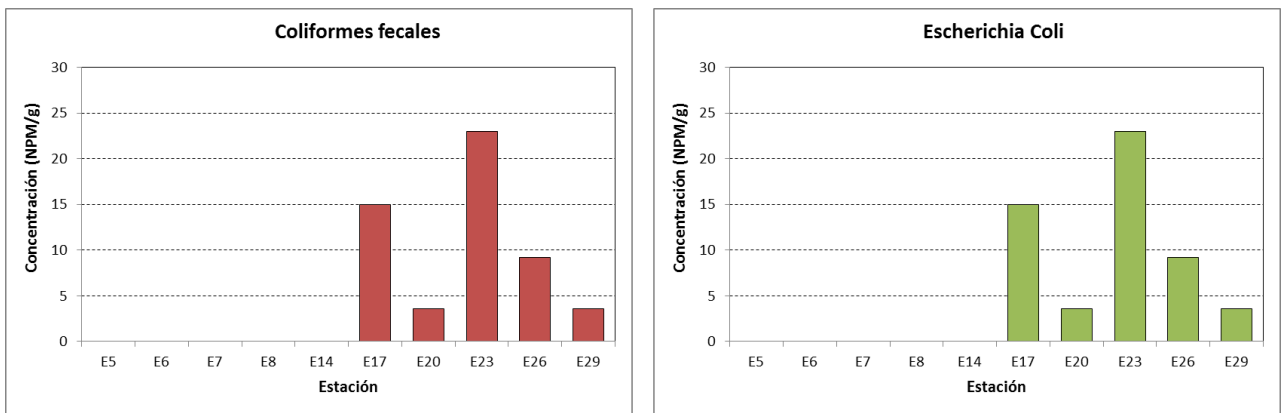
| Concentración                          | ESTACION |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|  | E5       | E6       | E7       | E8       | E14      | E17      | E20      | E23      | E26      | E29      |
| <b>Coliformes Fecales (NPM/g)</b>      | < 3      | < 3      | < 3      | < 3      | < 3      | 15       | 3,6      | 23       | 9,2      | 3,6      |
| <b>Escherichia Coli (NPM/g)</b>        | < 3      | < 3      | < 3      | < 3      | < 3      | 15       | 3,6      | 23       | 9,2      | 3,6      |
| <b>Salmonella (Presencia/Ausencia)</b> | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |

Fuente: Elaboración Propia.

En las tablas siguientes se destaca en color los casos en que los valores no superaron el límite de detección instrumental o bien no se detectó su presencia, como en el caso de Salmonella.

En cuanto al contenido de coliformes fecales y *Escherichia coli* en las muestras analizadas, estos organismos se detectaron en la mitad de las estaciones (E17, E20, E23, E26 y E29), todas ellas ubicadas río arriba (Figura 3), en las cercanías de las zonas pobladas del área de estudio. En general se observaron valores bajos, variando entre 3,6 y 23 NPM/g, observándose el máximo más o menos en el centro de las transectas fluviales.

Tabla N°53. **Contenido de coliformes fecales y *Escherichia coli* en sedimentos marinos y fluviales. Río Queule. Marzo de 2014.**



Fuente: Elaboración Propia.

### 3.8.4 Conclusiones Análisis de Sedimentos

- El análisis granulométrico de 30 muestras obtenidas en el área de estudio indicó la clara predominancia de material fino, principalmente de arenas finas.
- En el sector marino, las arenas finas fueron las de mayor presencia, fluctuando entre 75,5% (E7) y 93,3% (E8), seguidas por las arenas medias con un máximo de 17,7% (E7).
- En el sector fluvial, se observó la predominancia de arenas finas en la mayoría de las estaciones, principalmente en las cercanas a la desembocadura. Río arriba, la distribución porcentual de granos fue más homogénea, con presencia de distintos tamaños de grano.

- 
- La calidad química de los sedimentos monitoreados indicó la ausencia o la muy baja presencia (bajo el límite de detección instrumental) de cadmio, hidrocarburos y plomo.
  - Se detectaron bajas concentraciones en todas las estaciones de arsénico, cobre, cromo y zinc, mientras que en una estación (E5) se detectó la presencia de mercurio. En todos los casos, las concentraciones se ubicaron bajo el umbral ISQG (Interim Marine Sediment Quality Guidelines) y bajo el límite de efectos probables sobre la biota (PEL), ambos criterios establecidos por el Gobierno de Canadá.
  - Los análisis microbiológicos de los sedimentos colectados mostraron la ausencia en todas las estaciones de Salmonella, mientras que en la mitad de las estaciones (ubicadas río arriba) se determinó la presencia de coliformes fecales y Escherichia coli en bajas concentraciones (entre 3,6 y 23 NPM/g).

## 4 ANÁLISIS PRODUCTIVO DEL SECTOR PESQUERO ARTESANAL

El objetivo de este capítulo es analizar los principales recursos hidrobiológicos que sustentan la actividad pesquera extractiva artesanal en la caleta pesquera artesanal de Queule, permitiendo de esta manera dimensionar de manera eficiente los requerimientos en cuanto a infraestructura portuaria pesquera artesanal básica, en torno al tipo de recursos extraídos y el volumen de desembarque.

### 4.1 Metodología

Para la recopilación de información de fuentes primaria y secundaria se han desarrollado las siguientes actividades:

- **Información Primaria** Aplicación de encuestas para caracterización productiva de la pesca artesanal usada por el Ministerio de Desarrollo Social en la metodología PMDT, que contempla información relacionada con: aspectos administrativos, servicios de infraestructura presente, aspectos productivos y comercialización. Esta encuesta se aplicó a los siguientes dirigentes de las organizaciones de pescadores artesanales existentes en Queule:

Tabla N°54. **Organizaciones de Pescadores de Queule, con encuestas realizadas.**

| Organización   | Nombre del Encuestado | Cargo      | Número Total de Socios |
|--|-----------------------|------------|------------------------|
| Sindicado de Pescadores Artesanales de Queule  | Patricio Olivares     | Presidente | 133                    |
| A.G. Armadores de Emb. Pesq. Art. De Queule  | José Miranda          | Presidente | 30                     |
| Sindicato de Pescadores Artesanales, Mariscadores y Recolectores de Orilla Los Pinos | Pedro Morales         | Presidente | 55                     |

---

Fuente: Elaboración del Consultor, 2014

➤ **Información Secundaria:**

- ✓ Revisión de bibliografía existente y disponible sobre la actividad pesquera extractiva de los principales recursos hidrobiológicos en el área de estudio, en materias, tales como: aspectos biológicos y ecológicos de los recursos, medidas de administración vigentes, características y comportamiento de la actividad.
- ✓ Bases de datos disponibles de SERNAPESCA sobre información de recursos pesqueros y desembarques, desagregada por Caletas.
- ✓ Resultados de monitoreos disponibles, en base a evaluación directa sobre recursos pesqueros, que tengan influencia en el área de estudio.

#### 4.2 **Antecedentes Generales**

La Caleta Pesquera Artesanal de Queule se ubica en la desembocadura del río Queule en la Comuna de Tolten. Forma parte de la nómica oficial de caletas pesqueras considerada en el DS. 240 de 1998. Modificado por DS 37 de 2004.

El sector Pesca Artesanal está compuesto actualmente por 325 pescadores inscritos en el Registro Pesquero Artesanal (286 hombres y 39 mujeres) para la Caleta Queule. Además, se encuentran inscritos, de acuerdo a RPA, en las siguientes categorías:

Tabla N°55. **Categorías de Pescadores en Caleta Queule según RPA.**

| Categoría  | Total RPA | Hombres | Mujeres |
|------------|-----------|---------|---------|
| Pescadores | 325       | 286     | 39      |

---

| <b>Categoría</b>     | <b>Total RPA</b> | <b>Hombres</b> | <b>Mujeres</b> |
|----------------------|------------------|----------------|----------------|
| Armadores            | 65               | 58             | 7              |
| Buzo                 | 18               | 17             | 1              |
| Recolector de Orilla | 113              | 69             | 44             |
| Total <sup>1</sup>   | 521              | 430            | 91             |

---

Fuente: Elaboración del Consultor, 2014

Su principal actividad está asociada a la pesquería de extracción bentónica y demersal, con extracción principalmente de recursos pertenecientes a los grupos moluscos, peces, crustaceos y equinodermos. Los recursos provienen principalmente de áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos y de áreas de libre acceso.

La comercialización de los productos se hace generalmente a partir de compras dirigidas a plantas industriales, en el caso de las AMERB; y de venta a intermediarios para luego venderlos en lugares como Temuco, Santiago y el extranjero (Perú).

---

<sup>1</sup> Se debe notar que un pescador puede registrarse como pescador y además como armador, recolector o buzo, por lo que la suma no implica necesariamente ser igual a la totalidad de los pescadores de la caleta.

### 4.3 Características del Sector Pesquero Artesanal

En Caleta Queule la comunidad de pescadores/as artesanales se encuentra conformada por cuatro organizaciones, actualmente vigentes e inscritas en el Registro de Organizaciones Artesanales (R.O.A.) de SERNAPESCA. Están compuestas por 2 Sindicatos, 1 Asociación Gremial y 1 Cooperativa. Cabe destacar que estas organizaciones están integradas mayoritariamente por el género masculino (87,9%), siendo la representación femenina acotada a un 12,1%.

**Tabla N°56. Organizaciones Artesanales Activas e Inscritas en el R.O.A., Caleta Queule.**

| Organización   | Folio ROA        | N° Socios/as <sup>2</sup> | Mujeres | Directiva  |
|--|------------------|---------------------------|---------|--|
| A. G. de Armadores Cerqueros y Tripulantes de Queule ACERTRIQ A.G. | 562 / 11.11.04   | 47                        | 1       | Presidente Ronny Olivares<br>Secretario Cesar Díaz Becerra<br>Tesorero Angel Sepulveda Gabriel |
| Cooperativa de Pescadores Artesanales                              | 90175 / 10.01.13 | 28                        | 9       | Presidente Luis Alfonso Baez<br>Secretario Egidio Geisse Rojas                                 |

<sup>2</sup> Información proveniente de consulta sobre R.O.A. en R.P.A. y encuesta a representantes.

| Organización   | Folio ROA        | N° Socios/as <sup>2</sup> | Mujeres | Directiva  |
|--|------------------|---------------------------|---------|--|
| Caleta Queule  |                  |                           |         | Tesorero Angel Sepulveda<br>Gabriel  |
| S.T.I. de Pescadores y Buzos Artesanales de Queule                                     | 556 / 07.02.03   | 153                       | 17      | Presidente Ronny Olivares<br>Secretaria Victor Sepulveda<br>Tesorero Oscar Rojas Mella       |
| S.T.I. de Armadores Pelágicos y Pescadores Artesanales de Queule “SIARPESCA de Queule” | 90111 / 06.05.12 | 53                        | 7       | Presidente Ernesto Vallejos<br>Secretaria Adolfo Mella Palma<br>Tesorero Carlos Fuica Vargas |

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Registro Organizaciones Artesanales.

---

#### 4.4 Registro Pesquero Artesanal (RPA)

El Registro de Pescadores Artesanales es la nómina de pescadores(as) y embarcaciones habilitadas para realizar actividades de pesca artesanal que lleva SERNAPESCA; así como también el registro de organizaciones. El registro es una condición habilitante para ejercer las actividades pesqueras y se estructura mediante inscripciones regionales y éstas corresponden a la identificación del pescador, su categoría y la pesquería en la cual efectuará sus actividades extractivas.

Las categorías de pescador(a) artesanal no son excluyentes entre sí, por lo que una persona puede ser calificada y actuar simultánea o sucesivamente en dos o más de ellas.

En el área de estudio, las categorías existentes son: Armador(a) Artesanal, Pescador(a) Artesanal, Buzo, y Recolector de Orilla. Las personas inscritas están representadas principalmente por el género masculino.

De acuerdo a la información del R.P.A., en Queule hay un total de 521 personas inscritas en las distintas categorías del Registro (sumatoria de la Tabla N°55). Lo anterior equivale a un 27,7% de participación respecto del nivel regional.

**Tabla N°57. Número Total de Pescadores(as) Artesanales inscritos en el R.P.A. de la Caleta Queule.**

|                        | Totales |        | Total Pescadores (as) | Representación Femenina (%) |
|------------------------|---------|--------|-----------------------|-----------------------------|
|                        | Mujer   | Hombre |                       |                             |
| Caleta Queule          | 91      | 430    | 521                   | 17,47                       |
| Región de la Araucanía | 573     | 1306   | 1879                  | 30,49                       |
| Participación (%)      | 15,88   | 32,9   | 27,7                  |                             |

Fuente: Elaboración propia en base a datos de SERNAPESCA, 2013.

**Tabla N°58. Pescadores(as) Artesanales inscritos según categoría en el R.P.A. Caleta Queule.**

|                     | Recolector (a) de Orilla |       |        | Armador(a) |       |        | Buzo  |       |        | Pescador(a) |       |        |
|---------------------|--------------------------|-------|--------|------------|-------|--------|-------|-------|--------|-------------|-------|--------|
|                     | Total                    | Mujer | Hombre | Total      | Mujer | Hombre | Total | Mujer | Hombre | Total       | Mujer | Hombre |
| Caleta Queule       | 113                      | 44    | 69     | 65         | 7     | 58     | 18    | 1     | 17     | 325         | 39    | 286    |
| Región de Araucanía | 1.244                    | 516   | 728    | 116        | 7     | 109    | 57    | 1     | 56     | 640         | 63    | 577    |
| Participación (%)   | 9,1                      | 8,5   | 9,5    | 5,6        | 100   | 53,2   | 31,6  | 100   | 30,4   | 50,8        | 61,9  | 49,6   |

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Registro Pesquero Artesanal, SERNAPESCA.

De acuerdo a lo anterior, la siguiente se muestra que del total de pescadores/as inscritos/as en el R.P.A. para la Caleta Queule, la mayoría posee la categoría de Pescador Artesanal (62,38%), seguido de la categoría Recolector de Orilla (21,69%).

A continuación, se muestra el R.P.A. de embarcaciones de Personas Naturales. No existen registros de embarcaciones artesanales de Personas Jurídicas, Comunidades y Empresas Individuales de Responsabilidad Limitada (EIRL).

**Tabla N°59. Embarcaciones Artesanales, Activas, Inscritas en R.P.A. Personas Naturales, Caleta Queule<sup>3</sup>**

|                        | E1    |       |        | E2    |       |        | E3    |       |        | E4    |       |        |
|------------------------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|
|                        | Total | Mujer | Hombre | Total | Mujer | Hombre | Total | Mujer | Hombre | Total | Mujer | Hombre |
| Caleta Queule          | 7     | 0     | 7      | 23    | 2     | 21     | 4     | 0     | 4      | 0     | 0     | 0      |
| Región de<br>Araucanía | 52    | 1     | 51     | 67    | 5     | 62     | 16    | 1     | 15     | 0     | 0     | 0      |

<sup>3</sup> E1 corresponde a embarcaciones con una eslora de 8 metros y 5 metros cúbicos de capacidad de bodega; E2 corresponde a embarcaciones de una eslora de más de 8 metros hasta 12 metros y 15 metros cúbicos de capacidad de bodega; E3 corresponde a embarcaciones con una eslora de más de 12 metros hasta 15 metros y 45 metros cúbicos de capacidad de bodega; y E4 corresponde a embarcación de eslora de más de 15 metros hasta 18 metros y 80 metros cúbicos de capacidad de bodega.

|  | E1    |       |        | E2    |       |        | E3    |       |        | E4    |       |        |
|--|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|
|  | Total | Mujer | Hombre | Total | Mujer | Hombre | Total | Mujer | Hombre | Total | Mujer | Hombre |
| Participación de las embarcaciones de caleta Queule en el total regional (%) | 13,5  | 0     | 13,7   | 34,33 | 40    | 33,9   | 25    | 0     | 26,67  | 0     | 0     | 0      |

Fuente: Elaboración propia en base a datos de SERNAPESCA, 2013.

Las embarcaciones existentes en la Caleta son principalmente botes a motor y lanchas; 2 de las cuales están inscritas a mujeres. Actualmente, existe un total de 34 embarcaciones activas (con inscripción desde el 2011), 7 embarcaciones con eslora hasta 8 metros (21%), 23 sobre 8 hasta 12 metros (67,7) y 4 embarcaciones entre 12 y 15 metros (11,8%). Cabe indicar que considerando que las categorías de pescador(a) artesanal no son excluyentes entre sí, un pescador(a) puede pertenecer a más de una categoría; del mismo modo las embarcaciones se utilizan para operar en distintas faenas pesqueras (moluscos, crustáceos, peces, algas, otras especies).

La participación porcentual de embarcaciones respecto del total regional, corresponde a un 13,5% en embarcaciones tipo 1, 34,33% en embarcaciones tipo 2, y un 25% en embarcaciones tipo 3.

En relación a las características generales de las embarcaciones, el rango de eslora es entre 7,7 m y 15 m, la materialidad es de madera, el rango de capacidad de bodega fluctúa entre los 4 m<sup>3</sup> y 27,2 m<sup>3</sup>, y la fluctuación de toneladas de registro grueso de las embarcaciones es de 5 y 45,7. Las embarcaciones tienen una potencia entre 12 y 400 hp.

Tabla N°60. **Características Embarcaciones Artesanales, Activas, Inscritas en R.P.A., Caleta Queule.**

| CLASIFICACION | ESLORA<br>(m) | MATERIAL<br>DEL CASCO | POTENCIA<br>MOTOR (hp) | BODEGA<br>(m3) | T.R.G.     |
|---------------|---------------|-----------------------|------------------------|----------------|------------|
| Bote a motor  | 7,7 – 8,4     | Madera                | 12 – 80                | 4 - 5,3        | 5 - 7,5    |
| Lancha        | 9,5 – 15      | Madera                | 50 – 400               | 4,5 – 57,2     | 9,3 – 45,7 |

Fuente: Elaboración propia en base a datos de R.P.A., SERNAPESCA, 2013.

#### 4.5 Desembarque Artesanal

La pesquería asociada a la Caleta es principalmente de tipo bentónica y demersal, donde destacan en términos de nivel de desembarque durante el periodo 2008 - 2012, la reineta, la jibia, la corvina y el pejegallo.

Utilizando como base la información remitida por el Servicio Nacional de Pesca, referida a la base de datos de desembarque artesanal desagregada por Caleta, período 2008-2012; en primer término, se ha agrupado los desembarques anuales por grupo de especies o categorías de recursos: Algas, Peces, Moluscos, Crustáceos y Otras Especies. A nivel de grupo de especies, se observa que los peces representan aproximadamente el 80% del total de desembarque durante el período comprendido entre los años 2008 y 2012, seguido de los moluscos, con un 17,2%.

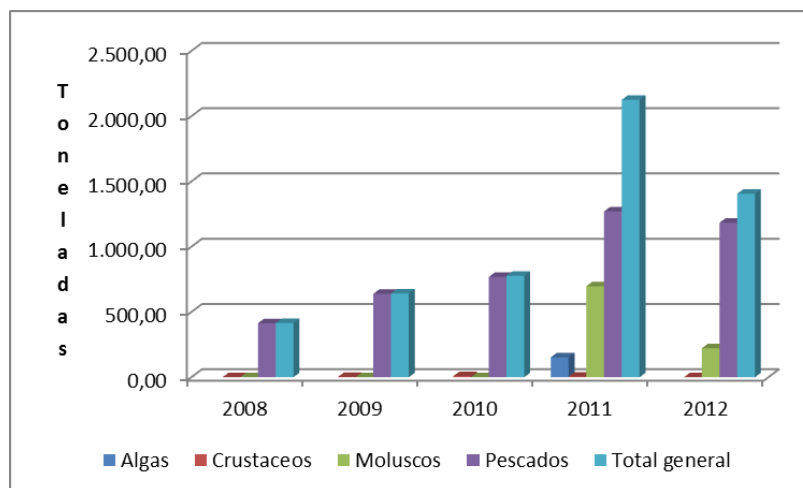
A continuación, se observa la evolución de desembarque artesanal total para la Caleta, período 2008-2012, desglosado por grupo de recursos.

Tabla N°61. **Desembarque Artesanal por grupo de Recursos (t), Período 2008-2012, Caleta Queule.**

| AÑO          | 2008          | 2009          | 2010          | 2011            | 2012            | TOTAL GENERAL   |
|--------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Algas        |               |               |               | 153,00          |                 | 153,00          |
| Peces        | 0,30          | 2,00          | 8,00          | 5,00            | 0,67            | 15,97           |
| Moluscos     | 0,50          | 1,00          | 1,00          | 697,00          | 221,51          | 921,01          |
| Crustáceos   | 414,16        | 639,00        | 768,00        | 1.271,00        | 1.183,96        | 4.276,11        |
| <b>Total</b> | <b>414,95</b> | <b>642,00</b> | <b>777,00</b> | <b>2.126,00</b> | <b>1.406,13</b> | <b>5.366,09</b> |

Fuente: Elaboración propia en base a datos de SERNAPESCA, 2013.

Figura N°103 **Desembarque total de recursos pesqueros (t), período 2008-2012, Caleta Queule.**



Fuente: Elaboración propia en base a datos de SERNAPESCA, 2013.

Se observan significativos niveles crecientes de desembarque total desde los años 2008 al 2011, con un decrecimiento en el año 2012, pero estando aún sobre el nivel del año 2010; fundamentalmente por el crecimiento de la reineta, que duplicó sus desembarques entre el año 2011 y el año 2010; y la jibia que tiene registros de desembarques relevantes desde el año 2011.

Al realizar el análisis de desembarque artesanal por tipo de especie, para el mismo período, es factible observar las principales especies que sostienen la actividad extractiva artesanal en la Caleta.

La siguiente tabla muestra la evolución de desembarque por especie, período 2008-2012:

**Tabla N°62. Desembarque Artesanal por Especie (t), Período 2008-2012, Caleta Queule.**

| ESPECIE                | 2008 | 2009  | 2010  | 2011   | 2012 |
|------------------------|------|-------|-------|--------|------|
| <b>ALGAS</b>           |      |       |       |        |      |
| COCHAYUYO              |      |       |       | 153,00 |      |
| <b>PECES</b>           |      |       |       |        |      |
| ANCHOVETA              | 8,26 | 13,00 | 10,00 | 3,00   | 4,04 |
| ATUN ALETA AMARILLA    |      |       |       |        | 0,02 |
| ATUN ALETA AZUL        |      |       |       |        | 0,04 |
| AZULEJO                | 0,01 |       |       |        | 0,04 |
| BACALAO DE PROFUNDIDAD | 0,12 |       |       | 1,00   | 0,07 |
| BLANQUILLO             |      |       |       |        | 0,01 |
| CABINZA                | 0,03 |       |       |        |      |

| ESPECIE                   | 2008  | 2009   | 2010   | 2011   | 2012   |
|---------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|
| CABRILLA                  | 0,04  |        |        |        | 0,01   |
| CABRILLA COMUN            |       |        | 1,00   |        | 0,01   |
| CHANCHARRO                | 0,02  |        |        |        |        |
| COJINOBA DEL NORTE        | 66,83 | 43,00  | 8,00   |        | 0,03   |
| COJINOBA DEL SUR          | 1,36  |        | 20,00  | 36,00  | 35,23  |
| CONGRIO COLORADO          | 6,15  | 5,00   | 4,00   | 1,00   | 1,69   |
| CONGRIO DORADO            | 0,40  |        | 2,00   | 20,00  | 0,03   |
| CONGRIO NEGRO             | 1,27  |        |        |        | 0,15   |
| CORVINA                   | 98,51 | 167,00 | 109,00 | 127,00 | 113,58 |
| HUAIQUIL O CORVINILLA     | 0,02  |        |        |        |        |
| JUREL                     | 8,99  | 11,00  | 1,00   | 2,00   | 0,38   |
| LENGUADO                  | 0,21  |        |        |        |        |
| LENGUADO DE OJOS CHICOS   |       |        |        |        | 0,11   |
| MACHUELO O TRITRE         | 0,90  |        |        |        | 0,19   |
| MERLUZA COMUN             | 2,72  | 7,00   | 11,00  | 4,00   | 1,35   |
| MERLUZA DEL SUR O AUSTRAL | 0,11  |        |        |        |        |

| ESPECIE                             | 2008  | 2009   | 2010   | 2011   | 2012   |
|-------------------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|
| ORANGE ROUGHY                       | 0,14  |        |        |        |        |
| PEJEGALLO                           | 41,92 | 42,00  | 24,00  | 110,00 | 130,72 |
| PEJERREY DE MAR                     | 0,10  |        |        |        | 0,09   |
| RAYA VOLANTIN                       | 0,42  |        | 1,00   |        | 0,20   |
| REINETA                             | 85,61 | 313,00 | 412,00 | 889,00 | 785,17 |
| ROBALO                              | 0,20  |        |        |        | 0,18   |
| ROLLIZO                             | 0,01  |        |        |        | 0,03   |
| SALMON DEL ATLANTICO                |       |        |        |        | 0,54   |
| SALMON PLATEADO                     | 0,14  | 1,00   |        |        |        |
| SALMON REY                          |       |        |        |        | 0,76   |
| SARDINA COMUN                       | 18,22 | 17,00  | 92,00  | 4,00   | 29,98  |
| SIERRA                              | 66,38 | 15,00  | 67,00  | 65,00  | 74,24  |
| TIBURON SARDINERO                   |       |        |        |        | 0,01   |
| TOLLO                               | 4,37  | 5,00   | 6,00   | 9,00   | 5,07   |
| VIDRIOLA, PALOMETA, DORADO O TOREMO | 0,71  |        |        |        |        |
| <b>MOLUSCOS</b>                     |       |        |        |        |        |

| ESPECIE                | 2008 | 2009 | 2010 | 2011   | 2012   |
|------------------------|------|------|------|--------|--------|
| JIBIA O CALAMAR ROJO   | 0,50 | 1,00 | 1,00 | 697,00 | 221,51 |
| <b>CRUSTACEOS</b>      |      |      |      |        |        |
| CENTOLLA               | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00   | 0,00   |
| JAIBA                  | 8,80 | 6,00 | 0,00 | 0,00   | 1,34   |
| JAIBA LIMON            | 1,85 | 4,00 | 0,00 | 0,00   | 1,31   |
| JAIBA MARMOLA          | 0,35 | 0,00 | 4,00 | 2,00   | 1,78   |
| JAIBA MORA             | 0,30 | 0,00 | 0,00 | 0,00   | 0,00   |
| JAIBA PATUDA           | 6,15 | 0,00 | 0,00 | 0,00   | 2,76   |
| JAIBA PELUDA O PACHONA |      |      |      |        | 0,07   |
| JAIBA REINA            |      |      | 1,00 |        | 0,14   |
| JAIBA REMADORA         | 0,02 |      |      |        |        |

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Registro Pesquero Artesanal, SERNAPESCA.

Se observa que existe una diversidad importante de recursos extraídos en la Caleta durante el período de análisis de información.

En relación a los datos de desembarque por especie, para el período 2008-2012, y para facilitar el análisis en función de los niveles de desembarques observados, se destacan las siguientes especies como principales recursos extraídos en la Caleta, asociados a las pesquerías bentónicas y demersales, que sustentan la actividad pesquera artesanal en la Caleta, de acuerdo a lo indicado en las encuestas realizadas. Estos recursos pesqueros provienen principalmente de áreas de libre acceso, aunque existen áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos (AMERB) en la caleta.

**Tabla N°63. Principales especies extraídas en Caleta Queule, Período 2008-2012.**

| <b>Especie</b> | <b>Nombre Científico</b>       | <b>Procedencia</b>    | <b>Arte de Pesca</b> | <b>Unidad de Medida</b> |
|----------------|--------------------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|
| Loco           | <i>Concholepas concholepas</i> | AMERB                 | Extracción           | Unidad                  |
| Corbina        | <i>Cilus Gilberti</i>          | Áreas de libre acceso | Red                  | Kilo                    |
| Reineta        | <i>Brama Australis</i>         | Áreas de libre acceso | Red                  | Kilo                    |
| Erizo          | <i>Loxechinus Albus</i>        | AMERB                 | Extracción           | Kilo                    |
| Choro Malton   | <i>Choromytilus Chorus</i>     | AMERB                 | Extracción           | Kilo                    |

Fuente: Elaboración propia en base a información de SERNAPESCA y Pescadores Artesanales.

En relación a los niveles de desembarque, se han identificado 7 especies, dentro de los principales recursos pesqueros extraídos en la Caleta, durante el período 2008-2012. Al respecto, cabe indicar que no se encuentran dentro de este grupo las especies que se extraen desde las AMERB, ya que aún estas presentan niveles de desembarque más reducidos en términos de toneladas.

En relación a la serie de datos de desembarque total, período 2008-2012, respecto de los principales recursos pesqueros identificados, se presenta a continuación el promedio de desembarque para cada especie, durante el período de análisis. En estas cifras no aparecen registros de desembarque de loco, erizo ni choro maltón.

**Tabla N°64. Desembarque artesanal promedio (t), período 2008-2012, principales recursos pesqueros. Caleta Queule**

| <b>Especie</b>                                  | <b>Procedencia del recurso</b> | <b>Promedio desembarque 2008-2012 (t)</b> |
|---|--------------------------------|---|
| COCHAYUYO                                       | Áreas de libre acceso          | 30,60                                     |
| JIBIA O CALAMAR ROJO                            | Áreas de libre acceso          | 184,20                                    |
| CORVINA   | Áreas de libre acceso          | 123,02                                    |
| PEJEGALLO                                       | Áreas de libre acceso          | 69,73                                     |
| REINETA   | Áreas de libre acceso          | 496,95                                    |
| SARDINA COMUN                                   | Áreas de libre acceso          | 32,24                                     |
| SIERRA  | Áreas de libre acceso          | 57,52                                     |
| <b>Total (t) todo el desembarque registrado</b> |                                | <b>1.073,22</b>                           |

Fuente: Elaboración propia en base a datos de SERNAPESCA.

De acuerdo a la información tabulada, el promedio de desembarque, período 2008-2012, para el conjunto de los principales recursos pesqueros extraídos en la Caleta, es de aproximadamente 1.073,22 t/año.

Dentro de los grupos de especies destaca, en las Algas, el recurso Cochayuyo (*Durvillaea antarctica*); en los Moluscos, la jibia (*Dosidicus gigas*); en los Crustáceos, la Jaiba marmola (*Cancer edwardsi*); y en el grupo de los peces, la reineta (*Brama australis*).

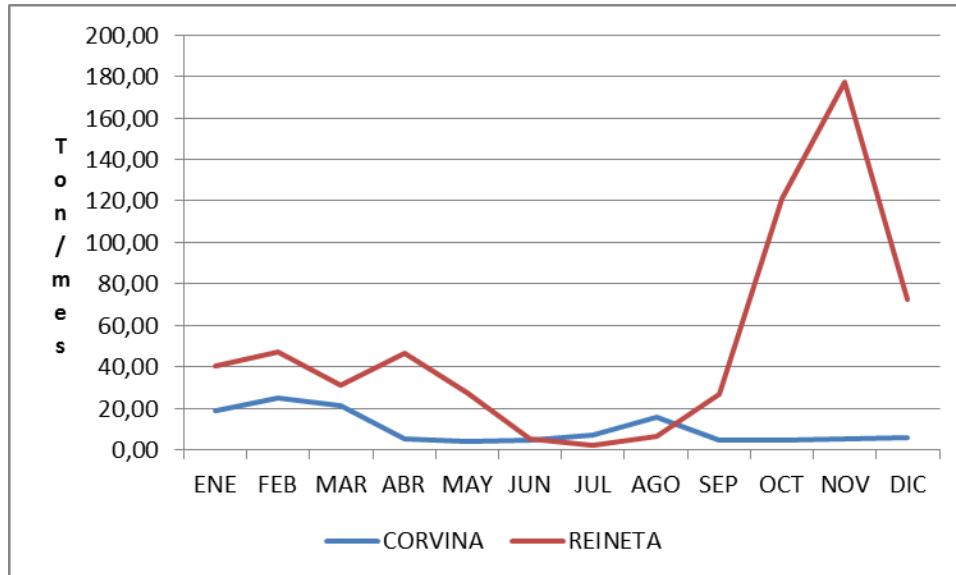
En relación a la fluctuación mensual de desembarque para los recursos corvina y reineta, destacados por desembarque y en las encuestas, se utilizaron los datos de desembarque mensual durante el período 2008-2012, obteniendo una serie de datos promedio para cada recurso. A continuación, se visualizan esta información de desembarque por cada especie:

Tabla N°65. **Desembarque artesanal promedio mensual (t), recursos pesqueros, período 2008-2012. Caleta Queule**

| ESPECIE | ENE   | FEB   | MAR   | ABR   | MAY   | JUN  | JUL  | AGO   | SEP   | OCT        | NOV        | DIC   |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|------------|------------|-------|
| Corvina | 18,94 | 24,87 | 21,28 | 5,38  | 4,16  | 4,88 | 7,46 | 15,76 | 4,81  | 4,40       | 5,17       | 5,89  |
| Reineta | 40,56 | 46,97 | 31,23 | 46,76 | 27,77 | 5,57 | 2,46 | 6,30  | 26,91 | 120,9<br>4 | 177,1<br>0 | 72,55 |

Fuente: Elaboración propia en base a datos de SERNAPESCA.

**Tabla N°66. Desembarque promedio mensual (t), recursos pesqueros Reineta y Corvina, período 2008-2012, Caleta Queule.**



Fuente: Elaboración propia en base a datos de SERNAPESCA.

Respecto de la fluctuación mensual de estos recursos, se observa que, en términos de nivel de desembarque, la reineta presenta una predominancia en los desembarques, pero con una concentración en el periodo de Octubre a Diciembre.

En relación a los principales recursos pesqueros explotados en esta Caleta, a continuación, se presentan aquellos sometidos a regulaciones.

#### 4.6 Medidas de Administración Pesquera

Respecto de los principales recursos pesqueros extraídos en Caleta Queule, señalados en la tabla anterior, algunos presentan medidas de administración pesqueras referidas a tamaño mínimo legal, vedas biológicas y/o extractivas, y/o aplicación de cuotas, según se indica a continuación:

Tabla N°67. **Medidas de Administración Pesquera aplicables a principales recursos extraídos, Caleta Queule.**

| Especie   | Tamaño<br>Mínimo Legal | D. Ex.<br>N°/AÑO  | Período de Veda Desde Hasta            | D. Ex. N °/<br>AÑO | Cuota              |
|-----------|------------------------|---|--|--------------------|--------------------|
| Loco      | 10 cm                  | 102/87  | Veda Biológica: 1º febrero al 30 junio | 409/2003           | Asignada por AMERB |
| Cochayuyo | N/A                    | N/A   | N/A                                    | N/A                | N/A                |
| Jibia     | N/A                    | N/A   | N/A                                    | N/A                | N/A                |
| Corvina   | 60 cms.                | 1447/2010<br>bajo<br>prórroga<br>para<br>entrada en<br>vigencia | N/A                                    | N/A                | N/A                |
| Pejegallo | N/A                    | N/A   | N/A                                    | N/A                | N/A                |
| Reineta   | N/A                    | N/A   | N/A                                    | N/A                | N/A                |

| Especie                   | Tamaño Mínimo Legal | D. N°/AÑO | Ex. Período de Veda Desde Hasta  | D. Ex. N °/ AÑO                                  | Cuota                         |
|---------------------------|---------------------|-----------|--|--|-------------------------------|
| Sardina Común             | N/A                 | N/A       | Veda biológica entre el 10 de Diciembre y el 5 de Marzo; Veda reproductiva entre el 21 de Agosto y 21 de Octubre; y veda de reclutamiento entre el 2 de Junio y 22 de Junio. | D.Ex. 323/2010; D. Ex. 1161/2009; D.Ex. 536/2012 | 605.000 t entre V a X Región. |
| Sierra                    | N/A                 | N/A       | N/A  | N/A  | N/A                           |
| Erizo                     | 7 cm                | 291/1987  | Veda estacional entre el 15 de Octubre y 15 de Enero   | D.Ex. 291/1987                                   | Asignada por AMERB            |
| Choro Maltón <sup>4</sup> | 10,5 cm             | 136/1986  | Entre el 15 de Septiembre y 31 de Diciembre  | D. Ex. 136/1986                                  | Asignada por AMERB            |

Fuente: Elaboración propia en base a información de SERNAPESCA

Respecto de las medidas de administración vigentes, se destacan las restricciones asociadas al recurso Loco, especie sometida a Tamaño Mínimo Legal (TML), veda biológica y cuota asignada para AMERB según aprobación de plan de manejo; así como también, las medidas asociadas a la sardina común; aunque los dos recursos con principal extracción como la corvina y la reineta, no están sujetos a medidas de administración; excepto tamaño mínimo en la corvina (pero en prórroga, para su inicio de aplicación).

<sup>4</sup> Medidas de Administración hacen referencia al Choro (Choromytilus Chorus)

#### 4.7 Áreas de Manejo y Extracción de Recursos Bentónicos (AMERB)

Con respecto al régimen de acceso denominado Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos, asociadas a Queule, la información emanada desde el Servicio Nacional de Pesca, da cuenta de la existencia de 1 AMERB decretadas, perteneciente al Sindicato de Trabajadores Independientes de Queule. El total de superficie de las AMERB es de 28,8 ha.

Además, se encuentran definidas las AMERB de Los Pinos, con 15 ha; de Los Pinos Playa.

Tabla N°68. **Áreas de Manejo, Caleta Queule y área cercana, Junio 2013.**

| SECTOR<br>AMERB                    | SUPERFICIE<br>(ha) | DECRETO<br>SUPREMO<br>MINECON | DECRETO<br>DESTINACION<br>(SSM) | RESOLUCION<br>PMEA  | RESOLUCION<br>CONVENIO DE<br>USO           | ORGANIZACIÓN  |
|------------------------------------|--------------------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------|--|---|
| Los Pinos                          | 15                 | 195/28.04.98                  | 421/13.08.99                    |                     |  |   |
| Los Pinos<br>Playa de<br>Queule    | 223                | 47/28.01.99                   | 227/13.10.00                    |                     |  |   |
|                                    |                    |                               |                                 | N°<br>1034/09.03.10 | N° 63/07.06.10<br>Renovación<br>Automática | Sindicato de<br>Trabajadores<br>Independientes de<br>Pescadores y Buzos<br>Artesanales de<br>Queule |
| Queule                             | 28,8               | 195/28.04.98                  | 402/13.08.99                    |                     |  |   |
| Queule (La<br>Barra del<br>Tolten) | 77,5               | 195/28.04.98                  | 368/13.08.99                    |                     |  |   |

Fuente: Elaboración propia en base a información de SERNAPESCA.

Las especies objetivo del área de manejo de recursos bentónicos de Caleta Queule son:

**Moluscos:**

- Loco (*Concholepas Concholepas*)
- Lapa (*Fissurrella s.p.*)

**Equinodermos:**

- Erizo (*Loxechinus albus*)
- Pepino de Mar (*Athyonidium Chilensis*)

En la siguiente figura, se puede observar la ubicación de las AMERB, relativas a la caleta:

**Figura N°104 AMERB relativas a Caleta Queule**



Fuente: Elaboración del Consultor sobre datos de SERNAPESCA (2014)

#### 4.8 Cuotas Áreas de Manejo y por Especie

Es importante destacar que la cuota asignada no es necesariamente la cuota extraída o cosechada por la organización a cargo de una AMERB, ya que esto puede variar dependiendo de las condiciones de mercado, disponibilidad de mano de obra, precio del recurso, etc; lo cual fue indicado en la encuesta realizada. Las cuotas totales por especie y sector asignadas según planes de manejo y explotación del área (PMEA) aprobados, se puede observar en la siguiente tabla:

**Tabla N°69. Cuotas Totales Asignadas por Especie, AMERB Caleta Queule.**

| Especie       | Total          |                 |
|---------------|----------------|-----------------|
|               | Unidades       | t               |
| Loco          | 1.500          | 5.375           |
| Lapa          | 9.804          | 1.700           |
| Erizo         | 20.000         | 6.680           |
| Pepino de Mar | No establecida | No establecida. |

Fuente: Elaboración propia en base a información de SERNAPESCA.

De acuerdo a la información proporcionada por la organización, no se está extrayendo la cuota aprobada para los recursos loco y erizo, toda vez que se ha decidió esperar un mayor crecimiento de la especie. No se informa respecto a posible extracción de lapa y pepino de mar por parte de la organización.

Se hace énfasis que la cuota asignada no es necesariamente la cuota extraída o cosechada por la organización a cargo de una AMERB, ya que ésta puede variar dependiendo de las condiciones de mercado, disponibilidad de mano de obra, precio del recurso, etc.

En este contexto, tal como se indicó previamente, no se registran datos de desembarque de las especies citadas.

#### 4.9 Antecedentes Esfuerzo Pesquero (Recursos asociados a AMERB)

De acuerdo a la información recopilada a través de la “Ficha Caracterización Productiva Caleta Pesquera Queule”, las embarcaciones que trabajan en la cosecha de Loco y Erizo son aproximadamente 12 naves. El promedio de tripulantes por embarcación es entre 4.

Respecto de los principales recursos de la AMERB, Erizo y Loco, y de acuerdo a la información indicada por el Sindicato de Trabajadores Independientes, Pescadores y Buzos Mariscadores de Queule al cual se le asocia la AMERB, cabe indicar la siguiente información sobre sus flujos de salidas y N° de embarcaciones que participan de la faena:

Tabla N°70. **Desembarque promedio y Cuotas Totales Asignadas para recursos asociados a AMERB.**

| Variable  | Período de mayor desembarque | Período de menor desembarque |
|---|------------------------------|------------------------------|
| <b>Recurso Loco y Erizo (Información equivalente)</b> |                              |                              |
| Meses del año   | Mayo a Junio                 | Julio – Abril                |
| Frecuencia de salidas<br>(días/mes)                   | 15                           | 2                            |

| Variable   | Período de mayor desembarque | Período de menor desembarque |
|--|------------------------------|------------------------------|
| Nº embarcaciones en cada salida                        | 12                           | 12                           |
| <b>Corvina (provenientes de áreas de libre acceso)</b> |                              |                              |
| Meses del año  | Diciembre – Febrero          | Marzo – Noviembre            |
| Frecuencia de salidas (días/mes)                       | 8                            | 8                            |
| Nº embarcaciones en casa salida                        | 34                           | 34                           |
| <b>Reineta (provenientes de áreas de libre acceso)</b> |                              |                              |
| Meses del año  | Septiembre – Noviembre       | Diciembre – Marzo            |
| Frecuencia de salidas (días/mes)                       | 20                           | 20                           |
| Nº embarcaciones en casa salida                        | 34                           | 34                           |

Fuente: Elaboración propia en base a información de Sindicato de Trabajadores Independientes, Pescadores y Buzos Mariscadores de Queule; y A.G. Armadores de Emb. P. Art. De Queule.

---

#### **4.10 Comercialización Recursos Pesqueros**

En relación a los recursos extraídos desde AMERB durante el año 2013, a través de la “Ficha Caracterización Productiva Caleta Pesquera Queule”, se indicó que no hubo cosecha durante el año 2013.

De acuerdo a lo informado por el Presidente del Sindicato, la cadena productiva asociada a las AMERB es bastante limitada. Generalmente los productos son retirados en playa por el comprador (intermediario); con un porcentaje menor (0,2%) para entrega a restaurantes locales. El producto se vende fresco en cajas de madera y plástico.

Respecto a la pesca de Corvina y Reineta, la venta se realiza en playa a través de intermediarios, y venta directa, en la caleta. La venta a intermediario tiene destino en Temuco y exportaciones a Perú. Esto para ambos recursos.

La corvina se vende fresca eviscerada, por kilogramo, a un precio promedio de \$1.500. La reineta se vende fresca, entera por kilogramo, a un precio promedio de \$400.

#### **4.11 Proyecciones de Desembarque**

La posibilidad de alcanzar el valor de cuota anual de los recursos loco y erizo, representa una oportunidad de negocio para la caleta de pescadores de Queule, ya que hasta la fecha no registra desembarques.

Respecto a los recursos pescados corvina y reineta, se observa una tendencia a la estabilidad en los desembarques, una vez alcanzado su máximo, por lo que su proyección de crecimiento en el sector está vinculado al precio del recurso, al poder aproximarse al valor de venta FOB a través de un mayor valor agregado.

## A) Proyecciones Loco y Erizo

En relación al recurso Loco (Concholepas Concholepas) y Erizo (Loxechinus albus), respecto de la cosecha proveniente desde AMERB, se ha considerado la serie de datos de la cuota total acumulada asignada a cada sector vigente de las áreas de manejo, la cual se estima se alcanzará a partir de la cifra indicada en la encuesta para el año 2014, en un periodo de 5 años.

En este contexto se indica que el valor informado por SERNAPESCA hace mención a 5.375 kilogramos para el loco y de 6.680 kilogramos para el erizo. Bajo el supuesto de la información indicada por el Sindicato, se tomará para el año 2014 el valor total para el loco, y 3.000 kilogramos para el erizo, alcanzado la cifra de 6.680 en 5 años.

Por su parte, se observa una tendencia a la estabilidad en el precio del loco en torno a los \$2.700 por kilo (\$2.700.000 por ton). Para el erizo, por su parte, se observa una tendencia creciente hacia los \$350 por kilo (\$350.000 por tonelada) con una proyección de crecimiento de \$50 por kilo cada 5 años, dado el comportamiento observado en el precio del erizo. Se estima entonces un precio de \$400 por kilo en el horizonte de evaluación.

En la siguiente tabla se presenta un cuadro con el volumen proyecto desembarcado y su valor de acuerdo a las cifras antes señaladas.

**Tabla N°71. Valor y Volumen de Desembarque Proyectado Loco.**

| <i>Año</i> | <i>Volumen de Desembarque<br/>(t)</i> | <i>Precio (\$/t)</i> | <i>Valor Total (Volumen *<br/>Precio)</i> |
|------------|---------------------------------------|----------------------|---|
| 2014       | 5,4                                   | 2.700.000            | 14.580.000                                |
| 2015       | 5,4                                   | 2.700.000            | 14.580.000                                |
| 2016       | 5,4                                   | 2.700.000            | 14.580.000                                |

| <i>Año</i> | <i>Volumen de Desembarque<br/>(t)</i> | <i>Precio (\$/t)</i> | <i>Valor Total (Volumen *<br/>Precio)</i> |
|------------|---------------------------------------|----------------------|---|
| 2017       | 5,4                                   | 2.700.000            | 14.580.000                                |
| 2018       | 5,4                                   | 2.700.000            | 14.580.000                                |
| 2019       | 5,4                                   | 2.700.000            | 14.580.000                                |
| 2020       | 5,4                                   | 2.700.000            | 14.580.000                                |
| 2021       | 5,4                                   | 2.700.000            | 14.580.000                                |
| 2022       | 5,4                                   | 2.700.000            | 14.580.000                                |
| 2023       | 5,4                                   | 2.700.000            | 14.580.000                                |

Fuente: Elaboración Propia sobre datos de SERNAPESCA y Entrevistas a Pescadores.

**Tabla N°72. Valor y Volumen de Desembarque Proyectado Erizo.**

| <i>Año</i> | <i>Volumen de Desembarque<br/>(t)</i> | <i>Precio (\$/t)</i> | <i>Valor Total (Volumen *<br/>Precio)</i> |
|------------|---------------------------------------|----------------------|---|
| 2014       | 3                                     | 350.000              | 1.050.000                                 |
| 2015       | 3,74                                  | 350.000              | 1.309.000                                 |
| 2016       | 4,48                                  | 350.000              | 1.568.000                                 |
| 2017       | 5,22                                  | 350.000              | 1.827.000                                 |
| 2018       | 5,96                                  | 350.000              | 2.086.000                                 |

| Año  | Volumen de Desembarque<br>(t) | Precio (\$/t) | Valor Total (Volumen *<br>Precio) |
|------|-------------------------------|---------------|-----------------------------------|
| 2019 | 6,7                           | 400.000       | 2.680.000                         |
| 2020 | 6,7                           | 400.000       | 2.680.000                         |
| 2021 | 6,7                           | 400.000       | 2.680.000                         |
| 2022 | 6,7                           | 400.000       | 2.680.000                         |
| 2023 | 6,7                           | 400.000       | 2.680.000                         |

Fuente: Elaboración Propia sobre datos de SERNAPESCA y Entrevistas a Pescadores.

## B) Proyecciones Recurso Corvina y Reineta

En relación a los recursos Corvina (*Cilus gilberti*) y Reineta (*Brama australis*), se ha considerado la estabilidad en los desembarques anuales de la Corvina, y la tendencia a la estabilidad de la Reineta.

A su vez se ha proyectado el precio de la corvina estabilizado en torno a los \$2.000 por kilo (\$2.000.000 por tonelada) y de la reineta estable en los \$700 por kilo; que es un valor superior a los \$400 por kilo indicado por los pescadores en las encuestas realizadas, por lo que se supondrá un crecimiento hasta el año 10 constante para alcanzar los \$700 por kilo y luego estable en el tiempo.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Precios indicados en encuesta de caracterización de caletas pesqueras por el Presidente de la Asociación de Armadores de Queule.

**Tabla N°73. Valor y Volumen de Desembarque Proyectado Corvina.**

| <i>Año</i> | <i>Volumen de Desembarque<br/>(toneladas)</i> | <i>Precio (\$/tonelada)</i> | <i>Valor Total (Volumen *<br/>Precio)</i> |
|------------|---|-----------------------------|---|
| 2014       | 123   | 2.000.000                   | 246.000.000                               |
| 2015       | 123   | 2.000.000                   | 246.000.000                               |
| 2016       | 123   | 2.000.000                   | 246.000.000                               |
| 2017       | 123   | 2.000.000                   | 246.000.000                               |
| 2018       | 123   | 2.000.000                   | 246.000.000                               |
| 2019       | 123   | 2.000.000                   | 246.000.000                               |
| 2020       | 123   | 2.000.000                   | 246.000.000                               |
| 2021       | 123   | 2.000.000                   | 246.000.000                               |
| 2022       | 123   | 2.000.000                   | 246.000.000                               |
| 2023       | 123   | 2.000.000                   | 246.000.000                               |

Fuente: Elaboración Propia sobre datos de SERNAPESCA y Entrevistas a Pescadores.

**Tabla N°74. Valor y Volumen de Desembarque Proyectado Reineta.**

| <i>Año</i> | <i>Volumen de Desembarque<br/>(toneladas)</i> | <i>Precio (\$/tonelada)</i> | <i>Valor Total (Volumen *<br/>Precio)</i> |
|------------|---|-----------------------------|---|
| 2014       | 497   | 400.000                     | 198.800.000                               |
| 2015       | 497   | 430.000                     | 213.710.000                               |
| 2016       | 497   | 460.000                     | 228.620.000                               |
| 2017       | 497   | 490.000                     | 243.530.000                               |
| 2018       | 497   | 520.000                     | 258.440.000                               |
| 2019       | 497   | 550.000                     | 273.350.000                               |
| 2020       | 497   | 580.000                     | 288.260.000                               |

| Año  | Volumen de Desembarque<br>(toneladas) | Precio (\$/tonelada) | Valor Total (Volumen *<br>Precio) |
|------|---------------------------------------|----------------------|-----------------------------------|
| 2021 | 497                                   | 610.000              | 303.170.000                       |
| 2022 | 497                                   | 640.000              | 318.080.000                       |
| 2023 | 497                                   | 700.000              | 347.900.000                       |

Fuente: Elaboración Propia sobre datos de SERNAPESCA y Entrevistas a Pescadores.

### C) Supuestos

Dado que el análisis global realizado sobre tendencias está basado principalmente en datos acumulados provenientes de cuotas autorizadas y conversación con organizaciones de pescadores artesanales, es necesario enfatizar que estas estimaciones son factibles bajo los siguientes supuestos:

- Operación de cada uno de los sectores de AMERB vigentes con actividad extractiva de los recursos analizados, Loco y Erizo.
- Condiciones biológica-pesqueras constantes que no generen un impacto negativo significativo sobre la abundancia, biomasa y distribución de los recursos.
- Mantención de medidas de administración; para el recurso Loco y Erizo.
- Estabilidad en las condiciones de mercado de los recursos Corvina y Reineta, sin implicar medidas de administración adicionales.

---

## 4.12 Conclusiones

De acuerdo a los antecedentes previamente descritos respecto al análisis productivo del sector pesquero artesanal de Caleta Queule, se puede indicar lo siguiente:

- Existe un total de 521 pescadores inscritos en alguna categoría de pesca artesanal del Registro de Pesca Artesanal, principalmente pescadores artesanales, de los cuales hay 325 pescadores inscritos. El total de pescadores representa un 27,7% del total regional.
- Existen 4 organizaciones de pescadores asociados a la caleta pesquera.
- El mayor porcentaje de las embarcaciones registradas para la caleta pesquera son E2, entre 8 y 12 metros de eslora, con un 67,7%. Existen 34 embarcaciones activas.
- Los principales recursos extraídos en la caleta son peces: corvina y reineta; moluscos: loco; y equinodermos: Erizo.
- Existen 4 AMERB relativas a la caleta: Los Pinos, Los Pinos Playa de Queule, Queule y Queule Barra de Toltén; donde se extraen el loco y el erizo.
- La corvina se extrae todo el año, la reineta en el periodo de Septiembre y Marzo; y en el caso del loco y el erizo, existen dos temporadas: Alta entre Mayo y Junio; y baja entre Julio y Abril.
- La expectativa de ingreso de la caleta se encuentra en alcanzar los precios esperados de \$2.000 por kilo en la corvina; y de \$700 por kilo en la reineta; así como alcanzar las cuotas de captura del loco y el erizo.
- Con lo anterior se espera alcanzar un nivel de ingresos para la caleta de \$611.160.000 en el año 2023, horizonte de planeación de los beneficios estimados para la caleta; principalmente atribuidos a la extracción y venta de reineta.

## 5 RESULTADOS ACTIVIDADES DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA REALIZADAS DURANTE ETAPA N° 1

De acuerdo a lo establecido, se determinaron las siguientes actividades para desarrollar durante el estudio:

**Tabla N°75. Recopilación de antecedentes, Diagnósticos, Trabajo de Terrenos y Proceso de Datos.**

| Actividades a Desarrollar  | Información a Obtener/Entregar   |
|--|--|
| 1. Entrega de Plan de Participación Ciudadana con enfoque de género.     | Documento que exprese y detalle las actividades a desarrollar, los propósitos de cada actividad y resultados esperados. Se entregará antes de cumplir los 20 días de iniciado el estudio.  |
| 2. Identificación de Actores Relevantes                                  | Se construirá Nómina de actores involucrados y razón por la que se vinculan a la iniciativa de inversión.  |
| 3. Primera reunión con la comunidad con enfoque de género                | Se recopilarán inquietudes, preocupaciones y expectativas referentes al proyecto. Para ello, las observaciones recogidas deberán ser clasificadas según temas de interés, sexo, edad y movilidad reducida si existiera esa distinción en la comunidad participante.                      |
| 4. Identificación de proyectos complementarios en el área de influencia. | Se construirá un listado de iniciativas de inversión en el área de influencia del proyecto, que incidan tanto en forma positiva como negativa, complementarios, o que tienen relación con el proyecto a realizar.  |
| 5. Identificación de posibles Conflictos                                 | Se realizará un análisis de toda la información recopilada en la Actividad N°3. Tras ese análisis, se entregará dicha información sistematizada al IF, contando con un ranking de las necesidades, revelando las preferencias de la ciudadanía e identificando los posibles conflictos a |

|    | <b>Actividades a Desarrollar</b>                        | <b>Información a Obtener/Entregar</b>   |
|----|---|---|
|    |   | <p>raíz de la materialización del proyecto.</p>   |
|    |   | <p>Esta información será utilizada también por el equipo en el desarrollo de las alternativas de proyectos.</p>   |
| 6  | <p>Elaboración y entrega de un Mapa de Percepciones</p> | <p>Este reflejará de modo gráfico (con figuras y colores ilustrativos) las opiniones e inquietudes de los actores/as relevantes y el análisis de la información levantada, diferenciándolos a estos por sexo, e incluyendo una representatividad de personas con algún tipo de discapacidad, adultez mayor y jóvenes.</p>   |
| 6. | <p>Ranking de necesidades y Plano Síntesis</p>          | <p>Como resultado del trabajo realizado durante esta etapa se realizará un ranking de necesidades, de manera de resumir y agrupar la información obtenida, revelando las preferencias de la demanda el que se llevará a un plano síntesis que permita visualizar como se ubican estas respecto del área de estudio en su totalidad.</p>   |
| 7- | <p>Análisis de Participación Ciudadana en Gabinete</p>  | <p>Habiendo realizado la primera reunión con la comunidad, se considera necesario realizar el análisis de los resultados en gabinete, lo que permitirá sacar conclusiones respecto de la respuesta de la comunidad en torno al proyecto y al futuro desarrollo de las obras. Este análisis permitirá además ajustar el Plan de Participación Ciudadana de acuerdo a los resultados obtenidos y como estos se acercan o alejan del logro de los objetivos del estudio. De este análisis en gabinete, se obtendrá como producto láminas en que se observe de manera gráfica los resultados de la instancia participativa.</p> |

Fuente: Elaborado por QProject.

---

## 5.1 Entrega de Plan de Participación Ciudadana

De acuerdo a lo establecido en los Términos de Referencia, dentro de los primeros 20 días, se entregó a la Inspección Fiscal la propuesta de Plan de Participación Ciudadana a desarrollar durante el presente Estudio, el cual contenía las actividades a realizar y la metodología a utilizar en cada uno de los encuentros con la comunidad.

**En Anexo N°2 Plan de Participación Ciudadana, se adjunta el señalado documento.**

## 5.2 Identificación de Actores Relevantes

La sistematización de la información relativa a identificación de actores/as relevantes se realizó según lo establecido en los TDR, identificando para cada uno/a de ellos/as la organización a la cual pertenecen, el área de influencia y el grado de afectación con el proyecto.

Al respecto, se construyó la siguiente Nómina de actores/as involucrados/as y razón por la que se vinculan a la iniciativa de inversión.

**Tabla N°76. Catastro Actores Relevantes**

| <b>Nombre</b>     | <b>Organización</b>                                | <b>Descripción e interés (3)</b>  | <b>Área de Influencia (4)</b> | <b>Afectado Beneficiado (5)</b> |
|-------------------|--|---|-------------------------------|---------------------------------|
| Patricio Olivares | Sindicato de Pescadores Y Buzos Artesanales Queule | de Presidente del sindicato. Los resultados del estudio y las posibles mejoras a realizar en la desembocadura del Río Queule, van en directo beneficio de la actividad productiva que realizan los asociados de la organización que representa. | Local                         | Alto                            |

| Nombre                    | Organización  | Descripción e interés (3)  | Área de Influencia (4) | de Afectado Beneficiado (5) |
|---------------------------|---|--|------------------------|-----------------------------|
| Hernán Machuca            | Sindicato de Armadores Pelágicos Y Pescadores Artesanales De Queule "Siarpesca De Queule" | Presidente del sindicato. Los resultados del estudio y las posibles mejoras a realizar en la desembocadura del Río Queule, van en directo beneficio de la actividad productiva que realizan los asociados de la organización que representa. | Local                  | Alto                        |
| Manuel Garrido Maripangui | Sindicato de pescadores pelágicos y actividades conexas a la pesca artesanal              | Presidente del sindicato. Los resultados del estudio y las posibles mejoras a realizar en la desembocadura del Río Queule, van en directo beneficio de la actividad productiva que realizan los asociados de la organización que representa. | Local                  | Alto                        |
| Nolberto Bertran Darwin   | Sindicato Sarpec (Pelágicos sardinas)   | Presidente del sindicato. Los resultados del estudio y las posibles mejoras a realizar en la desembocadura del Río Queule, van en directo beneficio de la actividad productiva que realizan los asociados de la organización que representa. | Local                  | Alto                        |
| José Miranda              | Sindicato Armadores   | Presidente del sindicato. Los resultados del estudio y las posibles mejoras a realizar en la desembocadura del Río Queule, van en directo beneficio de la actividad productiva que realizan los asociados de la organización que representa. | Local                  | Alto                        |

| Nombre        | Organización  | Descripción e interés (3)  | Área de Influencia (4) | Afectado Beneficiado (5) |
|---------------|---|--|------------------------|--------------------------|
| Pedro Morales | Sindicato de los Pinos  | Presidente del sindicato, los resultados del estudio y las posibles mejoras a realizar en la desembocadura del Río Queule, van en directo beneficio de la actividad productiva que realizan los asociados de la organización que representa. | Local                  | Alto                     |
| Juan Chanquín | Sindicato de los Pinos  | Tesorero del sindicato, los resultados del estudio y las posibles mejoras a realizar en la desembocadura del Río Queule, van en directo beneficio de la actividad productiva que realizan los asociados de la organización que representa.   | Local                  | Alto                     |
| Eliana Soto   | Junta de Vecinos Queule                                       | Presidenta / Organización territorial, presente en el área de influencia del estudio.  | Local                  | Medio                    |
| Rafael García | Municipalidad de Toltén                                       | Alcalde comuna de Toltén/ Autoridad representativa de la Comunidad   | Comunal                | Medio                    |
| Marliz Bravo  | Municipalidad de Toltén/ Unidad de Desarrollo Económico Local | Profesional Unidad de Desarrollo Económico Local   | Comunal                | Medio                    |
| Gonzalo       | Municipalidad de  | Encargado de proyectos / Secretaría  | Comunal                | Medio                    |

| Nombre                      | Organización                            | Descripción e interés (3)   | Área de Influencia (4) | Afectado Beneficiado (5) |
|-----------------------------|---|---|------------------------|--------------------------|
| Espinoza Barrientos         | Toltén                                  | Comunal de Planificación  |                        |                          |
| Cristian Bordachar Moraga   | Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA) | Vínculo con actores relevantes de la comunidad - sector Pesca Artesanal   | Regional               | Medio                    |
| Mauricio Steffen Villanueva | SERNAPESCA Oficina Queule               | Vínculo con actores relevantes de la comunidad - sector Pesca Artesanal   | Comunal                | Medio                    |
| José López                  | Alcaldía de Mar                         | Alcalde de Mar/ Representante Capitanía de Puerto. Responsable de fiscalizar en su espacio jurisdiccional actividades específicas, de acuerdo con las facultades que les otorgan las leyes vigentes | Local                  | Medio                    |
| Marco Aranedá Santander     | DOP/ MOP                                | Responsabilidad estudio en el Ministerio de Obras Públicas  | Regional               | Bajo                     |
| Cristian Figueroa           | DOP/ MOP                                | Inspector Fiscal  | Regional               | Bajo                     |

Fuente: Elaborado por QProject.

- 
- (1) Identificación con nombre y apellido.
  - (2) Organización a la que representa o pertenece
  - (3) Características de cada actor/a relevante, en cuanto a su interés con respecto al proyecto.
  - (4) Zona de influencia que posee el/la actor/a con respecto al proyecto (local, comunal, Regional, nacional)
  - (5) Grado en el que el/la actor/a es afectado/a o beneficiado/a con el proyecto (alto, medio, bajo)

### 5.3 Primera Reunión con la Ciudadanía

A objeto de recoger las necesidades y requerimientos de los/as actores/as relevantes de la caleta Queule, en el marco del presente estudio, se realizó un taller participativo, el cual tuvo las siguientes características y desarrollo:

**Localidad:** Queule, comuna de Toltén

**Fecha de realización:** Viernes 11 de abril de 2014

**Lugar:** Sede Social de la Junta de Vecinos de Queule

**Hora:** 11:00 a 13:00 horas

**Total Participantes:** 14 personas

**Participantes:**

**Tabla N°77. Participantes Taller Participativo Etapa 1**

| N° | Nombre                      | Organización  | Cargo                               |
|----|-----------------------------|---|-------------------------------------|
| 1  | Patricio Olivares           | S.T.I. de Pescadores Y Buzos Artesanales<br>De Queule | Presidente                          |
| 2  | Nolberto Bertran Darwin     | Sindicato Sarpec (Pelágicos sardinas)                 | Presidente                          |
| 3  | José Miranda                | Sindicato Armadores                                   | Presidente                          |
| 4  | Eliana Soto                 | Junta de Vecinos Queule                               | Presidenta                          |
| 5  | Gonzalo Espinoza Barrientos | Municipalidad de Toltén                               | Secretaría Comunal de Planificación |
| 6  | Mauricio Steffen Villanueva | SERNAPESCA Oficina Queule                             | Encargado Oficina Queule            |
| 7  | José López                  | Alcaldía de Mar                                       | Alcalde de Mar                      |
| 8  | Pedro Morales               | Sindicato de los Pinos                                | Presidente                          |
| 9  | Carolina Contreras          | Qproject  | Encargada Participación Ciudadana   |
| 10 | Daniel Ulloa                | Qproject  | Profesional                         |
| 11 | Felipe Retamal              | DOP/ MOP  | Encargado Planificación             |
| 12 | Cristian Figueroa           | DOP/ MOP  | Inspector Fiscal                    |

---

|    |                |                     |   |
|----|----------------|---------------------|---|
| 13 | Juan Chanquín  | Sindicato Los Pinos | Tesorero  |
| 14 | Claudia Muller | DOP/ MOP            | Coordinadora Regional DOP – región<br>de la Araucan |

---

Fuente: Elaborado por Qproject

Al desagregar por sexo los/as actores/as participantes, se pudo verificar que participaron 2 mujeres (16,6%) y 10 hombres (83,3%). (Valores no consideran al equipo consultor)

Al respecto:

- Se registró una alta participación de organizaciones de pescadores y sus representantes.
- Se observó una baja participación femenina, determinado por que las organizaciones convocadas, principalmente los sindicatos de pescadores están representados por hombres y no por mujeres.

#### 5.4 Desarrollo de la actividad PAC

##### a) **Inscripción y recepción de asistentes:**

Registro de participantes en lista de asistencia: Todos/as los/as participantes del taller se registraron en el “registro de asistencia”, indicando sus nombres completos, teléfonos, organización, cargo, direcciones electrónicas. **(Ver anexo N°3 Registro Participantes).**

---

**b) Saludo de representantes Dirección de Obras Portuarias:**

Se contó con la presencia del equipo regional de la Dirección de Obras Portuarias representado por la Sra. Claudia Muller, Coordinadora Regional de Obras Portuarias de la región de la Araucanía, acompañada por el Inspector Fiscal del estudio Sr. Cristian Figueroa. El equipo de la DOP, abrió la jornada PAC, dando la bienvenida a los/as asistentes y explicando el contexto dentro del cual se entiende el Estudio.

**c) Presentación Estudio consultora Qproject:**

El gerente general de Qproject, Sr. Daniel Ulloa, presentó los antecedentes generales del Estudio, haciendo referencia a la definición del área de estudio, sectores a estudiar, tipología de análisis realizados a la fecha, posibles soluciones a problemas observados en la desembocadura, a partir de ejemplos de soluciones desarrolladas en otros territorios del país.

**Se adjunta Anexo Digital Presentación Participación Ciudadana Etapa 1.**

**Figura N°105 Presentación Sr. Daniel Ulloa consultora Qproject.**



Fuente: Registro Qproject

#### d) Taller Participativo:

Una vez realizadas la presentación sobre el alcance del estudio por parte del equipo de Qproject, se da paso al trabajo de taller, el cual tiene como objetivo central “*identificar los principales puntos de embancamiento y zonas con problemas para la navegación asociados a la desembocadura del Río Queule*”.

Para el desarrollo del taller, la encargada de Participación Ciudadana de Qproject, Sra. Carolina Contreras, explica en detalle las actividades y la metodología a utilizar, siendo esta la siguiente:

- **Presentación de mapa en el cual se localiza el área de estudio:** Se presenta la desembocadura del Río Queule, a través de una imagen de Google Earth, en la cual, junto al participante, se identifican puntos de referencia que facilitan la lectura de la imagen.

**Figura N°106 Desembocadura Río Queule, Toltén**



Fuente: Google Earth.

- **Identificación de problemas asociados a la desembocadura y track de navegación:** Se invita a los/as participantes del taller a identificar los principales puntos de embancamiento y otro tipo de problemas asociados a la navegabilidad en el estuario y desembocadura del Río Queule. Para ello se les solicita dibujar en la imagen de Google Earth los sectores con bancos de arena, track de navegación, diferenciando mareas altas y bajas, y período estival e invernal.

Cada participante, en base a su conocimiento, identifica y luego dibuja los sectores con problema, explicando también cual es la problemática, su origen y posibles soluciones. Todo lo señalado por los/as participantes es registrado por el equipo consultor.

**Figura N°107 Actores relevantes participando del taller.**



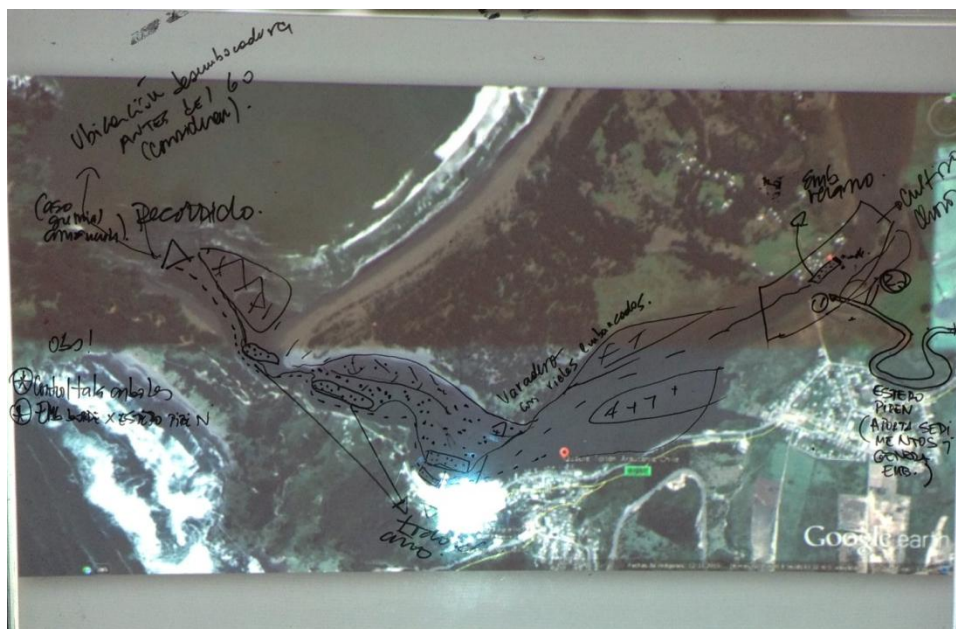


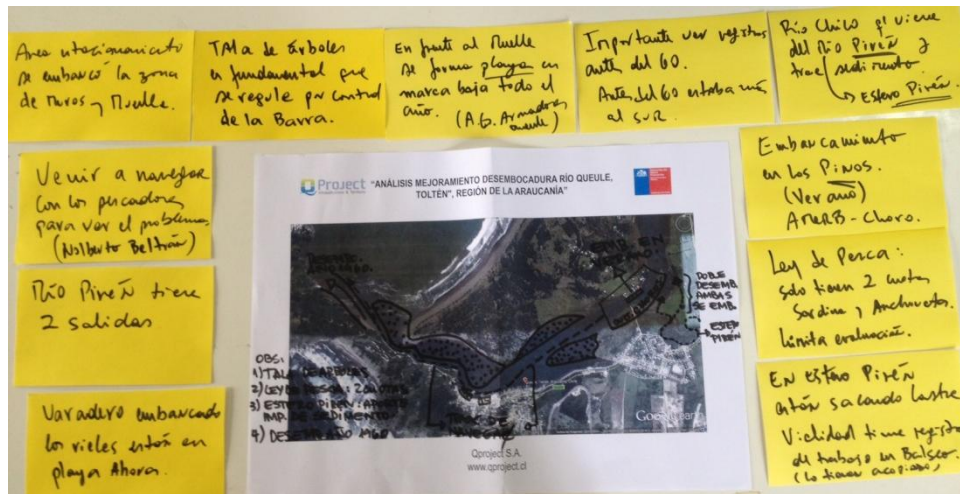
Fuente: Registro Qproject

## 5.5 Resultados

En la imagen a continuación se observa el resultado del trabajo realizado por los/as actores/as públicos y privados participantes del taller, en el cual se resume de buena forma el conocimiento que cada uno de ellos tiene del territorio en estudio.

Figura N°108 Resultado Taller Participativo





Fuente: Registro Qproject.

Las principales observaciones realizadas por los actores relevantes presentes en la actividad fueron las siguientes:

#### A. Embancamiento en el track de navegación:

El análisis se desarrolló desde la desembocadura del Estero Pirén y Caleta Los Pinos hacia el sector de desembocadura pasando por Caleta Queule.

En dicho track se identificaron las siguientes situaciones:

- Revisión de las zonas de Embancamiento en base a la experiencia de armadores y pescadores artesanales presentes en la actividad.
- Las principales áreas embancadas se sitúan por todo el frente de Caleta Queule, condicionando el acceso o egreso a la Caleta desde la desembocadura, restringiendo la operación a condiciones de marea media a alta. Ello genera costos en tiempos de operación y pérdida de competitividad para la carga.

- 
- Importancia del aporte de sedimentos que genera el Estero Pirén en sus afluentes hacia Río Queule, con consecuencias en Embancamiento en condición de marea baja.

**B. Otras consideraciones:**

- Es necesario buscar bibliografía con registros del río en forma previa al terremoto del año 1960 y los cambios que ha sufrido con el paso del tiempo
- El bosque de pinos de la ribera norte, permite proteger el avance de la barra, situación que debería ser estudiada al momento de determinar en los modelos numéricos los distintos que generan o aportar condiciones de Embancamiento o mejoras en la desembocadura.
- Las condiciones productivas y la proyección futura de Caleta Queule, se ve afectada por las condiciones de navegabilidad en la desembocadura, pero también por los efectos de la Ley de Pesca en cuanto a acceso a pesquerías, lo cual es necesario tener en cuenta en la evaluación social del proyecto.

En la siguiente figura se presenta una síntesis de las observaciones realizadas por los actores relevantes presentes en la primera actividad de Participación Ciudadana, descrito anteriormente:

Figura N°109 Plano síntesis situación actual desembocadura rio Queule



Fuente: Elaborado por Qproject en base a Google Earth.

## 5.6 Identificación de proyectos complementarios en el área de influencia.

Se identificaron programas de apoyo al sector pesquero artesanal y/o planes de infraestructura asociados a Queule, los cuales van en línea con el desarrollo del sector, ya sea por corresponder a instrumentos de fomento o de infraestructura que permitan aportar en sustentabilidad a la localidad objeto de estudio, y para los cuales los/as actores/ices relevantes de la pesca artesanal sean beneficiarios en forma directa o a través de iniciativas individuales a las cuales cada organización postule.

**Tabla N°78. Programas o iniciativas públicas complementarias.**

| Programa y/o iniciativa  | Marco presupuestario anual / Inversión (m\$) | Institución     |
|--|--|-----------------|
| Fondo fomento a la pesca artesanal   | 141.716 (2013)                               | Sernapesca      |
| Fondo de investigación pesquero  | 180.898 (2013)                               | Subpesca        |
| Fondo administración pesquero  | 56.572 (2013)                                | Subpesca        |
| Mejoramiento Ruta S – 790 Nueva Tolén - Limite Regional (Queule), BIP 20167424-0 | 14.049.295                                   | Vialidad – MOP  |
| Transferencia PEFP Diversificación Productiva Caleta Queule                      | 100.000 (2014)                               | FNDR – Sercotec |
| Mejoramiento Borde Costero Queule, BIP 30132531-0. Prefactibilidad               | 136.786 (2014 – 2015)                        | DOP – MOP       |

Fuente: Elaborado por Qproject, en base a información ARI, PROPIR, BIP y Plan MOP Infraestructura y Recursos Hídricos región de la Araucanía al 2021

## 5.7 Identificación de posibles Conflictos

- a) **Embankamiento:** La desembocadura del río Queule presenta varios sectores embancados los cuales dificultan la actividad de los pescadores artesanales presente en el sector. Son varios los puntos señalados con presencia de bancos de arena, los cuales, según palabras de los pescadores, creen que *“seguirán avanzando y terminarán con la actividad pesquera en el sector, si es que no se hace algo pronto”*

---

Los principales puntos que presentan problemas de embancamiento son:

- Ribera norte de la desembocadura del río, desde caleta Los Pinos hasta el encuentro con el mar, el cual restringe la navegación a períodos de marea alta y limita el track de navegación a un estrecho canalizo formado entre los bancos de arena y la ribera sur del río.
  - En el sector de Caleta Los Pinos, desemboca el Estero Piren, el cual aporta durante todo el año con sedimentos al río Queule, generando problemas de embancamiento entorno a la desembocadura del estero.
  - Área estacionamientos de la caleta Queule, se encuentra embancada la zona de muros y muelle. Además, frente al muelle, se forma playa en marea baja, durante todo el año
- b) Tala de árboles:** En la ribera norte de la desembocadura del río Queule, existe la presencia de vegetación arbórea, la cual genera condiciones naturales de protección del río. En los últimos años se ha observado una disminución de la vegetación debido a la tala de árboles realizada por particulares, lo que ha implicado un “*avance de la barra*”. Al respecto, los pescadores plantean su preocupación, solicitando que la autoridad regule tala y así el control natural del río.

En la figura a continuación se indica el sector con vegetación en el cual se realiza la tala de árboles:

**Figura N°110 Sector de vegetación en Ribera Norte del río Queule**



Fuente: Google Earth

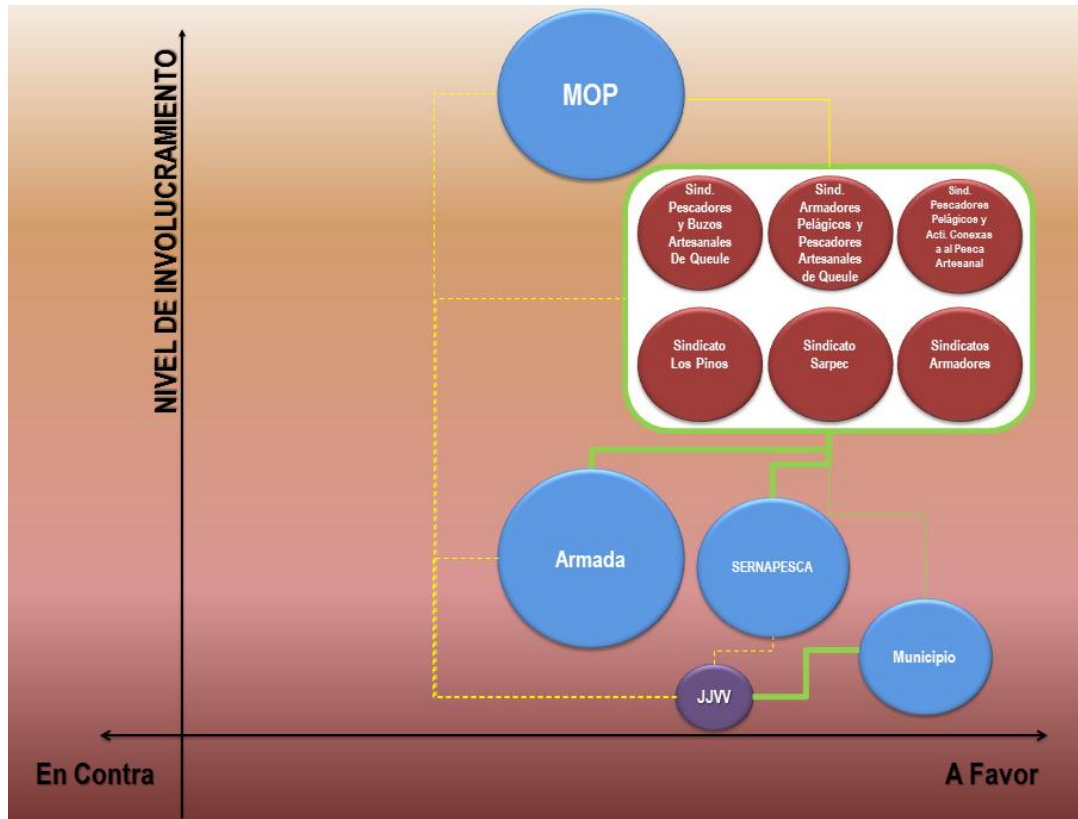
## 5.8 Mapa de Percepciones

Según lo observado en la actividad participativa y en las entrevistas realizadas a los/as actores/as locales, comunales y regionales, estos en su mayoría se encuentran a favor de la realización del estudio de “Análisis Mejoramiento Desembocadura Río Queule” y que de este surjan iniciativas de mejora para los problemas de embancamiento que presenta el río.

Quienes se observan con un mayor nivel de involucramiento con la iniciativa, son el Ministerio de Obras Públicas, quien mandata la realización del estudio y por supuesto también los 6 sindicatos de pescadores presentes en la Caleta, quienes son los beneficiarios directos del estudio.

Con un menor nivel de involucramiento, pero con una igual posición a favor se encuentra la Armada, Sernapesca y la Municipalidad de Toltén, los cuales se vinculan sectorialmente con la iniciativa, pero no tiene mayor injerencia en su desarrollo.

Figura N°111 Mapa de Percepciones actores Caleta Queule, comuna Toltén



Nivel de influencia



Muy Alta, responsable de las decisiones de carácter nacional.  
 Alta, influencia en las decisiones de carácter regional.  
 Media, influencia desde un punto de vista sectorial.  
 Baja, influencia en decisiones locales y sobre temáticas particulares.

Semáforo de relaciones

— Buena relación, de confianza y comunicación fluida.  
 — Relaciones regulares, con cierto grado de desconfianza.  
 — Malas relaciones y altos grados de desconfianza.

Intensidad de las Relaciones

— Permanente  
 — Ocasionalmente/ funcional  
 - - - - - Escasa/ casi inexistente

Fuente: Elaborado por Qproject.



Ministerio de Obras Públicas / Dirección de Obras  
Portuarias QProject S.A.



---

## ANEXO PLANO TOPO BATIMÉTRICO PRIMERA CAMPAÑA DE MEDICIONES