



INFORME AMBIENTAL DE LA ACUICULTURA

Período 2019 a 2020

SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA

Diciembre, 2021

TABLA DE CONTENIDOS

1.- INTRODUCCIÓN.....	1
2.- CARACTERÍSTICAS DE LA ACUICULTURA EN CHILE.....	2
3.- REGULACIONES AMBIENTALES DE LA ACUICULTURA EN CHILE.....	8
4.- METODOLOGÍA.....	11
5.- RESULTADOS DE LOS INFORMES AMBIENTALES.....	12
5.1.- Análisis de Informes Ambientales.....	13
5.2.- Análisis Descriptivo de las Variables Ambientales.....	24
5.2.1.- Materia Orgánica.....	24
5.2.2.- Potencial Redox.....	25
5.2.3.- pH.....	26
5.2.4.- Granulometría.....	27
5.2.5.- Oxígeno.....	28
6.- DISCUSIÓN.....	30
7.- CONCLUSIONES.....	33
ANEXO I.....	34
ANEXO II.....	42
ANEXO III.....	51

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Biomasa total en centros de cultivo para los años 2019 y 2020, por grupo de especies (Sernapesca, GIA/SIFA 2019-2020).....	2
Gráfico 2. Número de centros con operación para los años 2019 y 2020.....	3
Gráfico 3. Biomasa Total porcentual producida por región para los años 2019 y 2020 (en las barras se indica la región y el porcentaje de biomasa total, para todas las regiones).....	4
Gráfico 4. Número de INFAs evaluadas para los años 2019 y 2020.....	12
Gráfico 5. Número de INFAs Post Anaeróbicas realizadas para los años 2019 y 2020.....	13
Gráfico 6. Porcentaje de INFAs por año de estudio para cada región.....	14
Gráfico 7. Porcentaje de INFAs por grupo de especies por año.....	15
Gráfico 8. Porcentaje de INFAs con calificación aeróbica/anaeróbica por año.....	17
Gráfico 9. Porcentaje de INFAs anaeróbicas para cada región por año.....	18
Gráfico 10. Porcentaje de INFAs aeróbicas para cada región por año.....	18
Gráfico 11. Porcentaje de INFAs aeróbicas por categoría para los años 2019 y 2020.....	20
Gráfico 12. Porcentaje de INFAs anaeróbicas por categoría para los años 2019 y 2020.....	21
Gráfico 13. Porcentaje de INFAs Post Anaeróbicas con calificación aeróbica/anaeróbica por año.....	23
Gráfico 14. Porcentaje promedio de materia orgánica por año y por región.....	25
Gráfico 15. Potencial Redox promedio (mV) por región para cada año de estudio.....	26
Gráfico 16. pH promedio por región para cada año de estudio.....	27
Gráfico 17. Granulometría promedio, expresada como porcentaje de fango, por región y año de estudio.....	28
Gráfico 18. Concentración promedio de oxígeno disuelto en mg/L, a 1 metro del fondo por región y año.....	29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número de centros de cultivo con producción por año según región.....	3
Tabla 2. Biomasa total en toneladas por año según región.....	4
Tabla 3. Biomasa total producida (en toneladas) por año, según las principales especies producidas en los centros de cultivo de Chile.....	5
Tabla 4. Porcentaje de biomasa por año, según especies y grupo de especies (algas, moluscos, peces y otros)..	6
Tabla 5. Distribución de grupos de especies producidas por año según región.....	7
Tabla 6. Periodicidad de entrega de la INFA según tipo de cultivo.....	9
Tabla 7. Esquema genérico de los requisitos ambientales de cada categoría de centros de cultivo.....	10
Tabla 8. Total de INFAs realizadas por año según región.....	13
Tabla 9. Número de INFAs por año según grupo de especies autorizadas.....	14
Tabla 10. Número de INFAs por año según categoría.....	16
Tabla 11. Variables exigidas en la Información Ambiental y límites de aceptabilidad. (Fuente: Res. (SUBPESCA) N° 3612 de 2009).....	16
Tabla 12. Número de INFAs por año según calificación ambiental.....	16
Tabla 13. N° de INFAs por región dentro de cada calificación ambiental.....	17
Tabla 14. N° de INFAs según grupo de especies dentro de cada calificación ambiental (2019 y 2020).....	19
Tabla 15. Porcentaje de INFAs según grupo de especies (2019 y 2020).....	19
Tabla 16. Número de INFAs por categoría según año y calificación ambiental.....	20
Tabla 17. Total de INFAs Post Anaeróbicas realizadas por año según región.....	21
Tabla 18. Número de INFAs Post Anaeróbicas por año según grupo de especies autorizadas.....	22
Tabla 19. Número de INFAs Post Anaeróbicas por año según categoría.....	22
Tabla 20. Variables y límites de aceptabilidad exigidos para las INFAs Post Anaeróbicas.....	23
Tabla 21. Número de INFAs Post Anaeróbicas por año según calificación ambiental.....	23
Tabla 22. Número de Infas por región dentro de cada calificación ambiental.....	24

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Distribución espacial de biomasa en la Región de Atacama, promedio años 2019-2020.....	35
Mapa 2. Distribución espacial de biomasa en la Región de Coquimbo, promedio años 2019-2020.....	36
Mapa 3. Distribución espacial de biomasa en la Región de la Araucanía, promedio años 2019-2020.....	37
Mapa 4. Distribución espacial de biomasa en la Región de Los Ríos, promedio años 2019-2020.....	38
Mapa 5. Distribución espacial de biomasa en la Región de Los Lagos, promedio años 2019-2020.....	39
Mapa 6. Distribución espacial de biomasa en la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, promedio años 2019-2020.....	40
Mapa 7. Distribución espacial de biomasa en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, promedio años 2019-2020.....	41
Mapa 8. Condición ambiental en la Región de Los Ríos según los resultados de la INFA, año 2019.....	43
Mapa 9. Condición ambiental en la Región de Los Ríos según los resultados de la INFA, año 2020.....	44
Mapa 10. Condición ambiental en la Región de Los Lagos según los resultados de la INFA, año 2019.....	45
Mapa 11. Condición ambiental en la Región de Los Lagos según los resultados de la INFA, año 2020.....	46
Mapa 12. Condición ambiental en la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo según los resultados de la INFA, año 2019.....	47
Mapa 13. Condición ambiental en la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo según los resultados de la INFA, año 2020.....	48
Mapa 14. Condición ambiental en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena según los resultados de la INFA, año 2019.....	49
Mapa 15. Condición ambiental en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena según los resultados de la INFA, año 2020.....	50
Mapa 16. Distribución y concentración de materia orgánica en la Región de Los Ríos, promedio años 2019-2020.....	52
Mapa 17. Distribución y concentración de materia orgánica en la Región de Los Lagos, promedio años 2019-2020.....	53
Mapa 18. Distribución y concentración de materia orgánica en la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, promedio años 2019-2020.....	54
Mapa 19. Distribución y concentración de materia orgánica en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, promedio años 2019-2020.....	55
Mapa 20. Expresión del potencial de óxido reducción en la Región de Los Ríos, promedio años 2019-2020.....	56
Mapa 21. Expresión del potencial de óxido reducción en la Región de Los Lagos, promedio años 2019-2020.....	57
Mapa 22. Expresión del potencial de óxido reducción en la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, promedio años 2019-2020.....	58
Mapa 23. Expresión del potencial de óxido reducción en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, promedio años 2019-2020.....	59
Mapa 24. Expresión del pH en centros de cultivo de la Región de Los Ríos, promedio años 2019-2020.....	60
Mapa 25. Expresión del pH en centros de cultivo de la Región de Los Lagos, promedio años 2019-2020.....	61
Mapa 26. Expresión del pH en centros de cultivo de la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, promedio años 2019-2020.....	62
Mapa 27. Expresión del pH en centros de cultivo de la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, promedio años 2019-2020.....	63
Mapa 28. Porcentaje de fango en centros de cultivo de la Región Los Ríos, promedio años 2019-2020.....	64

Mapa 29. Porcentaje de fango en centros de cultivo de la Región Los Lagos, promedio años 2019-2020.....	65
Mapa 30. Porcentaje de fango en centros de cultivo de la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, promedio años 2019-2020.....	66
Mapa 31. Porcentaje de fango en centros de cultivo de la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, promedio años 2019-2020.....	67
Mapa 32. Concentración de oxígeno a un metro del fondo en la Región de Los Ríos, promedio años 2019-2020	68
Mapa 33. Concentración de oxígeno a un metro del fondo en la Región de Los Lagos, promedio años 2019-2020.....	69
Mapa 34. Concentración de oxígeno a un metro del fondo en la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, promedio años 2019-2020.....	70
Mapa 35. Concentración de oxígeno a un metro del fondo en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, promedio años 2019-2020.....	71

1.- INTRODUCCIÓN

Desde la Declaración de Estocolmo sobre el Medio Ambiente Humano en el año 1972, los países firmantes, incluido nuestro país, han avanzado en normativas y regulaciones que permitan desarrollar proyectos económicamente viables sin que esto signifique deterioro en las condiciones medio ambientales y la calidad de vida de los habitantes, tratando de alcanzar así la sustentabilidad de la industria.

En el caso de la acuicultura, esta sustentabilidad ha sido el principio que ha guiado los esfuerzos del país, así la Política Nacional de Acuicultura (PNA) establece como su objetivo general “Promover el máximo nivel posible de crecimiento económico de la acuicultura chilena en el tiempo, en un marco de sustentabilidad ambiental y equidad en el acceso a la actividad”.

En el marco de este principio, la Ley 18.892 General de Pesca y Acuicultura establece en sus artículos 74 y 78 que los centros de cultivo deberán mantener la limpieza y el equilibrio ecológico de la zona concedida y operar en niveles compatibles con las capacidades de los cuerpos de agua. De esta forma se establecen las bases para la dictación de D.S. (MINECOM) N° 320, de 2001, Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA) el cual viene a establecer las pautas para el desarrollo ambientalmente sustentable de esta actividad y dispone la obligatoriedad de realizar una Caracterización Preliminar del Sitio (CPS) para aquellos proyectos de acuicultura en sectores de agua y fondo que deban someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Por otra parte, los centros de cultivo en porción de agua y fondo durante su vida operativa deben realizar un seguimiento de las condiciones ambientales del centro en el período de máxima biomasa, incorporando, por lo tanto, el monitoreo de aquellas variables ambientales definidas para la categoría de cada centro de cultivo, de acuerdo con las especificaciones de la resolución acompañante del RAMA (Res. Ex, N° 3612, de 2009, de esta Subsecretaría).

Por otra parte, el artículo 20 del RAMA establece la obligatoriedad de dar a conocer en un informe bianual el estado ambiental de la acuicultura. Así, el presente informe se enmarca en el análisis sectorial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Subpesca) sobre el impacto que esta actividad tiene sobre el medio ambiente, cuál ha sido la normativa aplicada y qué resultados han generado estas medidas.

Este informe contiene la información ambiental recopilada entre los años 2019 y 2020, proporcionada por los titulares de los centros de cultivo y evaluada por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (Sernapesca), a través de los informes ambientales (INFAs).

Los resultados obtenidos corresponden al análisis de los informes ambientales a nivel país, representando la información a escala regional, por categorías, grupos de especies y evaluación ambiental, entre otros. Además, se incluyen mapas con la distribución espacial de los centros de cultivo e información relevante, para las zonas geográficas que presentaron información ambiental para este periodo, las que corresponden a las regiones de Los Ríos, Los Lagos, Aysén y Magallanes.

2.- CARACTERÍSTICAS DE LA ACUICULTURA EN CHILE

La acuicultura en nuestro país se ha consolidado durante las últimas décadas, de la mano de especies nativas e introducidas, tales como: salmones y trucha, en el caso de los peces; choritos, ostiones y abalones, en los moluscos; pelillo y en el último tiempo huiro en el caso de las macroalgas. Durante los últimos años, la producción acuícola nacional se ha mantenido relativamente constante, siendo los salmónidos y mitílidos las principales especies cultivadas en nuestro país, concentrándose los mayores volúmenes de producción en las regiones de Los Lagos y Magallanes y de la Antártica Chilena.

Para los propósitos del presente informe, se expresa la “biomasa total” de cada centro de cultivo, la que está definida como: la biomasa en existencia en el agua al mes 12 del año de análisis (al 31 de diciembre), más la biomasa de todas las salidas (cosechada, la biomasa como mortalidad informada) y la biomasa enviada a laboratorio (para análisis sanitario o de calidad), etc., es decir, toda la biomasa que estuvo físicamente en el centro durante un año calendario. Este concepto de “biomasa total”, es fundamental para la comprensión de este informe, ya que expresa de manera directa la carga productiva que fue mantenida en el ambiente de cada centro de cultivo entre los años 2019 a 2020.

La “biomasa total” para los años 2019 al 2020, alcanzó un valor superior a las 2.400.000 toneladas año (Gráfico 1).

Respecto al número de centros con biomasa, se observa un promedio de 2.023 para los 2 años de estudio (Gráfico 2), en estos se incluyen concesiones de acuicultura de mar y playa. En cuanto a la distribución por región, es de notar que la región de Los Lagos concentró el mayor número de centros, seguida por las regiones de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y Magallanes y de la Antártica Chilena (Tabla 1). Es relevante destacar el número de centros con biomasa en la región de La Araucanía, en el período de análisis, los que corresponde íntegramente a concesiones de moluscos, incluso por encima de regiones con más historia de actividad acuícola, como son las regiones de Atacama y Coquimbo.

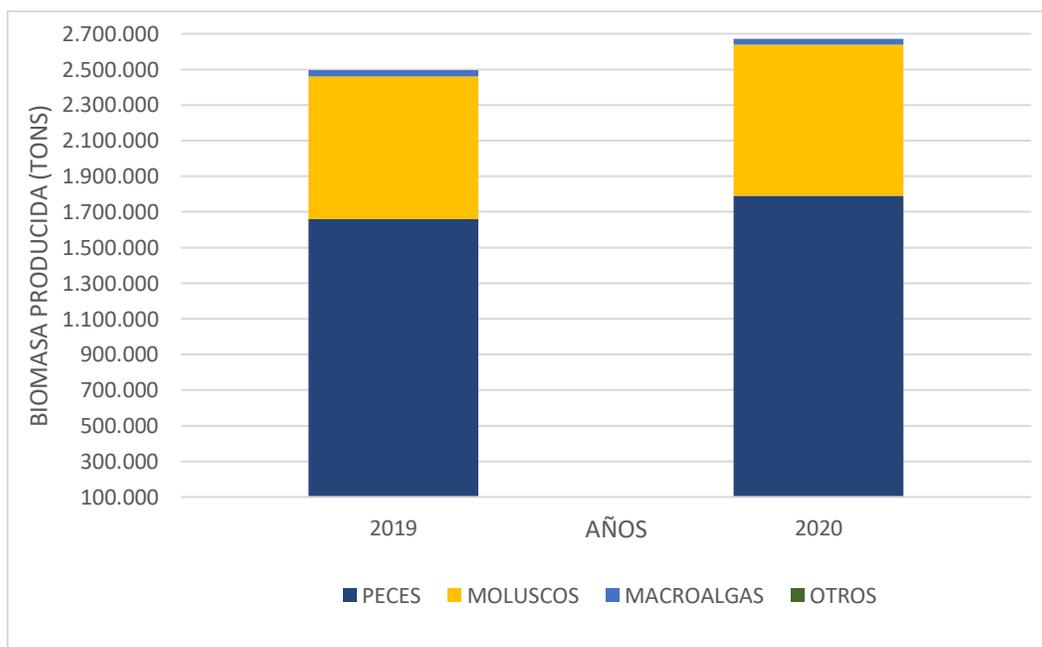


Gráfico 1. Biomasa total en centros de cultivo para los años 2019 y 2020, por grupo de especies (Sernapesca, GIA/SIFA 2019-2020).

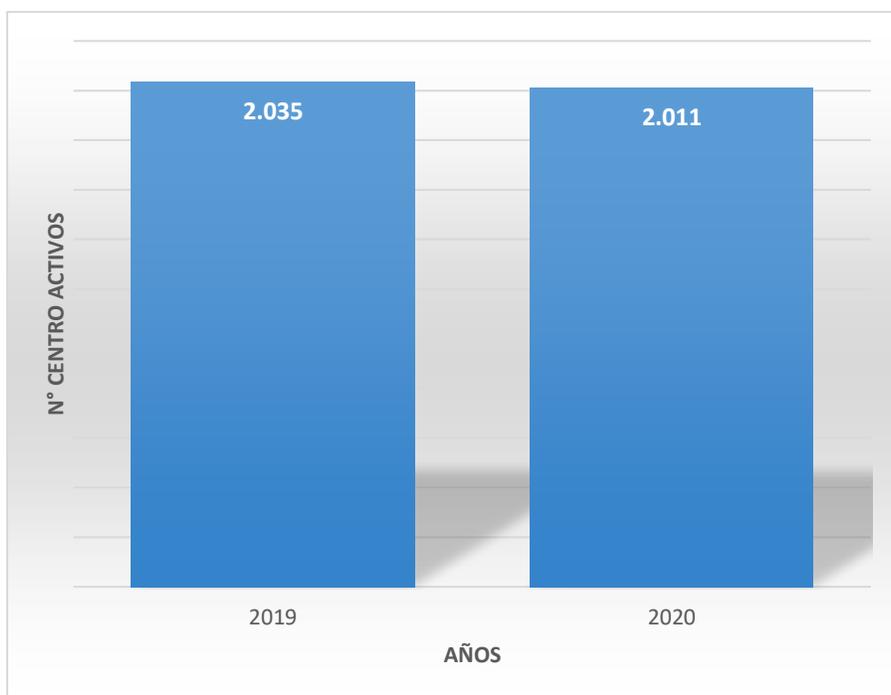


Gráfico 2. Número de centros con operación para los años 2019 y 2020.

Tabla 1. Número de centros de cultivo con operación por año según región.

Región	2019	2020
Tarapacá	4	4
Antofagasta	4	4
Atacama	39	34
Coquimbo	39	37
Valparaíso	3	2
Libertador General Bernardo O'Higgins	1	1
Bio Bío	5	4
La Araucanía	55	54
Los Ríos	18	18
Los Lagos	1.497	1.484
Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	300	297
Magallanes y de la Antártica Chilena	70	72
Total	2.035	2.011

En términos de distribución espacial, la biomasa total se concentró principalmente en la zona sur austral del territorio nacional, encontrando entre las regiones de Los Lagos a Magallanes y de la Antártica Chilena la mayor biomasa acuícola del país, con valores cercanos al 98% en ambos años (Gráfico 3). En el Anexo I (Mapas 1 al 7), se puede observar la distribución de biomasa total para las regiones más relevantes respecto de este parámetro (regiones de Atacama, Coquimbo, Araucanía, Los Ríos, Los Lagos, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y Magallanes y de la Antártica Chilena).

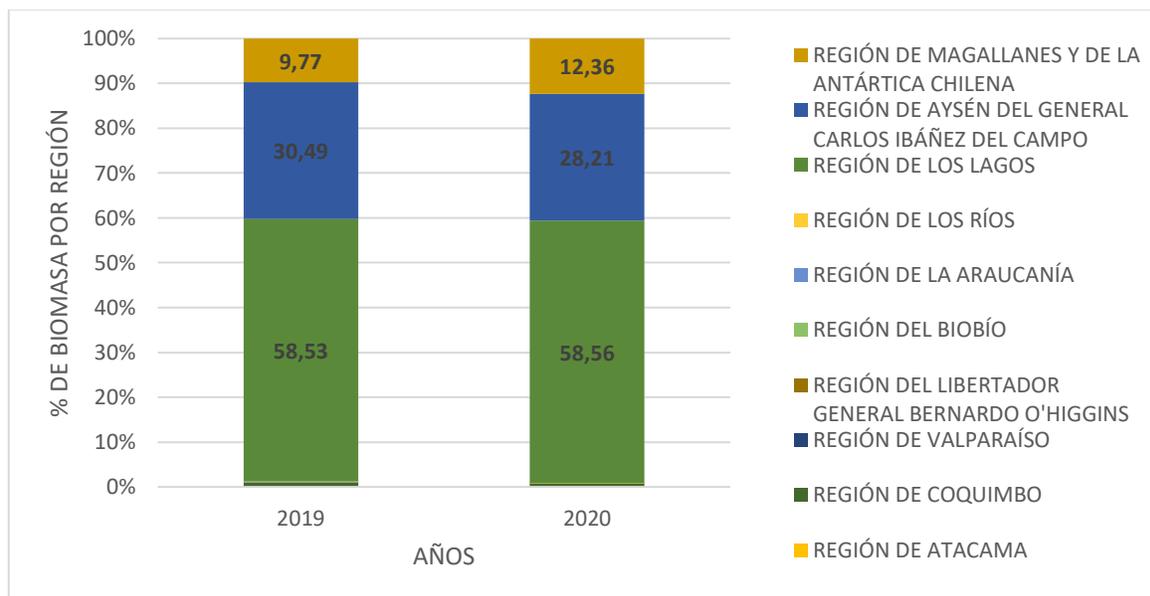


Gráfico 3. Biomasa total porcentual producida por región para los años 2019 y 2020 (en las barras se indica la región y el porcentaje de biomasa total, para todas las regiones).

La región que más biomasa total produjo en el periodo 2019–2020 es Los Lagos, abarcando el 58,55% a nivel nacional, seguida por la región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo con un 29,35% y Magallanes y de la Antártica Chilena con un 11,07%. En la zona norte del país, las regiones más importantes en cuanto a biomasa son las regiones de Coquimbo con un 0,68% y Atacama con un 0,10% (Tabla 2).

Tabla 2. Biomasa total en toneladas por año según región.

Región	2019	2020	% (2019-2020)
TARAPACA	1,63	2,13	0,00
ANTOFAGASTA	1.661,68	1.436,07	0,06
ATACAMA	2.824,06	2.279,04	0,10
COQUIMBO	20.208,46	14.479,89	0,68
VALPARAÍSO	21,12	24,84	0,00
LIBERTADOR GENERAL BERNARDO O'HIGGINS	4,75	4,16	0,00
BIOBÍO	54,94	193,91	0,00
ARAUCANÍA	1.271,38	1.092,05	0,05
LOS RÍOS	3.911,35	3.599,24	0,15
LOS LAGOS	1.460.507,28	1.564.596,12	58,55

AYSÉN DEL GENERAL CARLOS IBÁÑEZ DEL CAMPO	760.767,77	753.769,98	29,35
MAGALLANES Y DE LA ANTÁRTICA CHILENA	243.876,33	330.187,64	11,07
Total	2.495.111	2.671.665	100

Las regiones restantes aportaron menos del 0,25% a la biomasa total producida anualmente en el país. Esta diferencia se puede explicar por la diferencia en el número de centros que operan y las producciones máximas autorizadas.

La Tabla 3 presenta la biomasa total producida de las principales especies cultivadas y en la Tabla 4 sus respectivos porcentajes. En el caso de las algas, las especies que dan cuenta prácticamente del 100% de su biomasa total son el pelillo y el huiro, no obstante, también se registra el lucche y la luga negra en menor medida.

Para los moluscos, las principales especies producidas corresponden al grupo de los mitílidos, primordialmente el chorito, que, para ambos años, muestra las máximas biomásas producidas, incluso aumentando su valor respecto del período anterior (Tabla 3). En el caso de la biomasa del ostión del norte, se observa una disminución, con una biomasa producida de 0,74% para el año 2019 y 0,50% para el año 2020 (Tabla 4).

Finalmente, en el caso de los peces, las especies de salmón atlántico, plateado y trucha arcoíris abarcaron prácticamente el 100% de la biomasa total para el periodo 2019 - 2020 (Tabla 4).

Tabla 3. Biomasa total producida (en toneladas) por año, según las principales especies producidas en los centros de cultivo de Chile.

ESPECIES	2019	2020
MACROALGAS	35.198,67	31.525,48
CHICOREA DE MAR	0,02	0,01
HUIRO	4,52	4,52
LUCHE	0,01	0,01
LUGA NEGRA O CRESPA	5,00	
LUGA-ROJA		1,20
PELILLO	35.189,13	31.519,74
MOLUSCOS	800.268,03	849.988,39
ABALON ROJO	1.677,06	1.794,93
ALMEJA	0,31	0,07
CHOLGA	5.141,68	4.548,07
CHORITO	768.546,83	823.238,53
CHORO	5.122,80	5.622,83
HUEPO O NAVAJA DE MAR	0,01	
OSTION DEL NORTE	18.399,90	13.253,16
OSTRA CHILENA	1.008,82	1.079,16
OSTRA DEL PACIFICO	370,62	451,65
OTROS	0,03	0,03
ERIZO	0,03	0,03
PECES	1.659.644,03	1.790.151,17
CORVINA	0,47	0,54
SALMON DEL ATLANTICO	1.227.459,57	1.375.743,70

SALMON PLATEADO O COHO	287.852,36	284.340,28
TRUCHA ARCOIRIS	144.331,63	130.066,64
Total	2.495.110,75	2.671.665,07

En términos del porcentaje de los grupos que representaron el 99,9% de la biomasa total en Chile, se observa que estos son en orden decreciente, peces, moluscos y macroalgas (Tabla 4).

Tabla 4. Porcentaje de biomasa por año, según especies y grupo de especies (algas, moluscos, peces y otros).

ESPECIES	2019	2020
MACROALGAS	1,41	1,18
CHICOREA DE MAR	0,00	0,00
HUIRO	0,00	0,00
LUCHE	0,00	0,00
LUGA NEGRA O CRESPA	0,00	0,00
LUGA-ROJA	0,00	0,00
PELILLO	1,41	1,18
MOLUSCOS	32,07	31,81
ABALON ROJO	0,07	0,07
ALMEJA	0,00	0,00
CHOLGA	0,21	0,17
CHORITO	30,80	30,81
CHORO	0,21	0,21
HUEPO O NAVAJA DE MAR	0,00	0,00
OSTION DEL NORTE	0,74	0,50
OSTRA CHILENA	0,04	0,04
OSTRA DEL PACIFICO	0,01	0,02
OTROS	0,00	0,00
ERIZO	0,00	0,00
PECES	66,52	67,01
CORVINA	0,00	0,00
SALMON DEL ATLANTICO	49,19	51,49
SALMON PLATEADO O COHO	11,54	10,64
TRUCHA ARCOIRIS	5,78	4,87
Total	100,00	100,00

Respecto de la biomasa total producida y su distribución por región, se observa que en la zona norte del país predominan los moluscos y algas, sin embargo, a medida que nos desplazamos al sur del país podemos observar que este panorama cambia, apareciendo los peces (salmónidos) como grupo de especial relevancia. De esta forma, la región de Los Ríos puede considerarse como una región de transición, ya que durante los años 2019 y 2020 las biomásas de peces superaron al de otras especies. Respecto de la región de Los Lagos, se observa que los moluscos (principalmente chorito) son el grupo predominante en biomasa para los años de análisis, superando la biomasa total producida de peces (salmónidos). Una situación diferente se observa en la región de Aysén del General

Carlos Ibáñez del Campo, donde adicional a la biomasa de salmónidos, aparecen en este período de evaluación los moluscos y en menor medida las macroalgas. En la región de Magallanes y de la Antártica Chilena aparecen nuevamente los moluscos, aunque la región produce principalmente peces (salmónidos) (Tabla 5).

Tabla 5. Distribución de grupos de especies producidas por año según región.

REGIÓN	Grupo Especie	2019	2020
TARAPACA	MACROALGAS	0,02	0,01
	MOLUSCOS	1,61	2,12
ANTOFAGASTA	MACROALGAS	1.398,94	1.079,69
	MOLUSCOS	262,74	356,38
ATACAMA	MACROALGAS	1.805,12	1.646,17
	MOLUSCOS	1.018,47	632,32
	PECES	0,47	0,54
COQUIMBO	MACROALGAS	2.882,00	2.063,75
	MOLUSCOS	17.326,43	12.416,10
	OTROS	0,03	0,03
VALPARAÍSO	MACROALGAS	15,80	15,88
	MOLUSCOS	5,32	8,96
LIBERTADOR GENERAL BERNARDO O'HIGGINS	MOLUSCOS	4,75	4,16
BIOBÍO	MACROALGAS	28,01	80,00
	MOLUSCOS	26,94	113,91
ARAUCANÍA	MOLUSCOS	1.271,38	1.092,05
LOS RÍOS	MACROALGAS	172,88	200,38
	MOLUSCOS	365,17	429,24
	PECES	3.373,30	2.969,62
LOS LAGOS	MACROALGAS	28.895,91	26.438,40
	MOLUSCOS	779.601,94	834.617,10
	PECES	652.009,44	703.540,62
AYSÉN DEL GENERAL CARLOS IBÁÑEZ DEL CAMPO	MACROALGAS		1,20
	MOLUSCOS	31,00	15,85
	PECES	760.736,77	753.752,93
MAGALLANES Y DE LA ANTÁRTICA CHILENA	MOLUSCOS	352,28	300,20
	PECES	243.524,06	329.887,45
Total		2.495.110,75	2.671.665,07

3.- REGULACIONES AMBIENTALES DE LA ACUICULTURA EN CHILE

Desde el ámbito sectorial, la Ley 18.892 General de Pesca y Acuicultura, establece en su artículo 74 que: "La mantención de la limpieza y del equilibrio ecológico de la zona concedida, cuya alteración tenga como causa la actividad acuícola será de responsabilidad del concesionario, de conformidad con los reglamentos que se dicten."

Por otra parte, en su artículo 87 establece que "Por uno o más decretos supremos expedidos por intermedio del Ministerio, previo informe técnico debidamente fundamentados de la Subsecretaría y previa consulta a la Comisión Nacional de Acuicultura y al Consejo Zonal de Pesca que corresponda, se deberán reglamentar las medidas de protección del medio ambiente para que los establecimientos que exploten concesiones o autorizaciones de acuicultura operen en niveles compatibles con las capacidades de carga los cuerpos de agua lacustres, fluviales y marítimos, que asegure la vida acuática y la prevención del surgimiento de condiciones anaeróbicas en las áreas de impacto de la acuicultura."

El año 2001, se promulgó el D.S. (MINECON) N° 320, de 2001, Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA), que viene a uniformar y establecer los requerimientos ambientales específicos para realizar actividades de acuicultura en nuestro país. Este reglamento apunta al tema de fondo, que es la definición de los niveles mínimos de aceptabilidad mediante la evaluación de la calidad de los fondos marinos, a través del nivel de oxigenación de los sedimentos y columna de agua.

A lo largo del tiempo, durante el cual ha sido aplicado el reglamento, este ha sufrido diversas modificaciones tendientes a adecuarlo a nuevos requerimientos, metodologías en consideración a la evolución del conocimiento y de los diversos tipos de centros de cultivo existentes en el país. Todo ello ha permitido unificar criterios generales y específicos, tanto de la operación de los centros de cultivo, como de la evaluación de la condición ambiental de los fondos marinos y/o columna de agua del área utilizada.

Dentro de las criterios generales de operación definidos por el reglamento y, que todo centro de cultivo debe cumplir, se encuentra la obligación de mantener la limpieza en el área del centro de cultivo y zonas aledañas, el correcto acopio, traslado y disposición final de los desechos generados, mantención de una distancia mínima de las artes de cultivo respecto del fondo marino, poseer y aplicar planes de acción ante contingencias (PAAC) en cada centro de cultivo (PAAC individual) y por agrupación de centros de cultivo (PAAC grupal), establecer acciones a seguir en caso de Pre-Alerta y Alerta acuícola, cumplir con las especificaciones respecto a la limpieza de artes de cultivo y, se instaura la prohibición de utilizar como elementos de flotación, aquellos que desprendan materiales que los componen, entre otros. Se establece la exigencia de realizar y elaborar instrumentos de evaluación ambiental (CPS e INFA), los criterios de análisis y evaluación del sector de operación de cada centro de cultivo y las medidas a implementar según los resultados de estos.

El reglamento también incluye algunos lineamientos específicos, como las distancias mínimas que deben mantener los centros de cultivo respecto de otros. Se establece la exigencia de contar con equipamiento de capacidad mínima definida para el tratamiento de la mortalidad en centros de cultivo de salmones, y se fijan restricciones para solicitudes de ampliaciones de producción de centros de cultivo de salmones.

En el reglamento vigente se establece que los proyectos de acuicultura (concesiones de acuicultura), deben presentar una evaluación ambiental del sector donde se proyecta operar, mediante la elaboración de una Caracterización Preliminar de Sitio (CPS) y, que una vez que el centro de cultivo se encuentre en operación, se debe realizar un seguimiento de la condición ambiental del área de operación mediante la elaboración de un Informe Ambiental (INFA). La oportunidad en la que se debe realizar la INFA depende del tipo o etapa de cultivo que se esté desarrollando (Tabla 6).

Tabla 6. Periodicidad de entrega de la INFA según tipo de cultivo.

Tipo centro de cultivo	Periodicidad realización INFA	Fecha de muestreo
Extensivos	Cada dos años (*)	Dentro del segundo año, hasta dos meses antes de su término.
Intensivos: (que se alimentan exclusiva y permanentemente de macroalgas)	Cada dos años	Dentro del segundo año, hasta dos meses antes de su término.
Intensivo: Engorda de peces	Por ciclo productivo	Dos meses antes de iniciarse la cosecha
Intensivo: Esmoltificación	Año calendario	Dos meses antes de la última cosecha del año calendario
Intensivo: Reproductores de peces	Año calendario	En el último trimestre del año calendario

(*) Existen condiciones excepcionales a esta definición, ver en Resolución Subpesca N° 3612/2009.

Tanto los resultados de la Caracterización Preliminar de Sitio (CPS) como de los Informes Ambientales (INFA), son determinantes al momento de permitir que un nuevo proyecto de acuicultura o un centro comience su operación, ya que el reglamento condiciona, por un lado, el ingreso de ejemplares a los centros de cultivo y por otro, el inicio de operaciones en centros nuevos. Es así que si los resultados de CPS o INFA acreditan que el área de sedimentación o la columna de agua se encuentran en niveles compatibles con la capacidad del cuerpo de agua (condición aeróbica) el centro puede operar. En el caso de que los resultados de la CPS muestren una condición anaeróbica, la concesión no será otorgada. En el caso que las INFA's den como resultado una condición anaeróbica, se prohíbe el ingreso de ejemplares para el ciclo productivo siguiente, hasta que, mediante la elaboración de otra INFA, se acredite que se ha retornado a la condición aeróbica.

En términos de nueva normativa ambiental en el período, mediante Decreto Supremo (MINECON) N° 125, de 2019, se realizó una modificación al RAMA, en la que se incorpora para todos los centros de cultivo de salmónidos la exigencia de contar con una red o un método/técnica que permita evitar o minimizar las interacciones de los mamíferos marinos; se amplía el alcance de los planes de acción ante contingencias referidos a mamíferos marinos y se gestiona la generación de un registro oficial de estas incidencias con mamíferos marinos para su posterior evaluación.

Por otra parte, mediante Resolución Exenta N° 3612/2009, la Subpesca estableció las metodologías para elaborar la Caracterización Preliminar de Sitio (CPS) y la información ambiental (INFA). Esta resolución ha sufrido diversas modificaciones tales como: (Res. N° 905/2020; Res. N° 1067/2021 y Res. N° 1933/2021), las que han tenido como objetivo adecuar y perfeccionar las metodologías de muestreo allí establecidas y mediante las cuales, en términos generales, se clasifican los centros de cultivo en diversas categorías, considerando las características oceanográficas y de fondo que estuvieren presentes en el área del centro de cultivo, así como la producción autorizada en cada caso y tipo de sistema productivo. Una vez establecida la categoría del centro de cultivo, se deben aplicar diversos muestreos y análisis que permitan la determinación de la condición ambiental del centro de cultivo (Tabla 7).

Tabla 7. Esquema genérico de los requisitos ambientales de evaluación, para cada categoría de centros de cultivo.

INFA	Categoría						
Parámetros	1	2	3	4	5	6	7
Plano batimétrico, ubicación de módulos, estación de muestreo y referencia.	X	X	X	X	X	X	X
Correntometría (*)			X	X	X	X	X
Granulometría		X	X			X	X
Materia Orgánica en sedimentos	X	X	X			X	X
Macrofauna bentónica		X	X			X	X
pH, Potencial Redox y T° en sedimentos)			X			X	X
Perfil Oxígeno disuelto	X		X	X	X	X	X
T° y Salinidad en columna de agua	x		x	x	x	x	x
Sulfuro (aun sin implementar)			x				
Registro Visual				x			

(*) Se presentan sólo en la CPS.

4.- METODOLOGÍA

La información base del presente informe fue proporcionada por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA).

Cabe mencionar que debido a un cambio normativo en la Ley (Artículo 122 bis, Ley N° 20.434, modifica la LGPA en materia de acuicultura), a partir del 08 de abril de 2011, Sernapesca se hace cargo de la realización de las INFAs para los centros de cultivo de salmónidos, dejando de recaer esta obligación en los titulares de los centros. Para el resto de los centros de cultivo, el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura ha ido paulatinamente realizando las INFAs, por lo que en el período evaluado algunas INFAs fueron realizadas por encargo de sus titulares. El detalle de qué concesiones deben presentar INFA y qué variables incluye esta, depende, entre otros, de la categoría del centro, la especie cultivada y su producción máxima.

La información utilizada corresponde al resumen de cada INFA de los años 2019 y 2020, sistematizándose en el número de INFAs realizadas por región y por año, calificación ambiental (aeróbica/anaeróbica) por categoría de centro y por grupo de especies.

La información de las variables ambientales de materia orgánica, potencial redox, pH, granulometría y oxígeno disuelto, fue analizada y estandarizada para presentar los resultados. Para materia orgánica, pH y potencial redox se promediaron las réplicas de cada estación y estas a su vez se promediaron para obtener el promedio de cada centro de cultivo. Si el centro tenía más de una INFA en el año, la información se promedió para obtener un dato anual. Finalmente, se promediaron todos los centros por región y año. Para la granulometría, se realizó el mismo procedimiento anterior, pero solo para la fracción del fango, debido a que tiene mayor probabilidad de presentar condiciones de anaerobia comparado con sedimentos más gruesos. Para el perfil de oxígeno disuelto se tomó el valor que está a un metro del fondo, y se promedió con los valores de las demás estaciones del centro, para finalmente obtener un promedio anual por centro y por región.

Con objeto de realizar un análisis integrado de la información generada entre los años 2019 y 2020, se generaron mapas para las regiones más importantes desde el punto de vista de la biomasa total, esto incluye las regiones de Atacama, Coquimbo, Araucanía, Los Ríos, Los Lagos, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y Magallanes y de la Antártica Chilena (Anexo I). En el caso de la condición ambiental de la INFA (aeróbica/anaeróbica), se incluyen mapas anuales en el Anexo II, para las regiones de Los Ríos, Los Lagos, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y Magallanes y de la Antártica Chilena. Finalmente, las variables de las INFAs, porcentaje de materia orgánica, pH, potencial redox, granulometría y oxígeno disuelto, se presentan para las regiones de Los Ríos, Los Lagos, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y Magallanes y de la Antártica Chilena, en los mapas del Anexo III, los cuales permiten observar dentro de la región las áreas que, durante la presente evaluación, tienen valores más cercanos o lejanos a los límites de aceptabilidad de las variables ambientales.

Para la realización de los mapas se ocupó el software ARCGis versión 10.7. Cada centro de cultivo fue marcado con un punto de color negro, dibujando a su alrededor un halo imaginario que varía de color según el intervalo de clase en el cual está el valor de cada variable. Así, tanto la representación gráfica como el tamaño del punto en el mapa no tienen relación con la superficie real de cada centro, por el contrario, se encuentra amplificado con el único fin de hacer visible en el mapa la ubicación de la concesión, dado que de otra manera sería imposible ubicarlos, debido a la escala regional.

5.- RESULTADOS DE LOS INFORMES AMBIENTALES

Para el período de análisis año 2019 al 2020, se revisaron un total de 612 INFAs. En este caso, se observa una disminución del número de INFAs realizadas de un año a otro, lo que muestra un cambio en lo observado en el anterior informe bienal. (Gráfico 4).

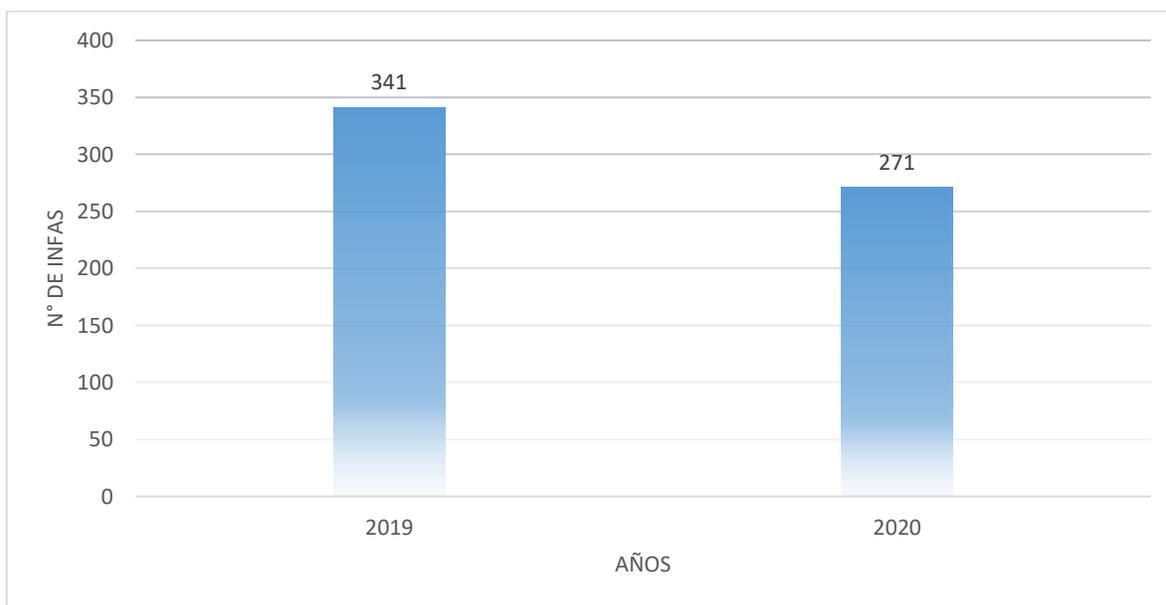


Gráfico 4. Número de INFAs evaluadas para los años 2019 y 2020.

Por otra parte, en el período de análisis año 2019 al 2020, se revisaron un total de 130 INFAs Post anaerobia, INFA que debe ser realizada obligatoriamente por todos los centros con posterioridad a la obtención una INFA anaeróbica y cuyo objetivo es determinar si el centro recuperó o no su condición aeróbica.

En la información presentada se observa un mayor número de INFA's Post anaeróbicas elaboradas durante el 2020.

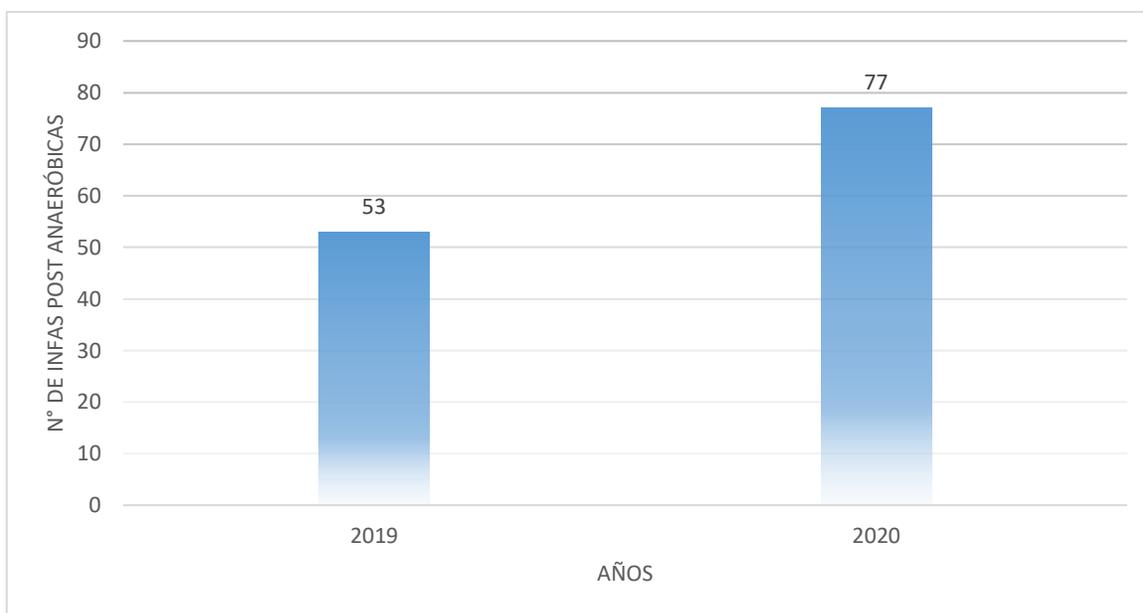


Gráfico 5. Número de INFAs Post Anaeróbicas realizadas para los años 2019 y 2020.

5.1.- Análisis de Informes Ambientales

En la Tabla 8 se puede observar que en el período analizado sólo se presentaron INFAs en las regiones de Los Ríos, Los Lagos, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y Magallanes y de la Antártica Chilena.

Respecto a la distribución por región, se observa que Los Lagos y Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo son las regiones que acumularon el mayor número de INFAs en el periodo.

Tabla 8. Total de INFAs realizadas por año según región.

REGIÓN	2019	2020	Total
LOS RÍOS	6	5	11
LOS LAGOS	162	110	272
AYSÉN DEL GENERAL CARLOS IBÁÑEZ DEL CAMPO	141	137	278
MAGALLANES Y DE LA ANTÁRTICA CHILENA	32	19	51
Total general	341	271	612

De la tabla anterior, se puede apreciar una disminución en el número de INFAs al comparar el año 2020 respecto del año anterior. Esta disminución está explicada principalmente por las regiones de Los Lagos y Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo.

Se observa que el 88% de las INFAs que fueron realizadas durante este periodo corresponden a centros de cultivo ubicados en las regiones de Los Lagos y Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo (Gráfico 6).

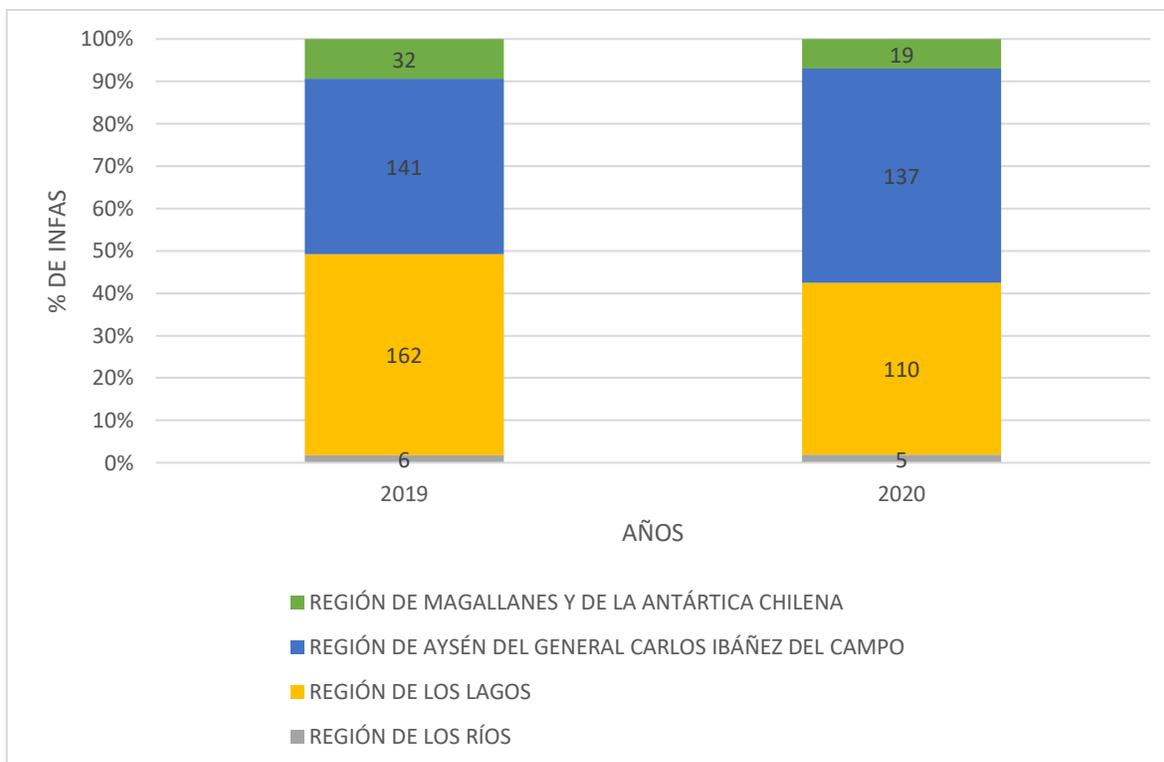


Gráfico 6. Porcentaje de INFAs por año de estudio para cada región.

Respecto a los grupos de especies, los peces y moluscos destacaron en las INFAs realizadas para los años analizados. Sin embargo, también es posible destacar los informes provenientes de concesiones autorizadas para distintos tipos de especies (mixtos) (Tabla 9 y Gráfico 7).

Tabla 9. Número de INFAs por año según grupo de especies autorizadas.

Grupo de Especies	2019	2020	Total
MOLUSCOS	7	6	13
PECES	322	257	579
MIXTOS ALGAS, MOLUSCOS		1	1
MIXTOS ALGAS, PECES	1	1	2
MIXTOS MOLUSCOS, PECES	11	6	17
Total general	341	271	612

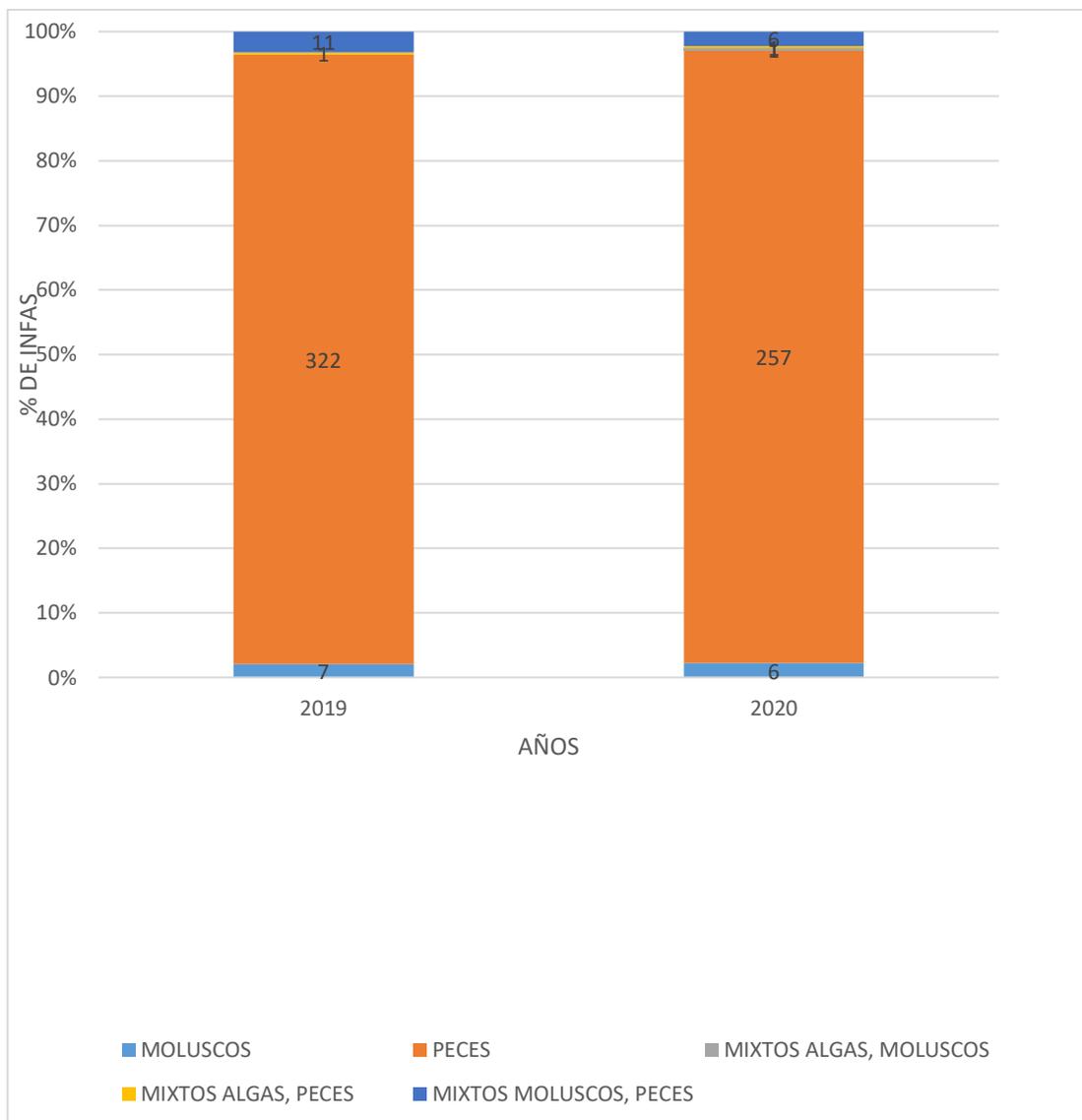


Gráfico 7. Porcentaje de INFAs por grupo de especies por año.

Las INFAs del período se dividieron en sus respectivas categorías individuales o mixtas (más de una para un centro). Así, respecto al número de INFAs por categoría, se observó que en las categorías individuales con mayor número de INFAs realizadas por año son, en orden descendente, la 5, 3, y 4 y para centros de cultivo con más de una categoría predomina 4-5 y 3-5. Estas categorías son responsables del 94,3% de las INFAs realizadas en el período de estudio, destacando además que estas categorías corresponden a la mayoría de los centros de cultivo que deben presentar INFA (Tabla 10).

Tabla 10. Número de INFAs por año según categoría.

Categorías	2019	2020	Total
Categoría 1	3		3
Categoría 2	1	6	7
Categoría 3	83	72	155
Categoría 3 y 4	1	6	7
Categoría 3 y 5	33	22	55
Categoría 4	23	32	55
Categoría 4 y 5	48	31	79
Categoría 5	140	93	233
Categoría 6	4	6	10
Categoría 7	5	3	8
Total general	341	271	612

Respecto al resultado de las INFAs, estas pueden presentar una condición aeróbica o anaeróbica, dependiendo del valor que arrojaron las variables ambientales para calificar cada centro. Cuando los valores exceden el límite de aceptabilidad estamos en presencia de un centro con condición anaeróbica (Tabla 11).

Tabla 11. Variables exigidas en la Información Ambiental y límites de aceptabilidad. (Fuente: Res. (SUBPESCA) N° 3612 de 2009).

Variable	Límite aceptabilidad
Materia Orgánica	≤ 9%
pH	≥ 7,1
Eh (Redox)	≥ 50 mV
Oxígeno disuelto (1 m fondo)	≥ 2,5 mg/L
Registro visual	Ausencia de cubiertas de microorganismos visibles y/o burbujas de gas

Para el periodo de estudio se observa que el número de INFAs con calificación aeróbica es mayor a las que resultaron anaeróbicas (78,30 % y 77,12% para el 2019 y 2020, respectivamente) (Tabla 12 y Gráfico 8).

Tabla 12. Número de INFAs por año según calificación ambiental.

Calificación	2019	2020	Total
Aeróbica	267	209	476
Anaeróbica	74	62	136
Total general	341	271	612

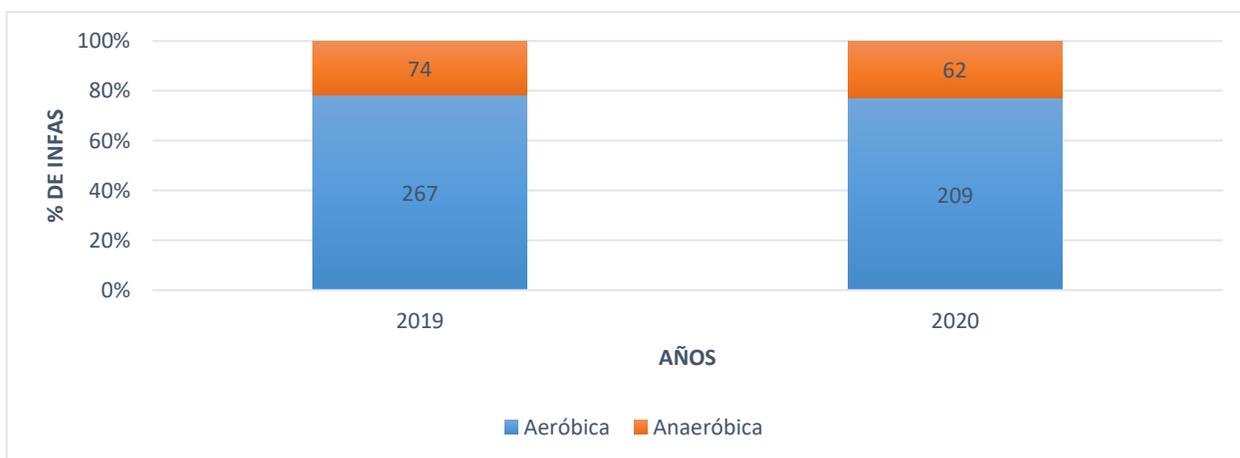


Gráfico 8. Porcentaje de INFAs con calificación aeróbica/anaeróbica por año.

Al comparar la calificación ambiental en las distintas regiones del país (Tabla 13), se observa que en las regiones de Los Lagos y Aysén del general Carlos Ibáñez del Campo es donde se concentran el mayor número de INFAs aeróbicas y anaeróbicas, muy por encima del resto de las regiones. Esto está dado, como se había mencionado anteriormente, porque ambas regiones tienen la mayor proporción de concesiones, que están obligadas a realizar estos estudios. En el caso de la región de Los Ríos no se presentan INFAs con una condición anaeróbica, durante los años 2019 y 2020.

Tabla 13. Número de INFAs por región dentro de cada calificación ambiental.

Calificación	REGIÓN DE LOS RÍOS	REGIÓN DE LOS LAGOS	REGIÓN DE AYSÉN DEL GENERAL CARLOS IBÁÑEZ DEL CAMPO	REGIÓN DE MAGALLANES Y DE LA ANTÁRTICA CHILENA	Total
Aeróbica	11	235	193	37	476
2019	6	138	101	22	267
2020	5	97	92	15	209
Anaeróbica		37	85	14	136
2019		24	40	10	74
2020		13	45	4	62
Total	11	272	278	51	612

Respecto de las INFAs aeróbicas registradas, se observa un mayor porcentaje en las regiones de Los Lagos y Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, con un valor acumulado de 89,51% de los resultados para el año 2019 y de 90,43% para el año 2020 (Gráfico 9). Por otro lado, cabe destacar que las INFAs con calificación anaeróbica (Gráfico 10) para la región de Magallanes y de la Antártica Chilena tuvo una variación significativa en sus resultados, disminuyendo en más de la mitad el porcentaje de INFAs anaeróbicas de un año a otro, al igual que la región de Los Lagos que tuvo una variación significativa durante los años analizados. Se puede apreciar, que tanto para el año 2019 como para el año 2020, el mayor porcentaje de centros con condiciones anaeróbicas se encuentra en la región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, incrementando su valor al 2020.

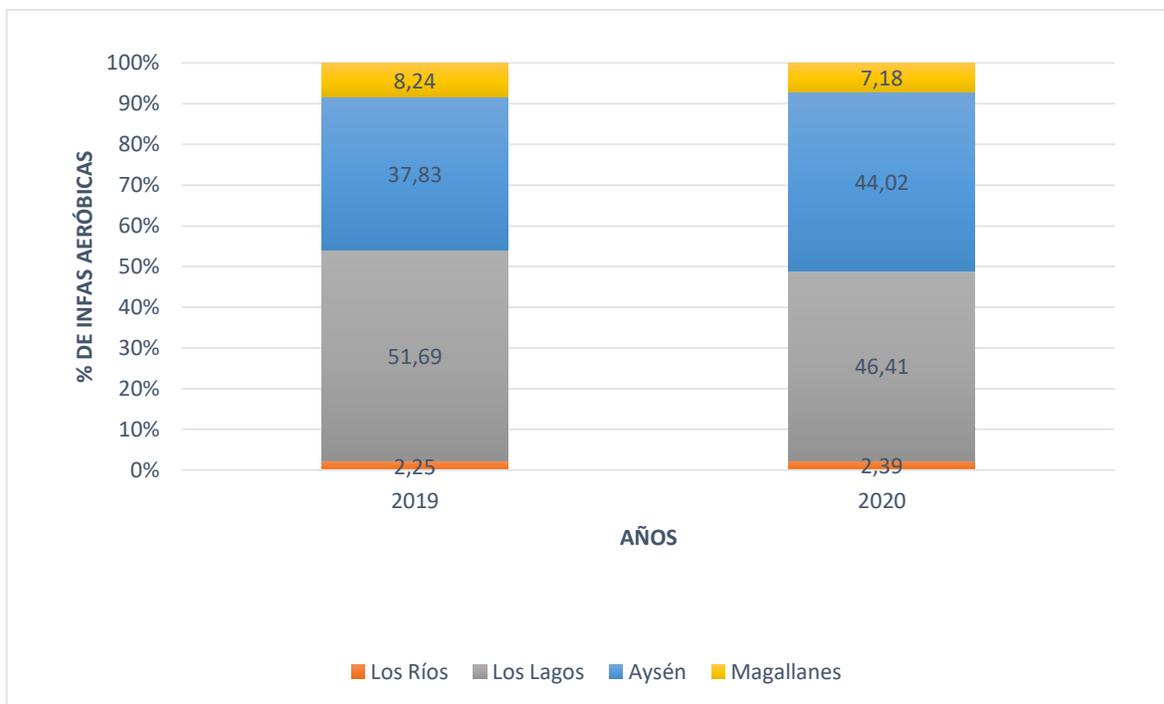


Gráfico 9. Porcentaje de INFAs aeróbicas para cada región por año.

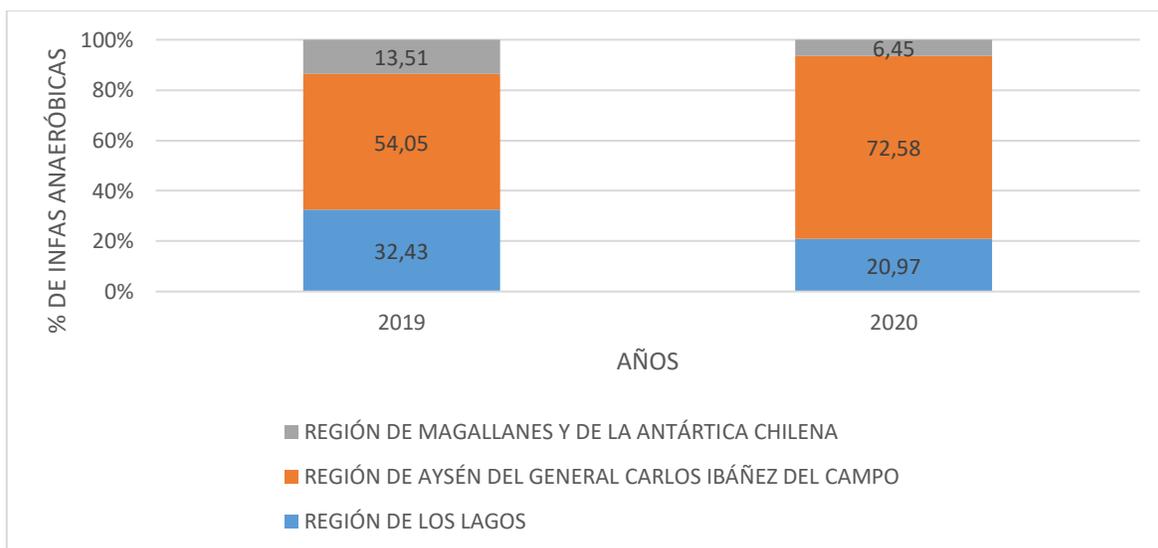


Gráfico 10. Porcentaje de INFAs anaeróbicas para cada región por año.

Respecto de la calificación ambiental de las INFAs según grupo de especies (Tabla 14), se observa que para el grupo de peces se registró un mayor número de INFAs aeróbicas y anaeróbicas, respecto de los otros grupos evaluados (Tabla 14).

Tabla 14. Número de INFAs según grupo de especies dentro de cada calificación ambiental (2019 y 2020).

Calificación	2019	2020	Total
Aeróbica	267	209	476
MOLUSCOS	7	6	13
PECES	251	195	446
MIXTOS ALGAS, MOLUSCOS		1	1
MIXTOS ALGAS, PECES	1	1	2
MIXTOS MOLUSCOS, PECES	8	6	14
Anaeróbica	74	62	136
PECES	71	62	133
MOLUSCOS, PECES	3		3
Total general	341	271	612

En tanto, al revisar la distribución porcentual de INFAs por grupo de especie para cada año, se visualiza que para el año 2019, el grupo de peces representa el 94,01% de las INFAs aeróbicas, mientras que el año 2020 su representación baja a un 93,30%. Para el caso de los moluscos, el año 2019 representa el 2,62% de las INFAs, situación que cambia levemente el 2020 llegando a ser su representación de un 2,87% respecto del total en dicho año (Tabla 15).

En el caso de las INFAs anaeróbicas, la distribución porcentual por año muestra, para el 2019, que el 95,95% correspondían al grupo peces. Esto debido fundamentalmente a que los demás grupos no presentaron INFAs con este resultado. Para el año 2020 las INFAs anaeróbicas, corresponden al grupo peces en un 100% (Tabla 15). No obstante, lo señalado, no debe perderse de vista que el porcentaje de INFAs anaeróbicas no supera el 23% del total de INFAs presentadas en los años 2019 y 2020.

Tabla 15. Porcentaje de INFAs según grupo de especies (2019 y 2020).

Calificación	2019	2020
Aeróbica		
MOLUSCOS	2,62	2,87
PECES	94,01	93,30
MIXTOS ALGAS, MOLUSCOS	0,00	0,48
MIXTOS ALGAS, PECES	0,37	0,48
MIXTOS MOLUSCOS, PECES	3,00	2,87
Anaeróbica		
PECES	95,95	100
MIXTOS MOLUSCOS, PECES	4,05	0

Desde el punto de vista de las categorías RAMA de cada centro, las concesiones con mayor número de INFAs aeróbicas, corresponden a las categorías 5, 3 y 4, seguidos por la categoría mixta 3 y 5, 4 y 5 (Tabla 16). En el caso de las anaeróbicas, las principales categorías que mostraron dicha condición son la mixta 4 y 5, seguidas de las categorías 4 y 3.

Tabla 16. Número de INFAs por categoría según año y calificación ambiental.

Categorías	1	2	3	5	6	7	3 y 4	3 y 5	4 y 5	Total	
Aeróbica	3	7	131	218	10	8	3	46	29	21	476
2019	3	1	68	133	4	5		29	13	11	267
2020		6	63	85	6	3	3	17	16	10	209
Anaeróbica			24	15			4	9	26	58	136
2019			15	7			1	4	10	37	74
2020			9	8			3	5	16	21	62
Total general	3	7	155	233	10	8	7	55	55	79	612

Se puede apreciar que las categorías 4 y 3 son las más representativas, obteniendo en conjunto alrededor del 75,28% y 70,81% de las INFAs aeróbicas para cada año, respectivamente. En el caso de las anaeróbicas, la categoría mixta 4 y 5 es la que tuvo el mayor porcentaje de esta calificación, seguida de las categorías 4, 3 y de la categoría mixta 3 y 5 (Gráficos 11 y 12).

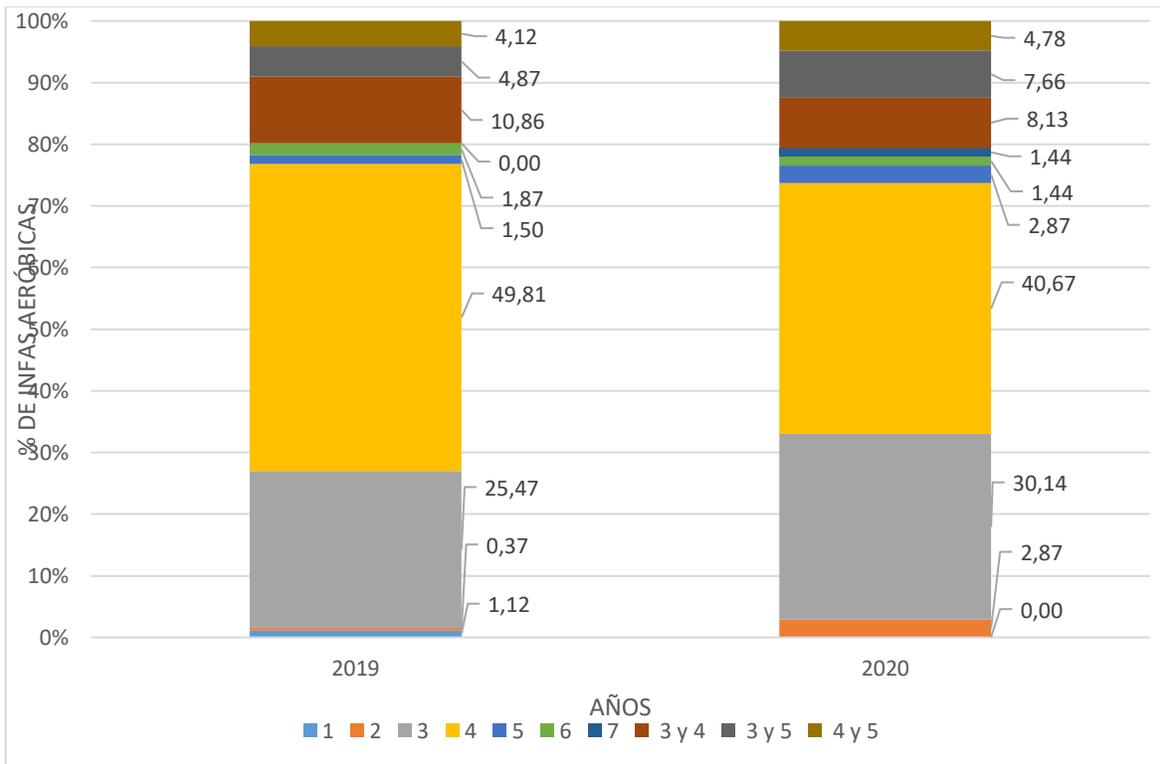


Gráfico 11. Porcentaje de INFAs aeróbica por categoría para los años 2019 a 2020.

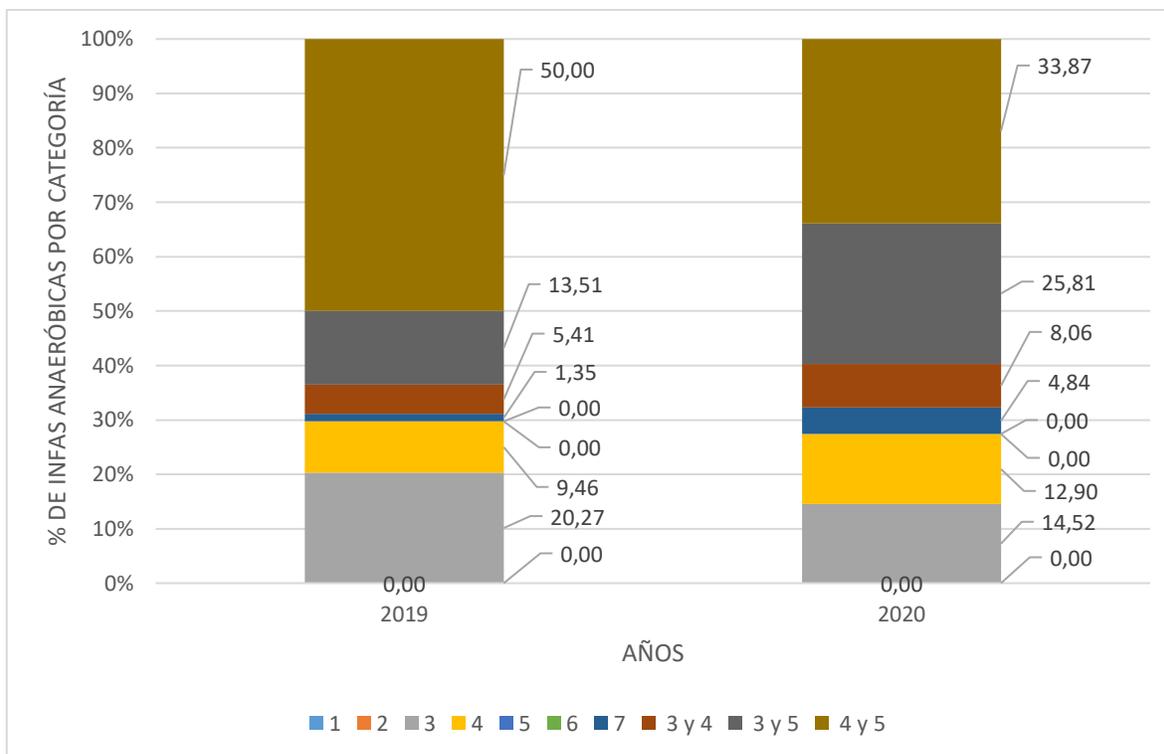


Gráfico 12. Porcentaje de INFAs anaeróbica por categoría para los años 2019 -2020.

En la Tabla 17 se puede observar que en el período analizado sólo se presentaron INFAs Post anaeróbicas en las regiones de Los Ríos, Los Lagos, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y Magallanes y de la Antártica Chilena.

Respecto a la distribución por región, se observa que Los Lagos y Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo son las regiones que acumularon el mayor número de INFAs en el periodo.

Tabla 17. Total de INFAs Post Anaeróbicas realizadas por año según región.

REGIÓN	2019	2020	Total
REGIÓN DE LOS LAGOS	11	24	35
REGIÓN DE AYSÉN DEL GENERAL CARLOS IBÁÑEZ DEL CAMPO	30	46	76
REGIÓN DE MAGALLANES Y DE LA ANTÁRTICA CHILENA	12	7	19
Total general	53	77	130

Se puede observar de la tabla anterior, que el año 2020 presenta el mayor número de estas evaluaciones. Por otra parte, en términos de distribución regional de estos informes, se aprecia que la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo presenta el mayor número de evaluaciones.

Tabla 18. Número de INFAs Post Anaeróbicas por año según grupo de especies autorizadas.

Grupo de Especies	2019	2020	Total
MIXTOS MOLUSCOS, PECES	1	2	3
PECES	52	75	127
Total general	53	77	130

Respecto a los grupos de especies, destacaron los peces en las INFAs Post anaeróbicas realizadas. (Tabla 18)

Las INFAs Post anaeróbicas realizadas en el período se clasificaron en sus respectivas categorías individuales o mixtas (más de una para un centro). Así, respecto al número de INFAs Post anaeróbica por categoría, se observó que en las categorías individuales con mayor número de INFAs Post anaeróbica realizadas por año son, en orden descendente, la 4, 3 y 5 y para centros de cultivo con más de una categoría predominan 4-5 y 3-5. Estas categorías son responsables del 94,3% de las INFAs realizadas en el período de estudio (Tabla 19).

Tabla 19. Número de INFAs Post Anaeróbicas por año según categoría.

Categorías	2019	2020	Total
Categoría 3	11	21	32
Categoría 3 y 4	2	2	4
Categoría 3 y 5	3	5	8
Categoría 3, 4 y 5		1	1
Categoría 4	15	11	26
Categoría 4 y 5	18	29	47
Categoría 5	4	8	12
Total general	53	77	130

Respecto al resultado de las INFAs Post anaeróbicas, estas pueden presentar una condición aeróbica o anaeróbica, dependiendo del valor que arrojaron las variables ambientales para calificar cada centro. Cuando los valores exceden el límite de aceptabilidad de retorno, estamos en presencia de un centro con condición anaeróbica (Tabla 20). Cabe señalar que conforme establece la normativa los límites de aceptabilidad para una INFA Post anaeróbica, son más exigentes que los límites de una INFA.

Tabla 20. Variables y límites de aceptabilidad exigidos para las INFAs Post anaeróbicas. (Fuente: Res. Ex. (SUBPESCA) N° 3612, de 2009).

Variable	Límite aceptabilidad
Materia Orgánica	≤ 8%
pH	≥ 7.1
Eh (Redox)	≥ 75 mV
Oxígeno disuelto (1 m fondo)	≥ 3,0 mg/L
Registro visual	Ausencia de cubiertas de microorganismos visibles y/o burbujas de gas

Para el periodo de estudio se observa que el número de INFAs Post anaeróbicas con calificación aeróbica es mayor a las que resultaron anaeróbicas (77,00 % y 57,00% para el 2019 y 2020, respectivamente) (Tabla 22 y Gráfico 13).

Tabla 21. Número de INFAs Post Anaeróbicas por año según calificación ambiental.

Calificación	2019	2020	Total
Aeróbica	41	44	85
Anaeróbica	12	33	45
Total general	53	77	130

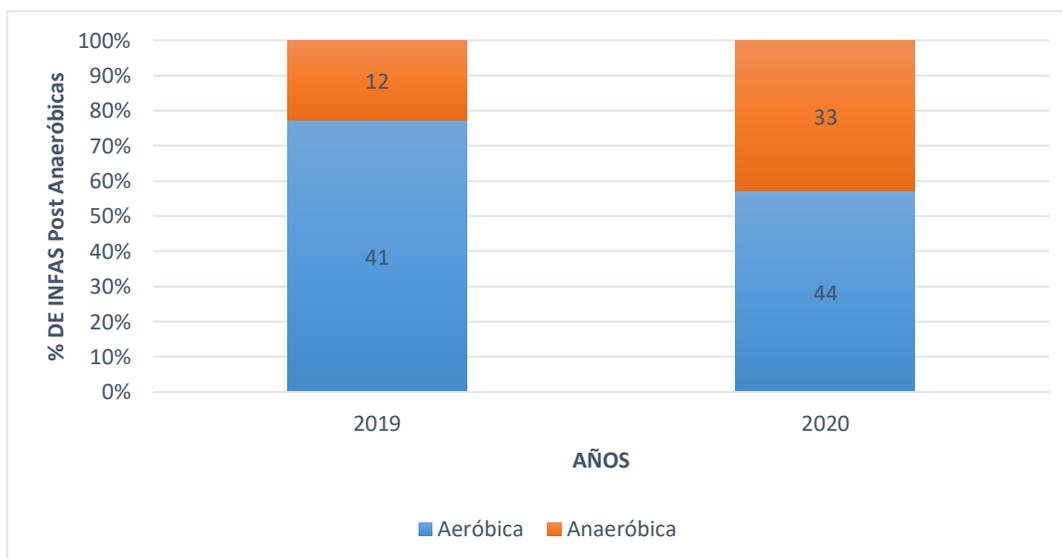


Gráfico 13. Porcentaje de INFAs Post Anaeróbicas con calificación aeróbica/anaeróbica por año.

Al comparar la calificación ambiental en las distintas regiones del país (Tabla 22), se observa que en las regiones de Los Lagos y Aysén del general Carlos Ibáñez del Campo es donde se concentran el mayor número de INFAs Post anaeróbicas (aeróbicas y anaeróbicas).

Tabla22. Número de INFAs por región dentro de cada calificación ambiental.

Calificación	REGIÓN DE LOS LAGOS	REGIÓN DE AYSÉN DEL GENERAL CARLOS IBÁÑEZ DEL CAMPO	REGIÓN DE MAGALLANES Y DE LA ANTÁRTICA CHILENA	Total
Aeróbica	32	46	7	85
2019	11	25	5	41
2020	21	21	2	44
Anaeróbica	3	30	12	45
2019		5	7	12
2020	3	25	5	33
Total	35	76	19	130

Respecto de las INFAs Post anaeróbicas con resultados aeróbicos, es decir, que cambiaron de su condición de anaeróbica a aeróbica y, por tanto, demuestran que hubo una recuperación ambiental, el mayor porcentaje se observa en la región Los Lagos con un 91,00%, le sigue la región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo de con un valor de 60,00 % y, finalmente, la región Magallanes y de la Antártica Chilena con un valor de 37,00 %.

5.2- Análisis Descriptivo de las Variables Ambientales

Continuando con la línea descriptiva del informe ambiental, correspondiente al período 2019-2020, se analizaron los resultados de las regiones más relevantes, con el objeto de describir el comportamiento de las variables ambientales. Cabe señalar que la información utilizada en la evaluación corresponde a las INFAs realizadas en el período mencionado.

No se incluyeron los mapas para las regiones del norte del país, dado que en el periodo no se presentaron antecedentes de las INFAs. Cabe recordar que, en el caso de buenos resultados en las INFAs en el caso de los centros de moluscos, la periodicidad de entrega de INFAs es cada 3 años.

En el anexo III, solo con el propósito de representar gráficamente la situación general informada por cada centro, se utiliza para cada variable, el promedio de los resultados de todas sus estaciones de muestreo de cada INFA.

5.2.1.- Materia Orgánica

Los resultados que a continuación se exhiben sólo consideran aquellos centros de cultivo que presentaron Información Ambiental (INFA) con la variable de materia orgánica, en este caso corresponde a centros de cultivo de la zona sur de nuestro país (Los Ríos, Los Lagos, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y Magallanes y de la Antártica Chilena) (Gráfico 14).

Los promedios regionales de materia orgánica se encuentran dentro de los límites de aceptabilidad establecidos en la Res. Ex. (SUBPESCA) N° 3612, de 2009, en donde se señala que para este parámetro en particular su valor debe ser $\leq 9\%$ (Tabla 11).

Los valores de Materia Orgánica (MO), mostraron valores promedios menores o iguales a 4,06% en todas las regiones analizadas. Para la región de Magallanes y de la Antártica Chilena

presentó un máximo de 3,04% durante el año 2019 con una desviación estándar de $\sigma=1,12$ para el mismo año. Para el año 2020 presentó un 2,88% y una desviación estándar de $\sigma=1,04$

En el caso de la región de Los Ríos, esta presenta bajos valores de materia orgánica, registrándose entre 2,54% ($\sigma=2,50$) y 2,24% ($\sigma=1,36$) para los años 2019 y 2020, respectivamente.

La región de Los Lagos presenta bajos valores de materia orgánica, registrándose entre 2,37% ($\sigma=2,07$) y 2,77% ($\sigma=2,58$) para los años 2019 y 2020, respectivamente.

Respecto a las concentraciones de MO para la región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, los valores durante el periodo de análisis se mantuvieron dentro de los rangos de aceptabilidad, con un valor de 4,06% ($\sigma=3,54$) para el año 2019 y de 3,48 % ($\sigma=2,96$) para el año 2020.

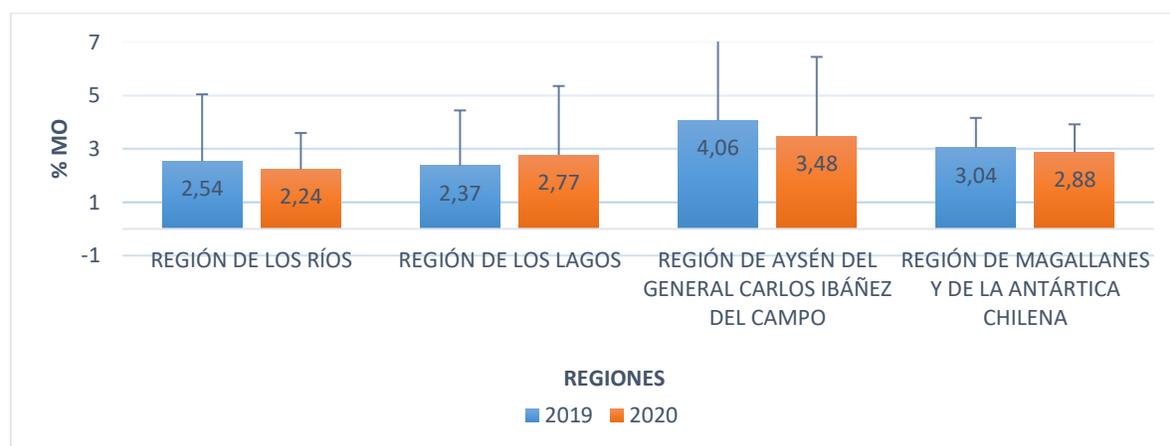


Gráfico 14. Porcentaje promedio de materia orgánica por año y por región.

En el Anexo III (Mapas16-19), en las regiones de Los Ríos y Los Lagos se observa una predominancia del contenido de materia orgánica, (como promedio de cada INFAs) con valores bajo el límite de aceptabilidad estipulado en la norma. En la región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, particularmente en la comuna de Aysén, para los años 2019 y 2020, se presentó un centro con un alto contenido de materia orgánica, con valores promedio sobre el límite de aceptabilidad (12,36%). Mientras que en la región de Magallanes y de la Antártica Chilena, para los años 2019-2020 todos los centros presentaron valores promedio menores a 3,96%, muy por debajo del límite de aceptabilidad.

5.2.2.- Potencial Redox

Las regiones para los dos años estudiados presentaron promedios positivos en el potencial redox (Gráfico 15).

La región de Los Ríos presentó un valor promedio de potencial redox positivo, del orden de los 260,99mV ($\sigma=85,46$) para las mediciones de INFAs realizadas durante el año 2019, y de 179,76 mV ($\sigma=190,20$) para el año 2020.

La región de Los Lagos presentó un valor promedio de potencial redox positivo, del orden de los 41,87mV ($\sigma=125,15$) para las mediciones de INFAs realizadas durante el año 2019, y de 61,48 mV ($\sigma=136,95$) para el año 2020.

La región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, presentó un valor promedio de potencial redox positivo en sus dos años, los cuales varían desde los 47,29mV ($\sigma=137,03$) en el año 2019, a 61,56 mV ($\sigma=144,60$) para el año 2020.

La región de Magallanes y de la Antártica Chilena, presentó, para el año 2019, un valor promedio positivo del orden de los 88,59mV ($\sigma=151,51$) y, para el 2020, un valor positivo de 59,60 mV ($\sigma=139,72$).

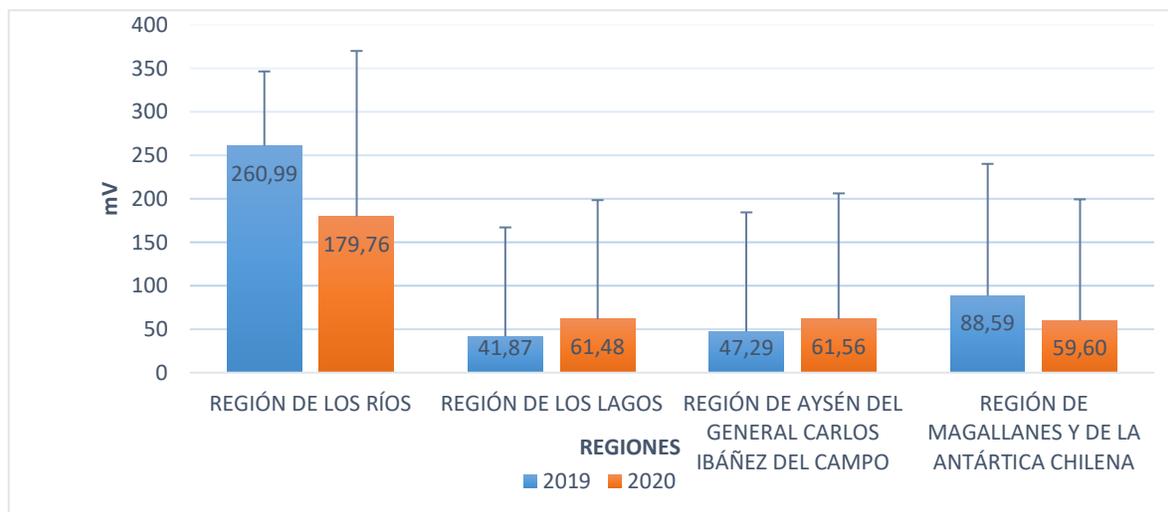


Gráfico 15. Potencial Redox promedio (mV) por región para cada año de estudio.

En los Mapas 20-23 (Anexo III), se observa que, tanto en la región de Los Lagos como en la región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, hubo una predominancia de centros de cultivo con valores promedio de potencial redox superiores a los 50mV.

5.2.3.- pH

Respecto de los valores de potencial de Hidrógeno (pH) para las regiones de Los Lagos y Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, se presentaron valores promedio similares, con valores en torno a los 7,3 de pH para los 2 años de análisis de las INFAs (Gráfico 16). En el caso de las regiones de Los Ríos y Magallanes y de la Antártica Chilena, los valores promedio están en torno a 7,05 y 7,22 en el primer caso y 7,18 y 6,96 en el segundo caso.

Respecto de la región de Los Ríos, para el año 2019 las INFAS analizadas indican que la región presenta valores promedio de pH del orden de 7,05 ($\sigma=0,39$) y para el 2020 un promedio de 7,18 ($\sigma=0,29$).

La región de Los Lagos presentó valores promedios anuales cercanos al 7,30 de pH ($\sigma=0,29$) para el 2019 y de 7,32 de pH ($\sigma=0,27$) para el año 2020.

La región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo presentó valores promedio de 7,33 de pH ($\sigma=0,25$) y de 7,35 de pH ($\sigma=0,30$) para el año 2019 y 2020, respectivamente.

Finalmente, la región de Magallanes y de la Antártica Chilena en el año 2019, presentó un promedio de pH de 7,22 ($\sigma=0,28$), y para el 2020 un valor promedio de pH de 6,96 ($\sigma=0,22$).

Se puede observar, de acuerdo con los datos obtenidos, que en promedio durante el periodo de análisis 2019-2020, los valores promedio de pH se mantuvieron estables en las cuatro regiones analizadas, fluctuando alrededor de los 7,20 de pH.

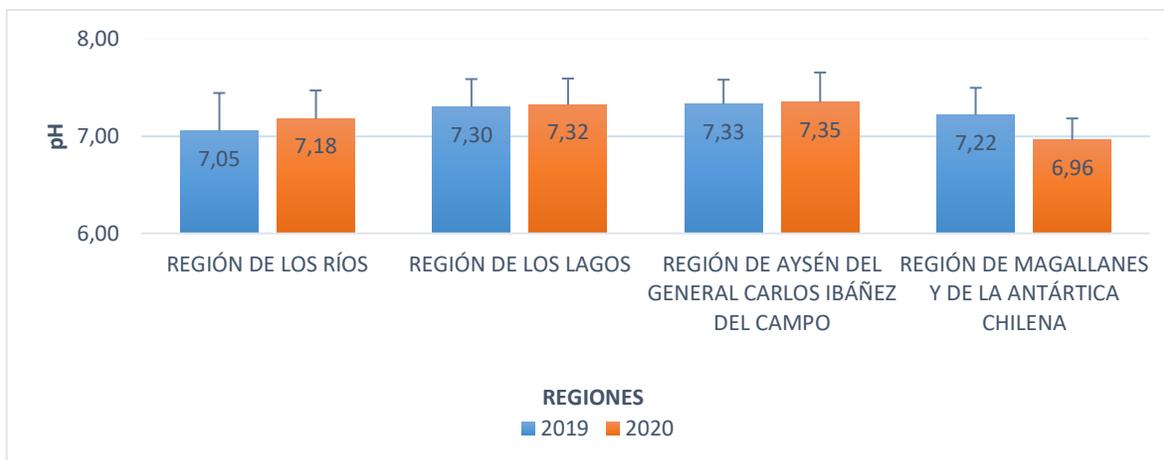


Gráfico 16. pH promedio por región para cada año de estudio.

En concordancia con la variable de potencial redox analizada anteriormente, se observa que, tanto en la región de Los Lagos como en la región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, hubo una predominancia de centros de cultivo con valores promedio de pH superiores al límite de aceptabilidad (Mapas 24-27).

5.2.4.- Granulometría

Respecto a la variable granulometría, solo se utilizó el porcentaje promedio de fango presente en el sedimento, ya que ambientes con este tamaño de partícula tienen una mayor probabilidad de sufrir un enriquecimiento orgánico.

El análisis general del Gráfico 12 muestra una curva creciente del % de fango promedio, que parte en la región de Los Ríos y aumenta hacia a la región de Magallanes y de la Antártica Chilena.

Se observa que la región de Los Ríos presentó un promedio de 15,21% ($\sigma=23,33$) de esta fracción sedimentaria durante el año 2019, y un promedio de sólo un 7,31% ($\sigma=7,61$) para el 2020, que es el valor más bajo para todas las regiones.

Respecto a la región de Los Lagos, se obtuvo para el 2019 un porcentaje promedio de fango del orden del 18,86% ($\sigma=25,01$), y para el 2020 un porcentaje de fango un poco menor, correspondiente a un 16,15% ($\sigma=22,55$).

La región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo presentó valores promedio de porcentaje de fango de 32,88% ($\sigma=29,26$) para el año 2019, y de 35,97% ($\sigma=30,39$) para el año 2020.

Finalmente, la región de Magallanes y de la Antártica Chilena presentó los valores más altos de porcentaje de fango, con un promedio de 40,75% ($\sigma=33,05$) para el año 2019, y para el año 2020, un promedio de 53,48% ($\sigma=34,57$).

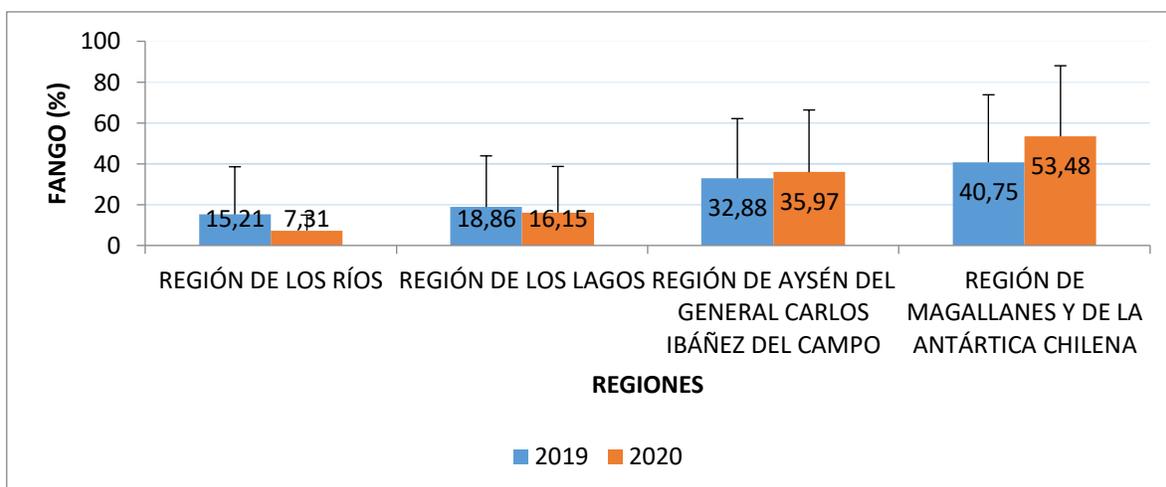


Gráfico 17. Granulometría promedio, expresada como porcentaje de fango, por región y año de estudio.

En relación con la distribución espacial de la granulometría como % de fango (Mapas 28 a 31 del Anexo III), esta muestra que en la región de Los Ríos, la totalidad de los centros presentó valores de fango inferior a 18,55%. En la región de Los Lagos, se observa una predominancia de los porcentajes de fango bajo el 24,93%. En el sector de Cochamó, 3 centros el porcentaje supera el 72,98%. En la región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, se observa un dominio de la fracción sedimentaria fango por sobre el 61,0% en el estero Cupquelán, pero un predominio de promedios inferiores a 42,5% en el resto de la región. Finalmente, y de acuerdo con el Mapa 31, la región de Magallanes y de la Antártica Chilena presentó valores de fango inferiores al 26,7 % (3 centros) y valores inferiores a 46,31% en toda la región.

5.2.5.- Oxígeno

Los valores de oxígeno corresponden al promedio de los valores tomados en la columna de agua a un metro del fondo, según lo establecido en la norma. (Gráfico 18).

De acuerdo con los resultados de las INFAs realizadas para la región de Los Ríos, se observa que la región presentó valores de oxígeno disuelto relativamente altos respecto de las otras regiones analizadas, los cuales arrojaron valores promedio máximos de 9,10mg/L ($\sigma=0,76$) para el año 2019, y de 8,96 mg/L ($\sigma=0,80$) para el 2020.

La región de Los Lagos presentó valores de oxígeno disuelto considerados estables durante los dos años que abarca el presente informe, los cuales fluctúan entre los 6,94mg/L($\sigma=1,36$) y 6,50 mg/L ($\sigma=1,54$) para los años 2019 y 2020, respectivamente.

La región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo presentó para el 2019 el valor promedio más bajo de las regiones analizadas, el cual corresponde a 6,34 mg/L ($\sigma=1,58$), disminuyendo al siguiente año a 6,25 mg/L ($\sigma=1,68$).

Finalmente, la región de Magallanes y de la Antártica Chilena, presentó valores promedios de oxígeno disuelto de 6,53 mg/L ($\sigma=2,90$) para el 2019, y con una disminución de 6,01 mg/L ($\sigma=2,41$) para el 2020.

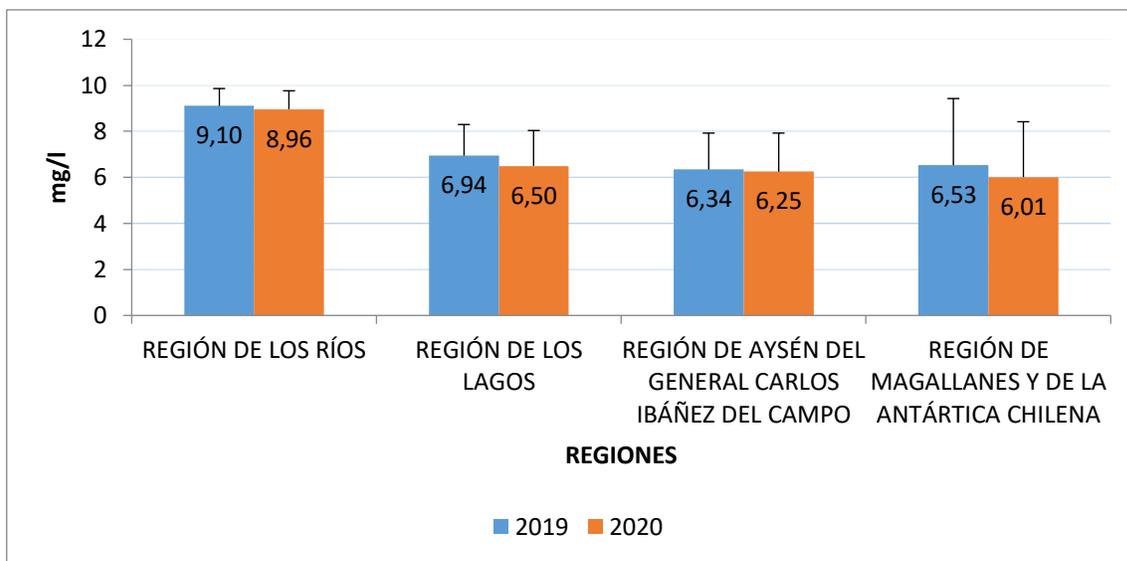


Gráfico 18. Concentración promedio de oxígeno disuelto en mg/L, a 1 metro del fondo por región y año.

Respecto de la distribución espacial de la concentración promedio de oxígeno disuelto (mg/L) para el período 2019 - 2020 (Mapas 32-35 del Anexo III), se observa que la región de Los Ríos presentó una concentración promedio de oxígeno que fluctúa entre los 8,20 a 10,18 mg/L. En la región de Los Lagos, de acuerdo con la información obtenida de las INFAs para los años 2019-2020, se muestra una predominancia (>75%) de las concentraciones de oxígeno disuelto mayor a 6,00 mg/L en toda la región. Para la región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, existen sectores con valores de oxígeno entre los 1,84 a 4,9 mg/L (< 20% de los centros). En relación con el resto de la región, el promedio fluctúa entre los 5,00 a 10,19 mg/L (> 80% de los centros). A su vez, en la región de Magallanes y de la Antártica Chilena, los valores promedio de oxígeno disuelto fluctúan entre los 0,0 a 11,21 mg/L (< 20% de los centros). En relación con el resto de la región, el promedio fluctúa entre los 5,00 a 11,21 mg/L (> 80% de los centros).

6.- DISCUSIÓN

La acuicultura es una de las áreas económicas en las que nuestro país ha dedicado importantes esfuerzos para su crecimiento, logrando que esta actividad se convierta en una de las más dinámicas e importantes a nivel nacional. No obstante, para que su desarrollo sea sustentable, es necesaria la conservación de las condiciones ambientales de los cuerpos de agua concedidos para uso productivo. Para ello, esta Subsecretaría de Pesca y Acuicultura ha implementado el Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA) y su resolución acompañante, incorporando metodologías, límites de aceptabilidad de diversas variables ambientales y seguimientos, que permitan monitorear las condiciones ambientales en los sectores donde se desarrolla la actividad, de manera que cada centro opere de acuerdo a las capacidades de los cuerpos de agua, manteniendo así su calidad ambiental en el tiempo.

Desde el inicio de la aplicación del RAMA, se ha enfrentado y desarrollado un proceso permanente de revisión y exploración de las mejores técnicas y metodologías disponibles y viables de aplicar en Chile. En el inicio de este proceso, se generó la Res. Ex. (SUBPESCA) N° 404/2003, luego la Res. Ex. (SUBPESCA) N° 3411/2006 y, actualmente la Res. Ex. (SUBPESCA) N° 3612/2009 (esta última con una serie de modificaciones y ajustes a lo largo del tiempo). Estas últimas, han intentado plasmar progresivamente la mejor forma de realizar las evaluaciones ambientales. Cabe mencionar que, tanto en el diseño como en la implementación de estos instrumentos, se ha contado con la activa participación de técnicos que representan tanto los intereses del sector público como privado (consultores, académicos, profesionales).

Respecto de la biomasa total en el periodo estudiado, es posible observar que el máximo se mantuvo relativamente estable durante ambos años. No obstante, el detalle muestra que la biomasa de peces y moluscos mostró un pequeño incremento de un año a otro (app 7%), mientras que, respecto de la biomasa de macroalgas, se produjo un descenso de app 10,5%.

En el caso de los moluscos, este aumento, se explica principalmente por un aumento en la biomasa de chorito.

Respecto de las macroalgas, es factible observar que su biomasa total disminuyó de un año a otro, principalmente de la mano del pelillo.

Para este periodo de análisis, se observa que las principales regiones acuícolas se mantienen respecto de años anteriores, destacando la región de Los Lagos, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y Magallanes y de la Antártica Chilena, explicado por la historia de la acuicultura en nuestro país.

Respecto de las especies producidas, en términos de volumen, se mantiene la misma condición que para el periodo 2017-2018, siendo la principal especie el salmón del atlántico, seguido del chorito, más atrás aparecen el salmón coho y la trucha arcoíris.

Durante el período que abarca este informe, fueron evaluados en promedio un total de 2.023 centros de cultivo, que en su mayoría corresponden a concesiones ubicadas en la zona sur del país. Así, entre la región de Los Lagos y la de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, se concentró en valores cercanos al 87.9% de la biomasa total anual producida, por otra parte, la región de Magallanes y de la Antártica Chilena mantuvo una biomasa del 11%.

Un aspecto importante para esta evaluación es reconocer que la acuicultura en Chile tiene una alta concentración de las especies producidas, compuesta principalmente por salmónidos y moluscos, los que en su conjunto abarcan en total sobre el 99% de la biomasa total producida.

Los resultados de las INFAs para ambos años de estudio mostraron que el número de resultados aeróbicos fue considerablemente superior respecto de los anaeróbicos.

Dentro de los resultados de las INFAs, la mayor cantidad de INFAs anaeróbicas se presentaron en las regiones de Los Lagos y Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, asociada principalmente a centros con producción de salmones.

Al respecto, la región con más INFAs presentadas para el periodo fue la región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo.

En relación con la calificación de las INFAs, se puede ver que en su gran mayoría fueron presentadas por el grupo peces. Así, es posible ver que el mayor porcentaje de INFAs tanto aeróbicas como anaeróbicas son presentadas por este grupo.

Por otra parte, en el período de análisis año 2019 al 2020, se revisaron un total de 130 INFAs Post anaerobia realizadas por centros de cultivos de peces. Cabe señalar que estas INFAs deben ser realizada obligatoriamente por todos los centros con posterioridad a la obtención una INFA anaeróbica y cuyo objetivo es determinar si el centro recuperó o no su condición de aeróbica.

Al respecto, estas INFAs fueron presentadas en las regiones de Los Lagos, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y Magallanes y de la Antártica Chilena, representando el 27,00%, 58,50% y 14,60% respectivamente.

Los resultados de las INFAs Post anaeróbicas muestran que un porcentaje muy significativo de los centros que realizaron esta evaluación mostraron una recuperación de su condición ambiental, 77,00% en el 2019 y 57% en el 2020. Destacando en estos los resultados de las regiones de Los Lagos con un 91,00% y la región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo con un 60,00 % de los centros que recuperaron su condición aeróbica.

Respecto a las variables ambientales para este periodo, no se presentaron INFAs en la zona norte del país, siendo la totalidad de esta información proveniente de la zona sur, principalmente de las regiones de Los Lagos, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y Magallanes y de la Antártica Chilena.

En el caso de la materia orgánica, observamos que los porcentajes se mantuvieron relativamente estables de un periodo a otro. Sin embargo, es posible decir que la región de Aysén del General Carlos Ibañez del Campo presentó los valores más altos para el periodo 2019-2020.

En general, los valores de pH son bastante similares en todas las regiones, mostrando una desviación estándar baja. Esta situación es similar al periodo 2017-2018 que presentó valores promedio similares para cada una de las regiones.

Respecto del potencial redox, todas las regiones en análisis presentaron promedios positivos, produciendo una mejora en promedio con valores más altos, destaca la región de Magallanes y de la Antártica Chilena cuyos promedios son mayores que en el periodo 2017-2018.

En el caso de la granulometría, se observa que la región de Magallanes y de la Antártica Chilena presentó los mayores porcentajes de fango promedio para el periodo 2019-2020, similar situación a la encontrada en el periodo 2017-2018. Por otra parte, la región de Aysén del General Carlos Ibañez del Campo presentó valores promedio de fango superiores a los encontrados en la región de Los Lagos.

Finalmente, en el caso del oxígeno disuelto a un metro del fondo, la región de Los Ríos presentó un incremento en el valor promedio respecto del periodo 2017-2018, mientras que, para las demás regiones, no se observan variaciones significativas. La variación interanual para todas las regiones no mostró grandes variaciones. Esta situación es concordante con lo mostrado en el periodo 2017-2018, donde las regiones mostraron promedios estables.

Es importante señalar que la condición de los fondos medidos durante el período que abarca este informe, no es necesariamente generada sólo por las actividades acuícolas de una zona o región en particular, sino que también pueden existir otros aportes, como por ejemplo de origen antrópico (forestal, ganadero, residuos de las ciudades, etc.), o efectos ambientales naturales (el Niño, actividad volcánica, marejadas, cambio climático, etc.), que pueden estar generando cambios en el medio ambiente, los cuales son difíciles de determinar y evaluar en el tiempo, además que no son parte de los análisis que se exigen a las actividades de acuicultura.

7.- CONCLUSIONES

El análisis de la biomasa total en el periodo 2019-2020 arrojó que esta se concentró en las distintas regiones a lo largo del país, principalmente en dos grupos de especies, salmónidos (salmón del Atlántico, salmón Coho y Trucha Arcoíris principalmente) y moluscos (chorito y ostión del norte principalmente), concentrando sobre el 99% de la biomasa total producida a nivel nacional.

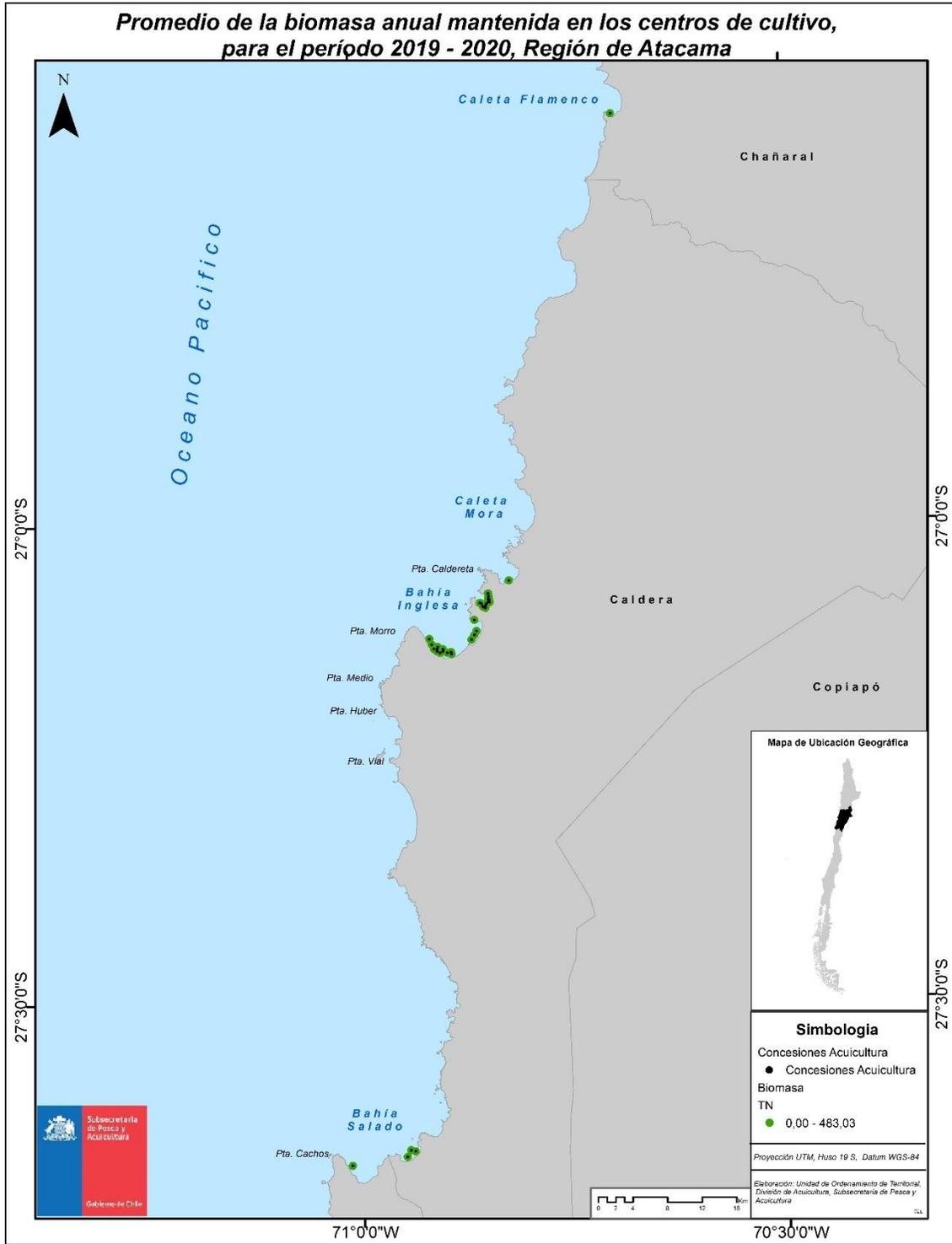
La evaluación de la información ambiental realizada para el periodo 2019 al 2020 se efectuó sobre un total de 612 INFAs. Para todos los años analizados, el porcentaje de centros aeróbicos es considerablemente mayor que los anaeróbicos.

El análisis de las variables ambientales, realizado a las regiones Los Ríos, Los Lagos, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y Magallanes y de la Antártica Chilena, permite visualizar cuáles muestran comportamientos que reflejan el estado ambiental de los centros de cultivo y, por lo mismo, se hace necesario continuar con su monitoreo.

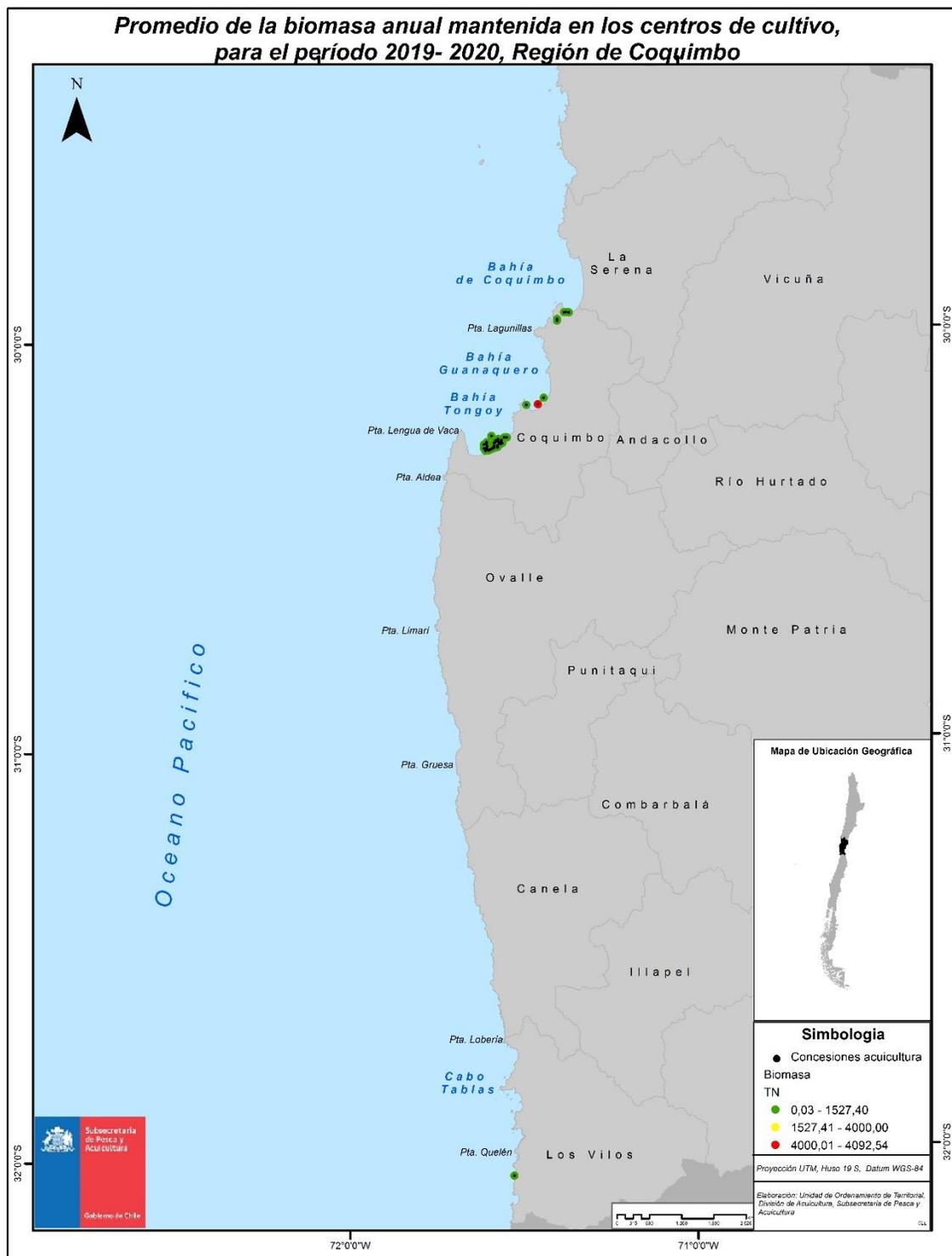
ANEXO I

Distribución de la Biomasa Total por Región

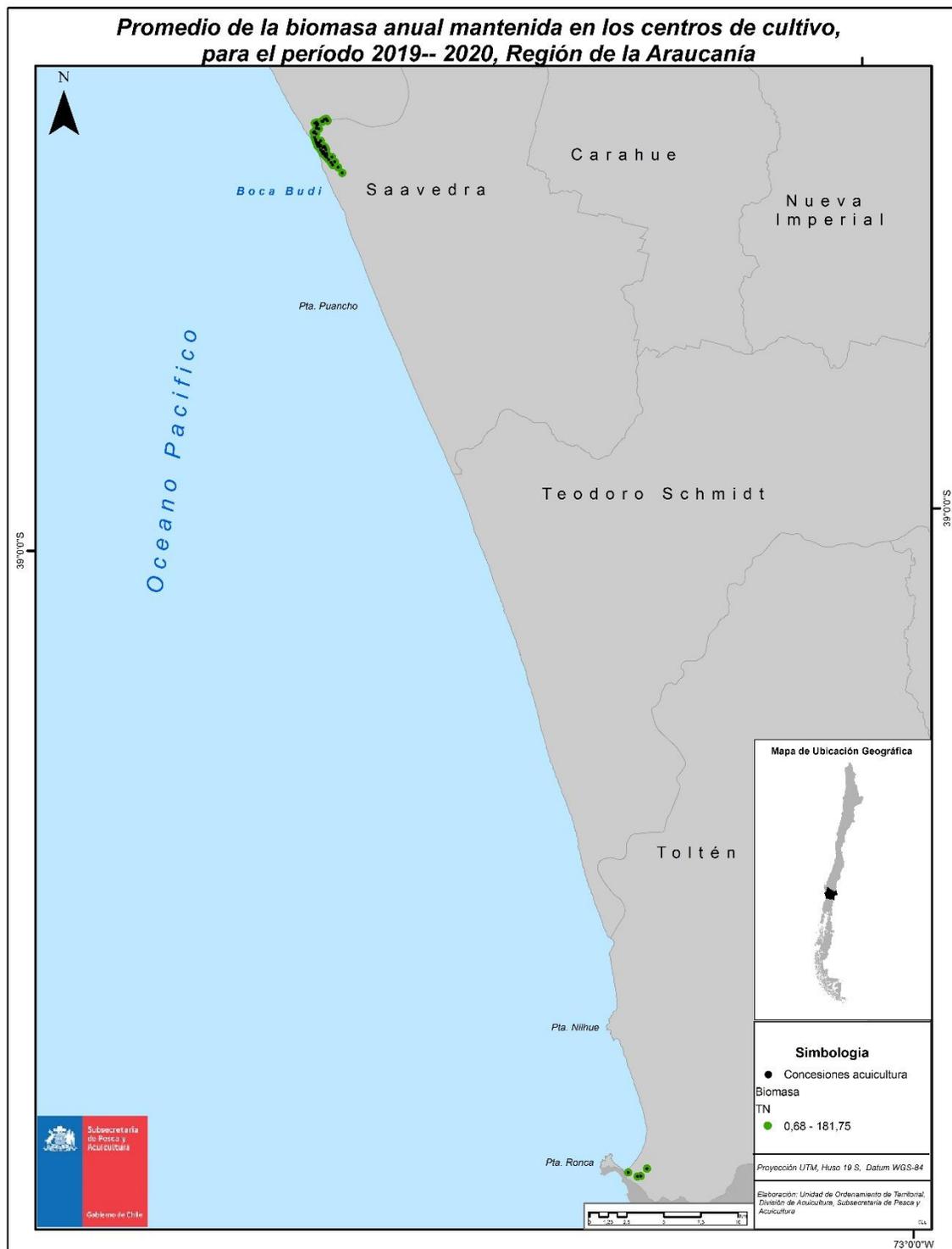
(Atacama, Coquimbo, Araucanía, Los Ríos, Los Lagos, Aysén del General Carlos Ibañez del Campo y Magallanes y la Antártica Chilena)



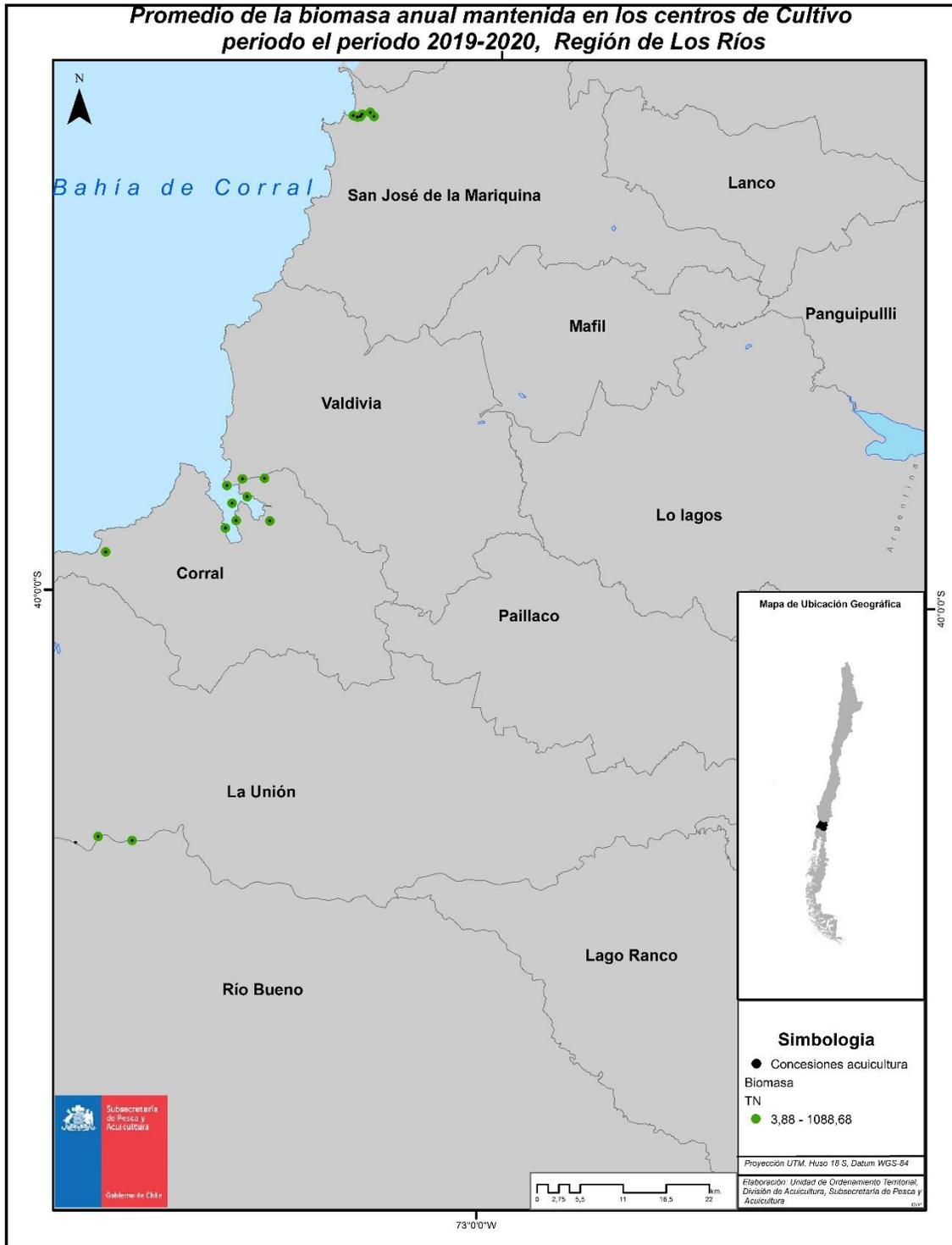
Mapa 1. Distribución espacial de biomasa en la Región de Atacama, promedio años 2019-2020.



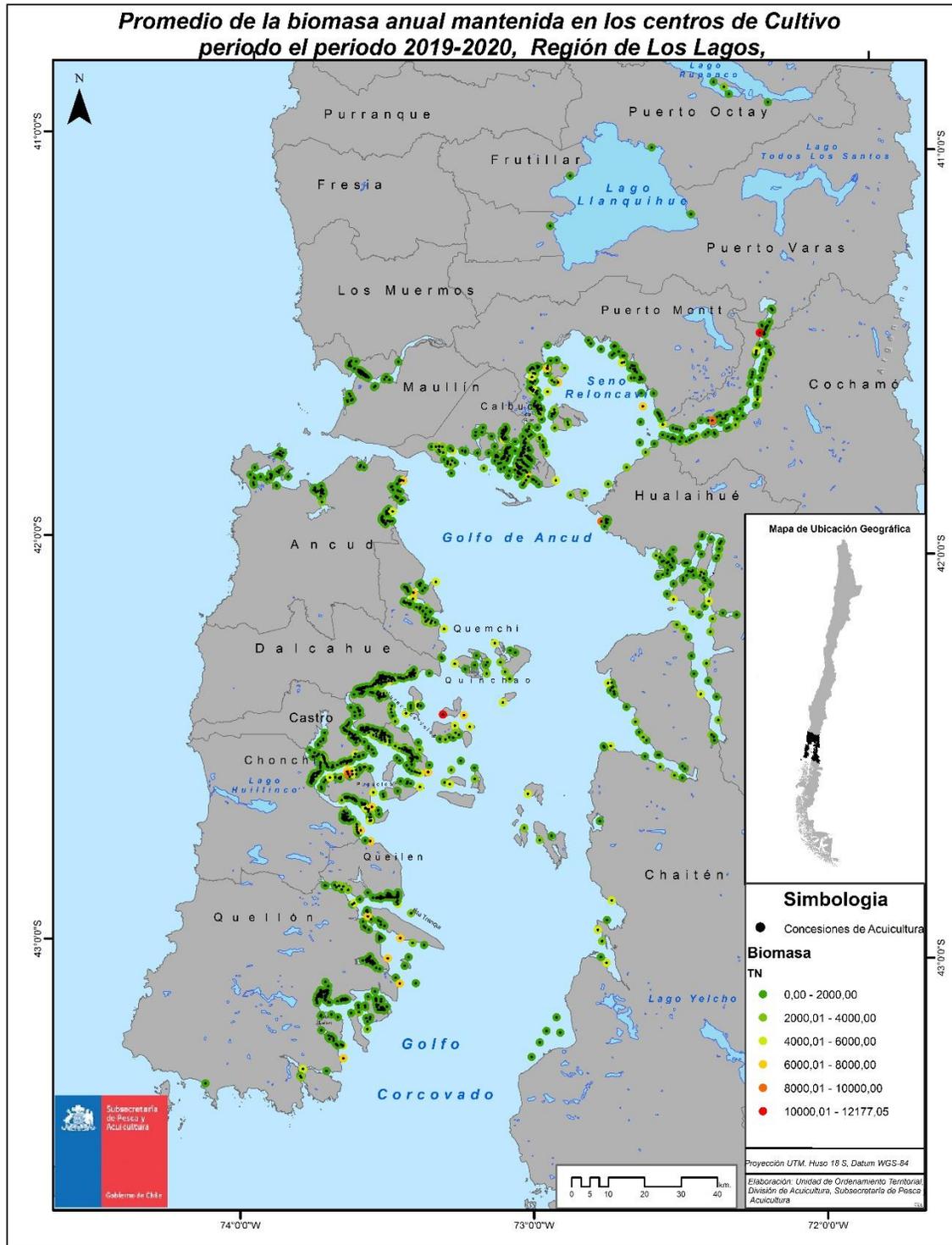
Mapa 2. Distribución espacial de biomasa en la Región de Coquimbo, promedio años 2019-2020.



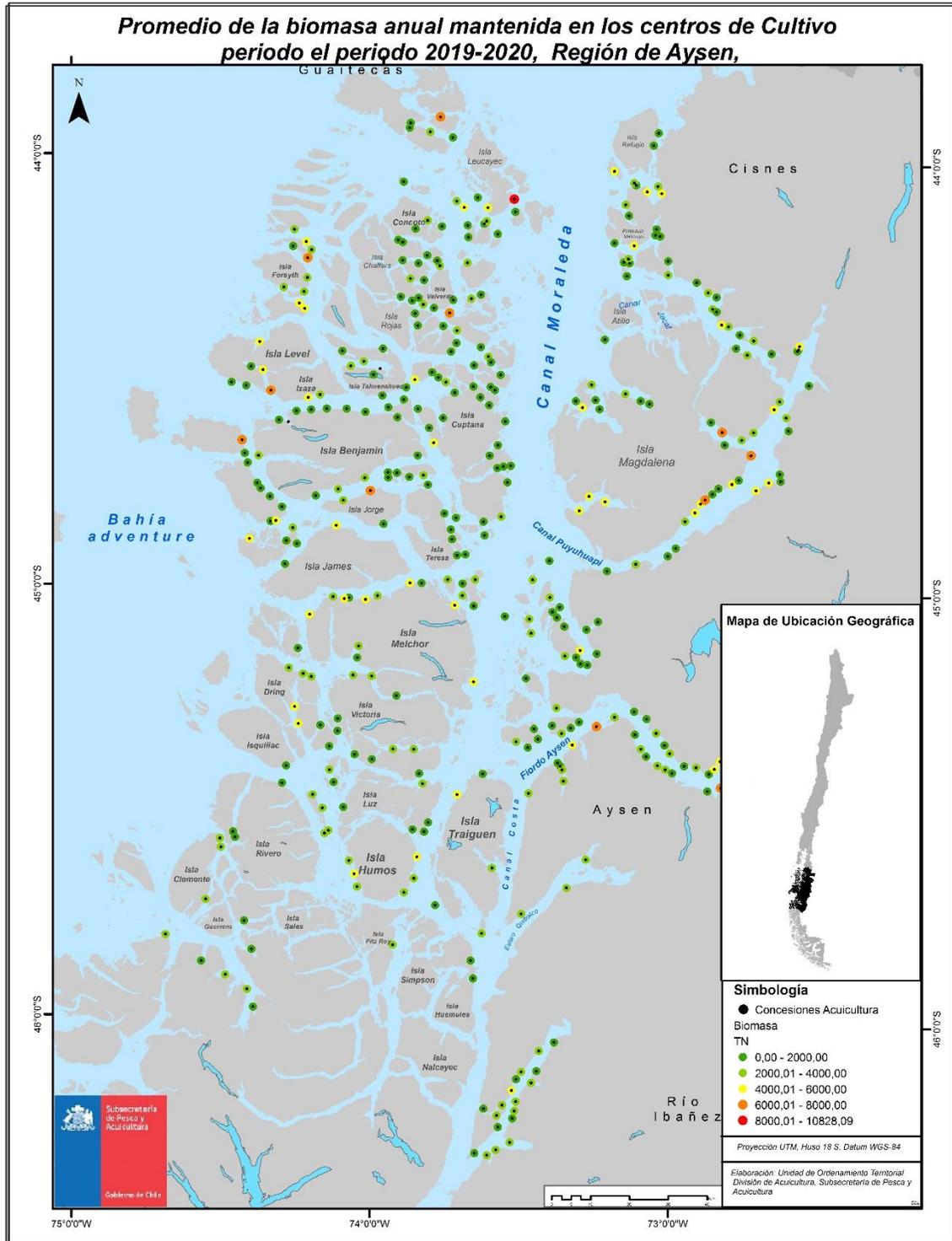
Mapa 3. Distribución espacial de biomasa en la Región de la Araucanía, promedio años 2019-2020.



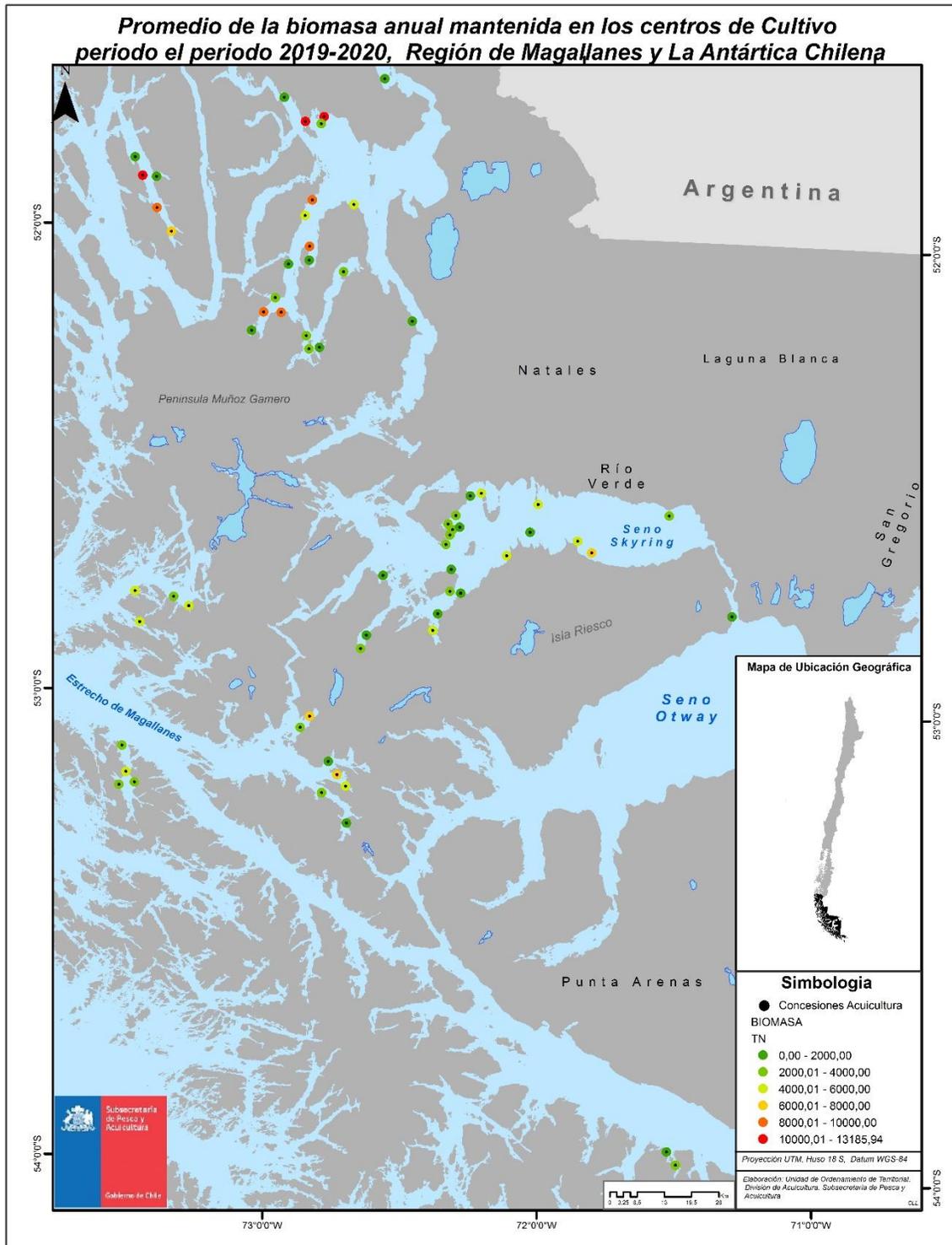
Mapa 4. Distribución espacial de biomasa en la Región de Los Ríos, promedio años 2019-2020.



Mapa 5. Distribución espacial de biomasa en la Región de Los Lagos, promedio años 2019-2020.



Mapa 6. Distribución espacial de biomasa en la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, promedio años 2019-2020.

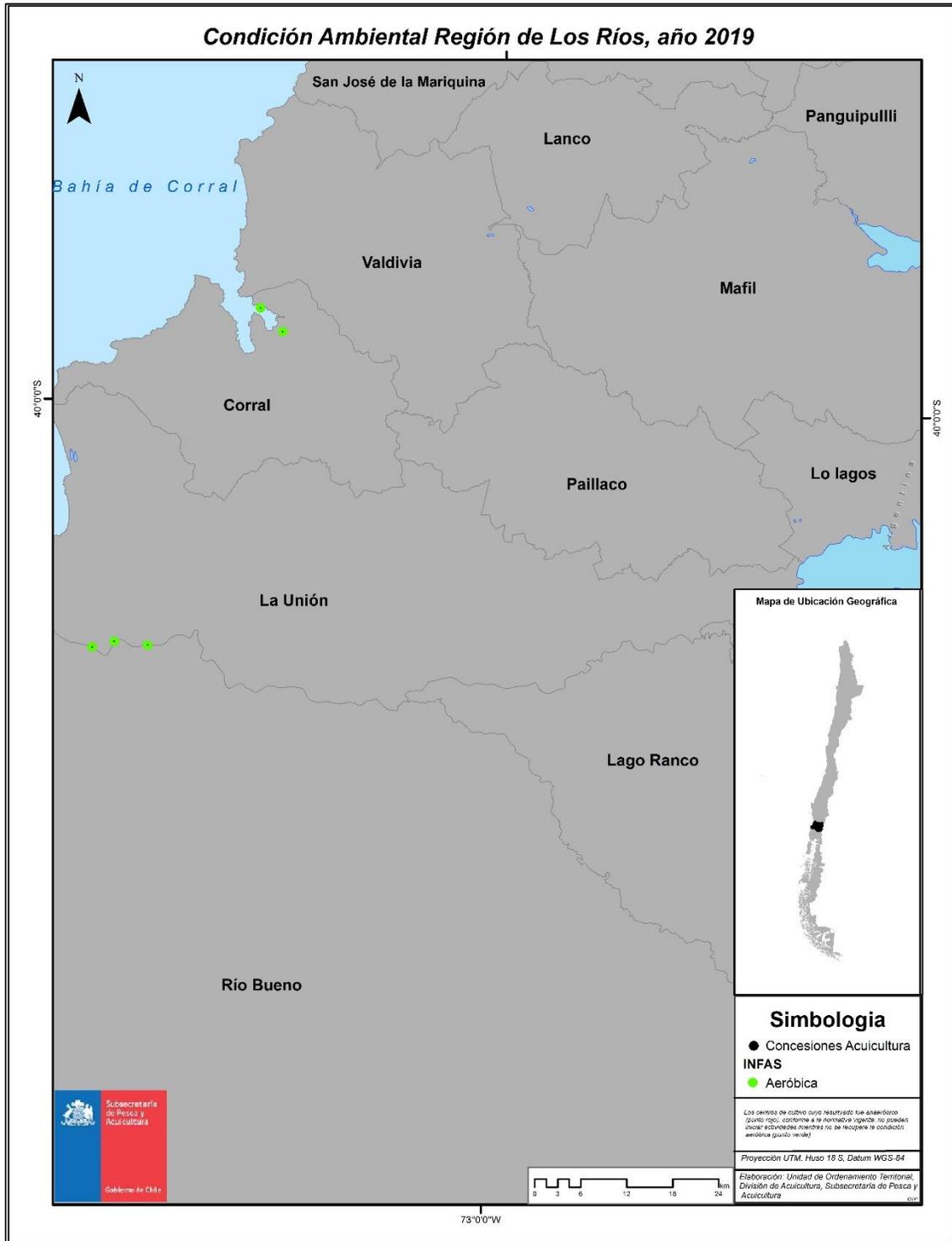


Mapa 7. Distribución espacial de biomasa en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, promedio años 2019-2020.

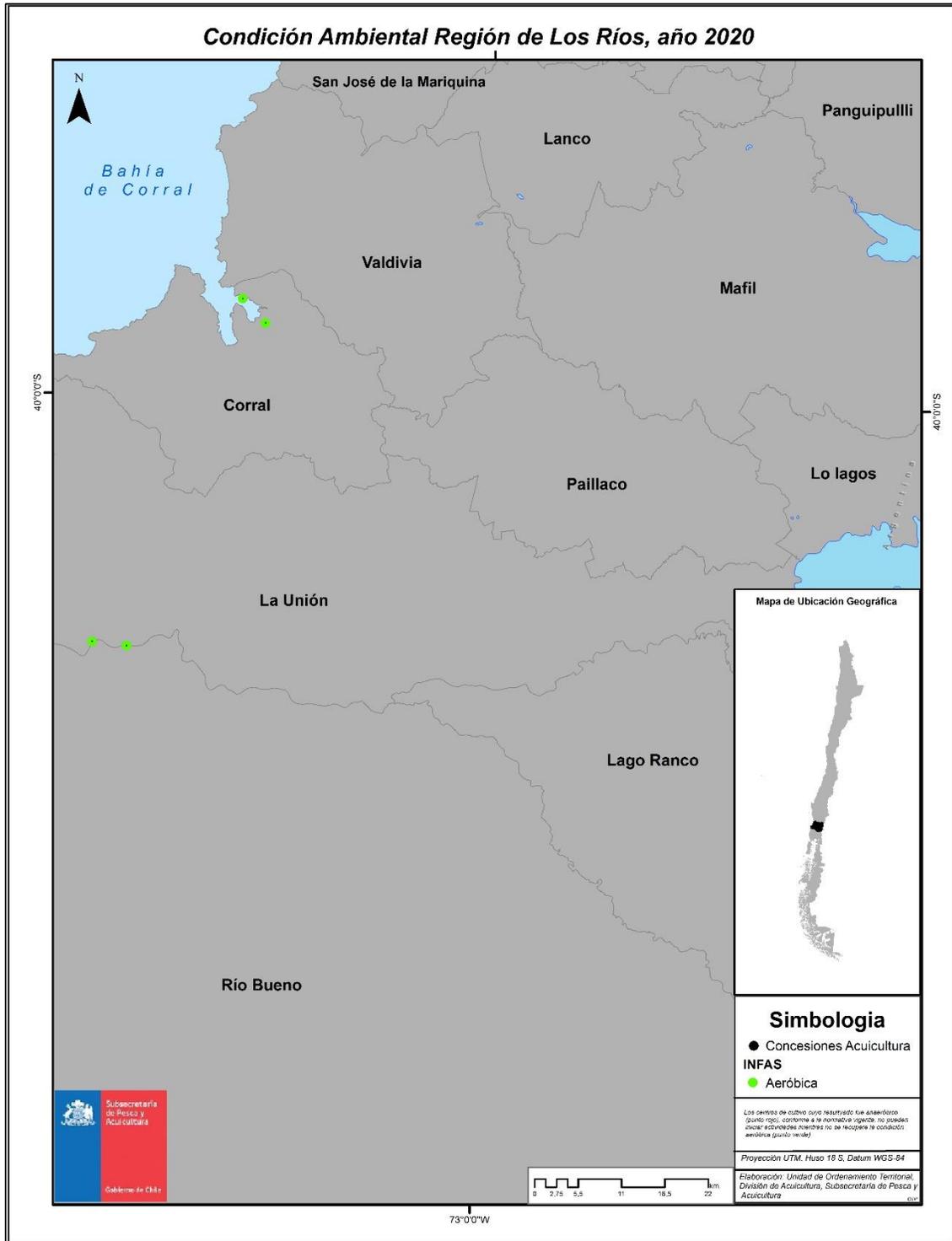
ANEXO II

Condición Ambiental por Región

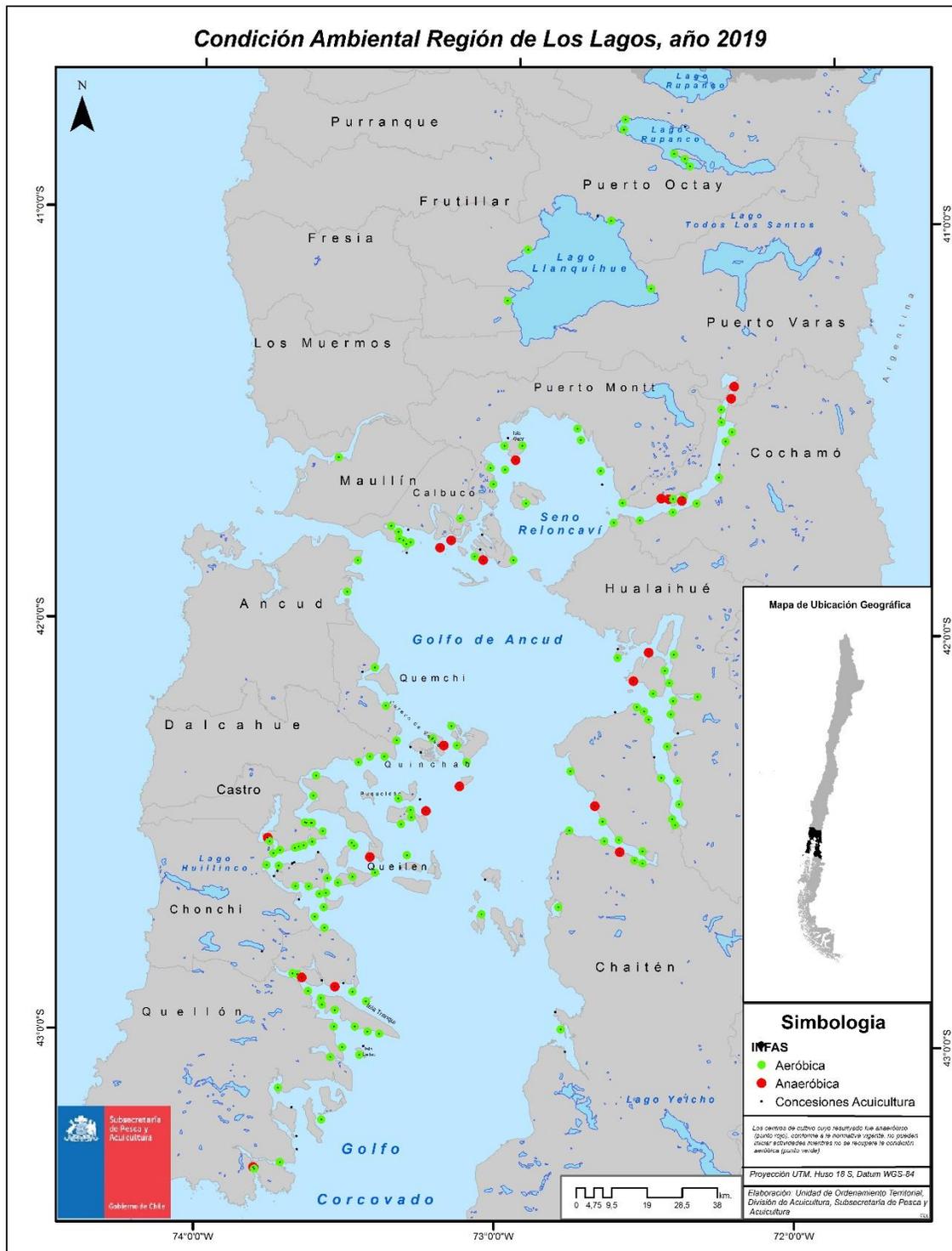
(Los Ríos, Los Lagos, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y Magallanes
y la Antártica Chilena)



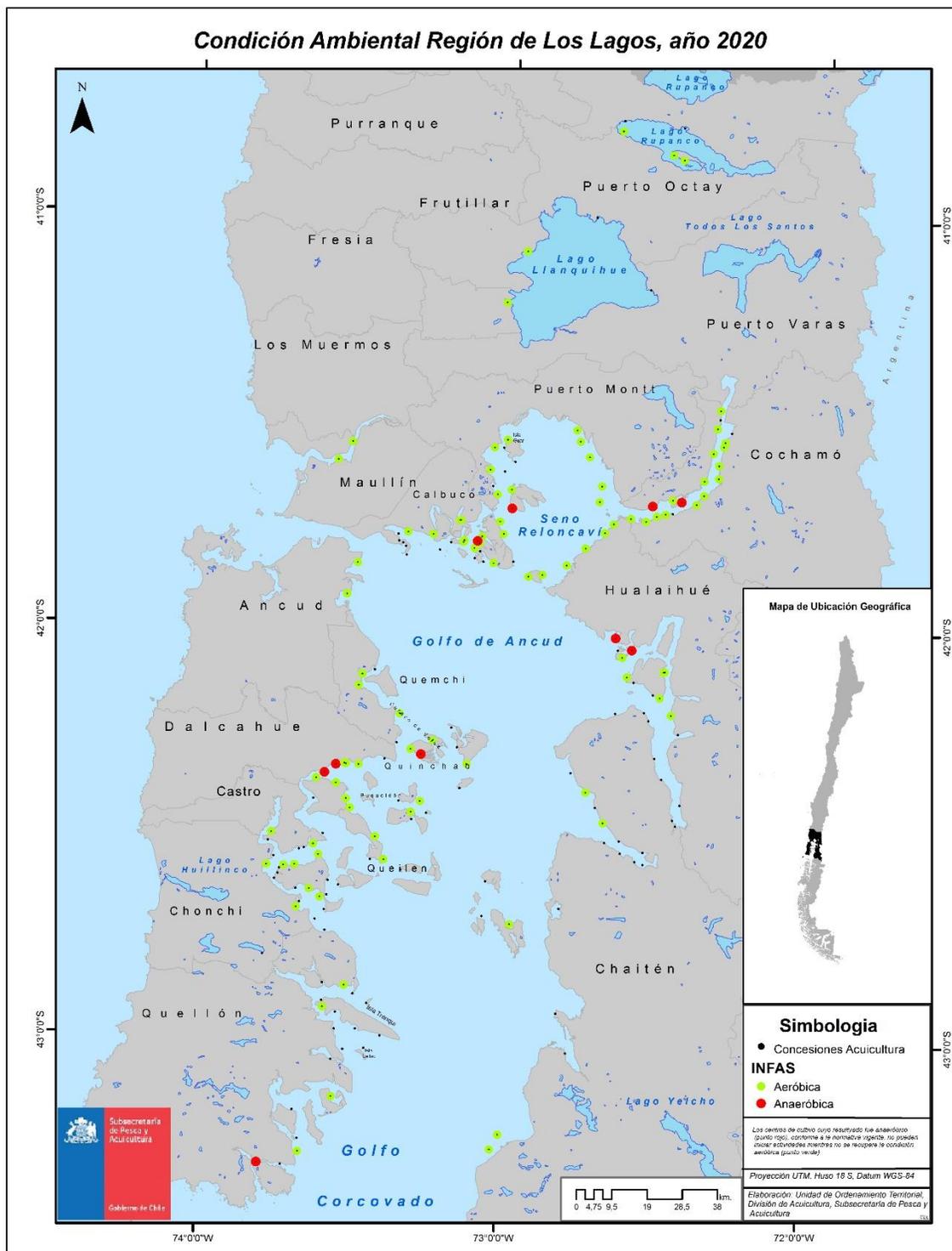
Mapa 8. Condición ambiental en la Región de Los Ríos según los resultados de la INFA, año 2019.



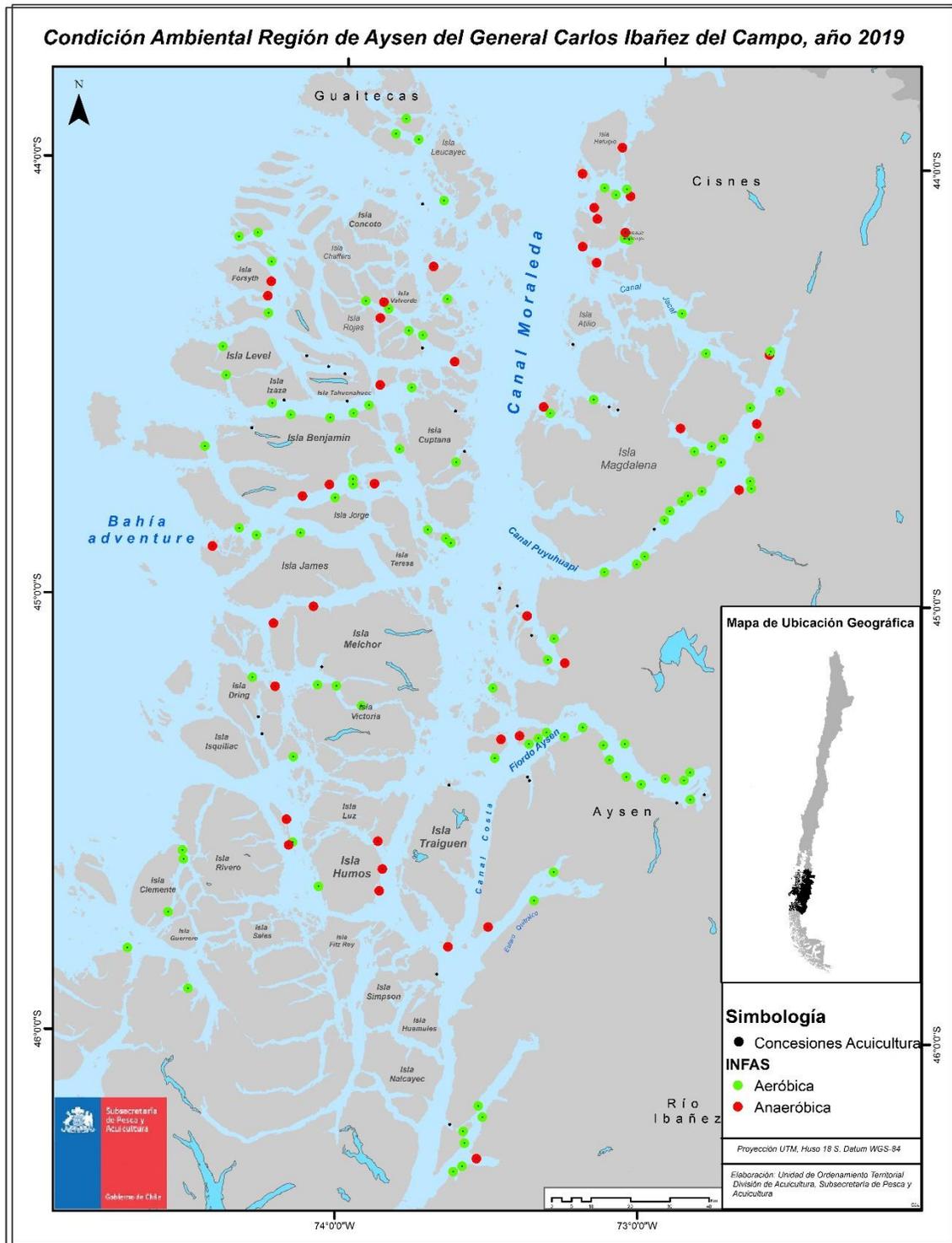
Mapa 9. Condición ambiental en la Región de Los Ríos según los resultados de la INFA, año 2020.



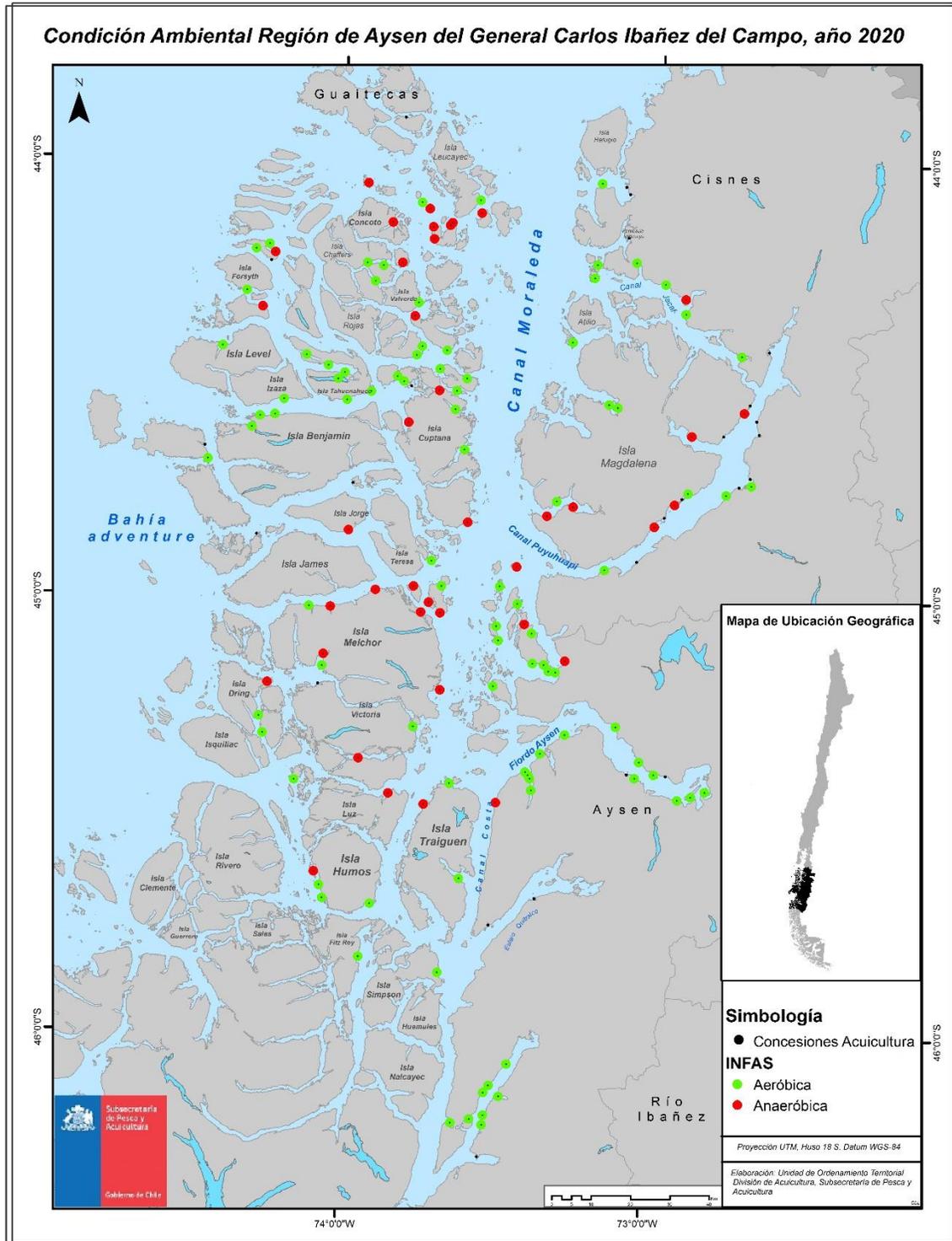
Mapa 10. Condición ambiental en la Región de Los Lagos según los resultados de la INFA, año 2019.



Mapa 11. Condición ambiental en la Región de Los Lagos según los resultados de la INFA, año 2020

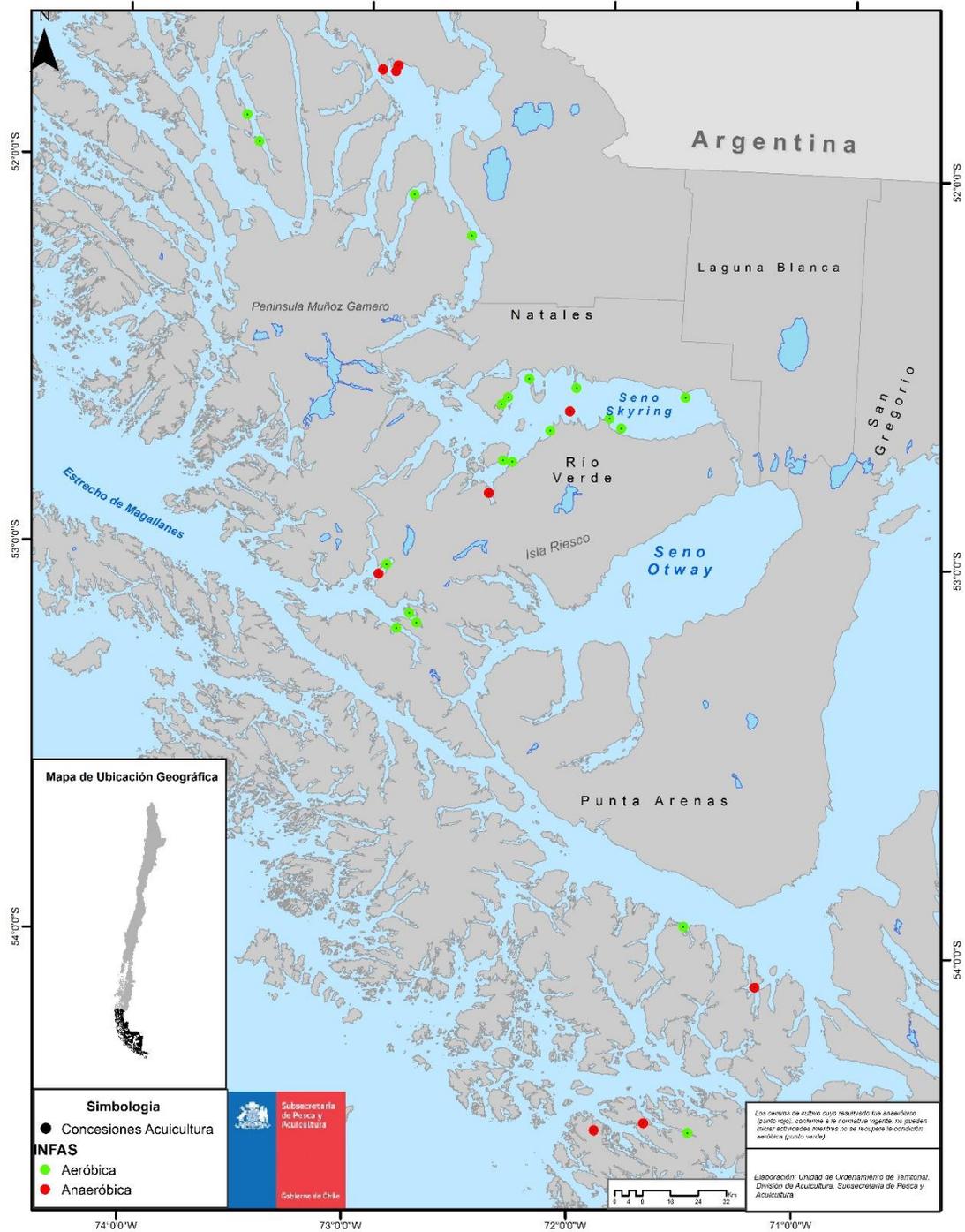


Mapa 12. Condición ambiental en la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo según los resultados de la INFA, año 2019.



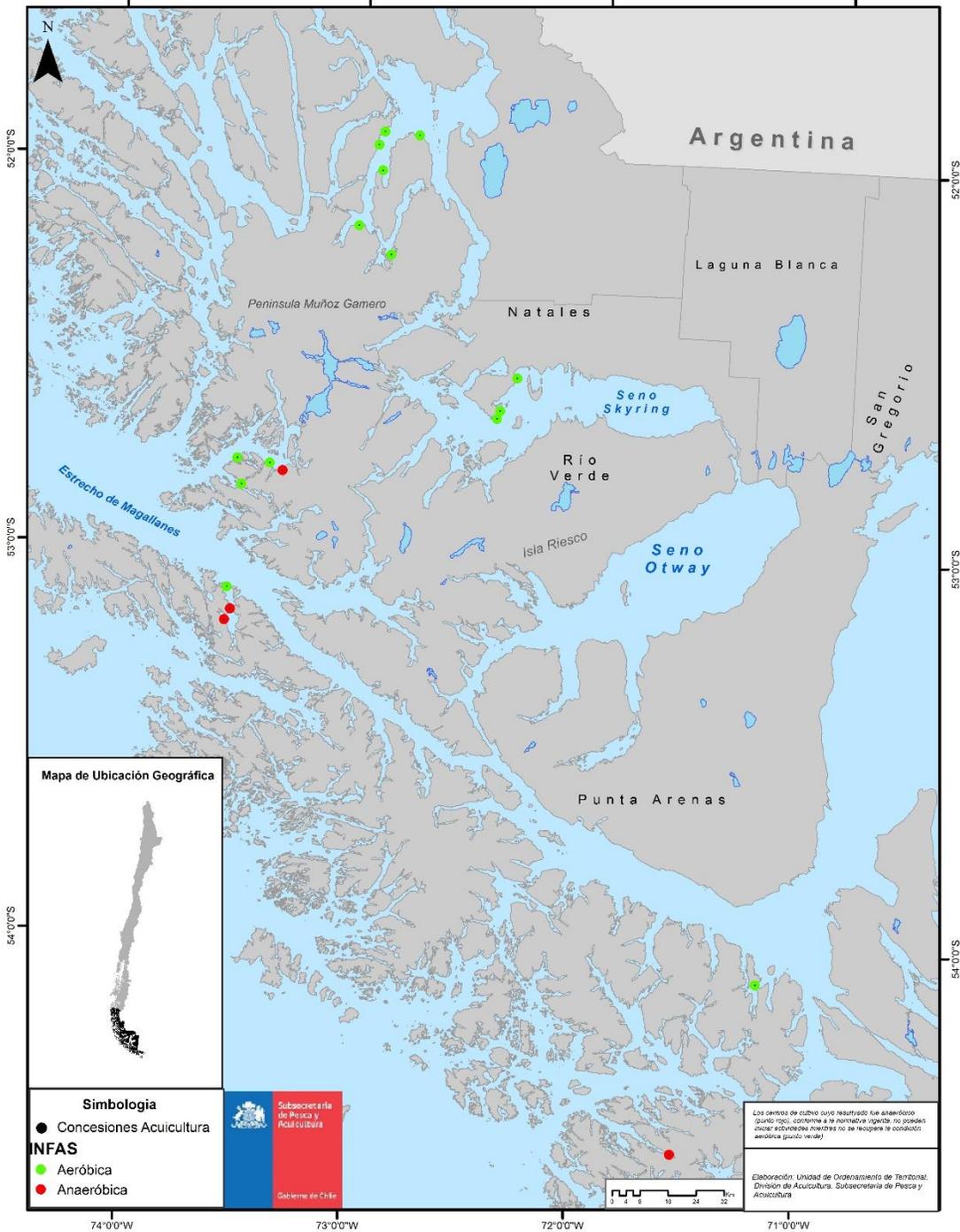
Mapa 13. Condición ambiental en la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo según los resultados de la INFA, año 2020.

Condición Ambiental Región de Magallanes y La Antártica Chilena, año 2019



Mapa 14. Condición ambiental en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena según los resultados de la INFA, año 2019.

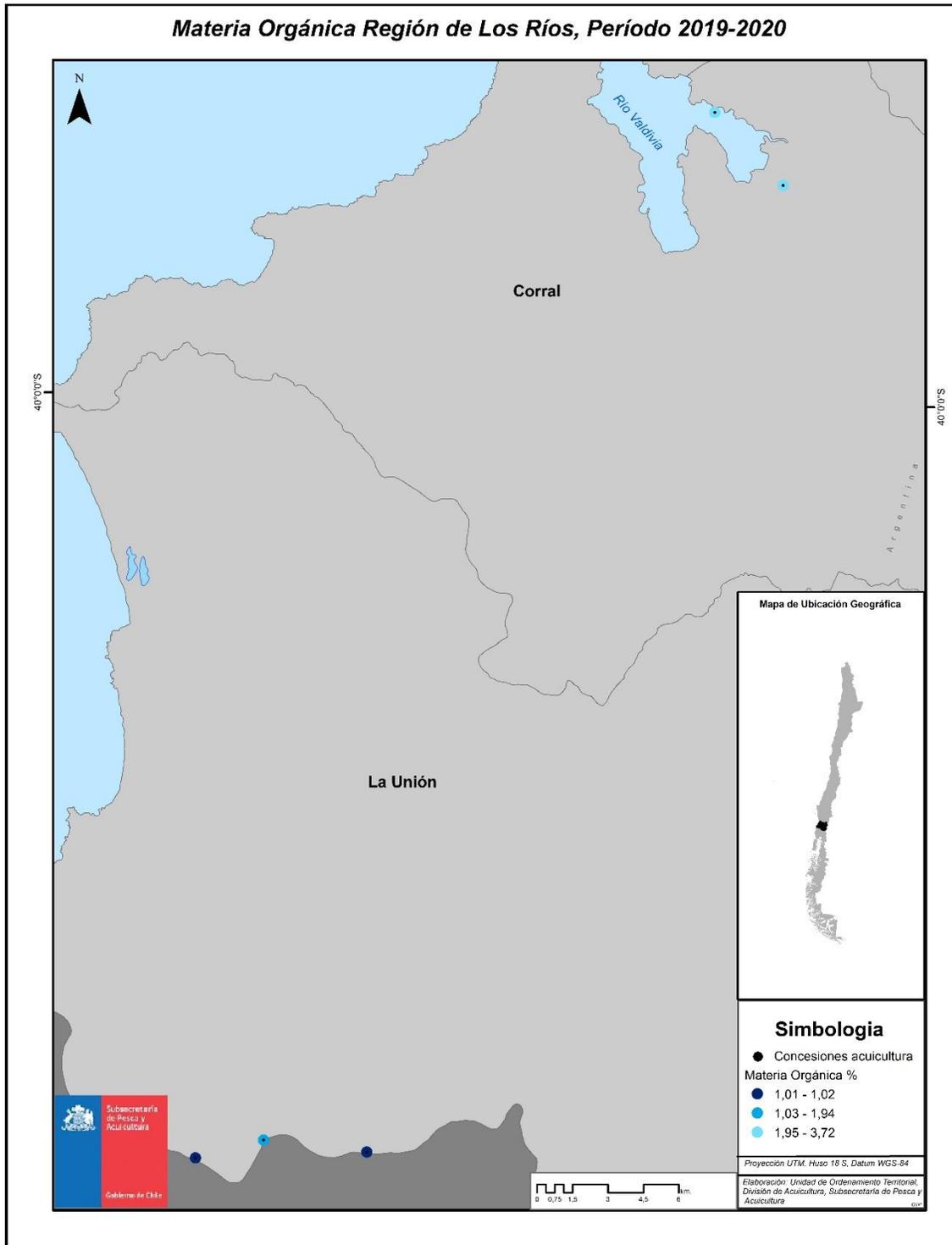
Condición Ambiental Región de Magallanes y La Antártica Chilena, año 2020



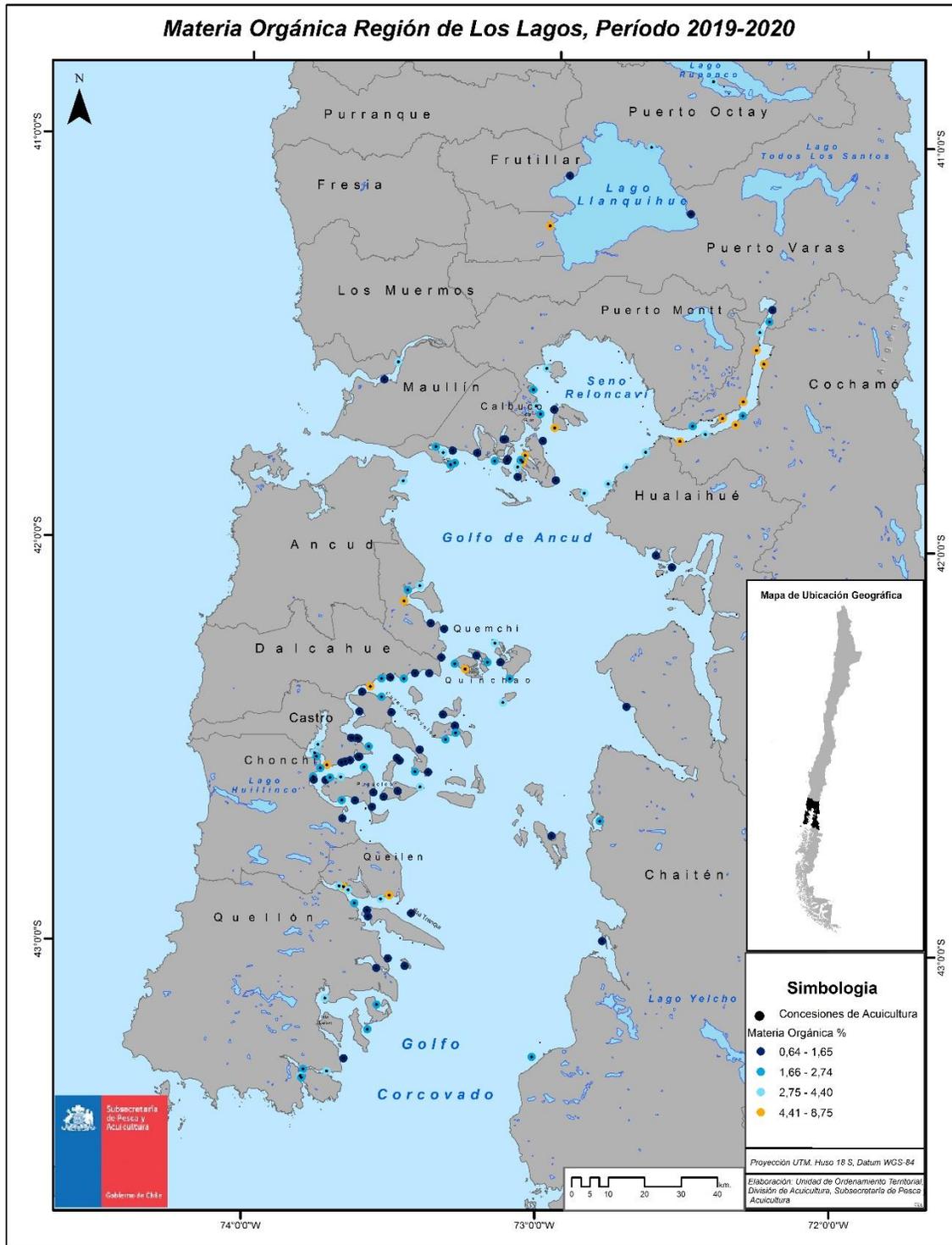
Mapa 15. Condición ambiental en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena según los resultados de la INFA, año 2020.

ANEXO III

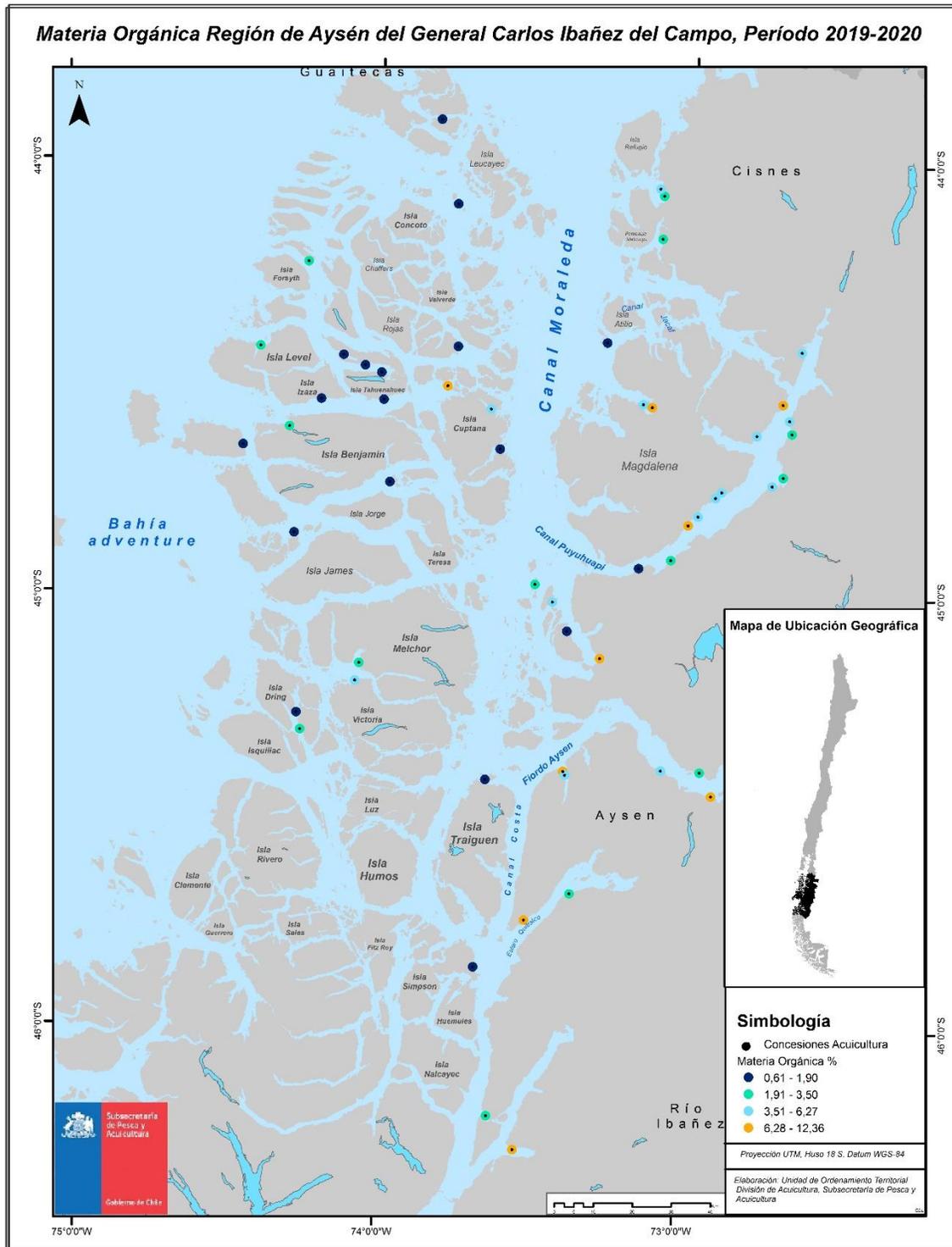
Distribución de las Variables Ambientales por Región
(Los Ríos, Los Lagos, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y Magallanes
y la Antártica Chilena)



Mapa 16. Distribución y concentración de materia orgánica en la Región de Los Ríos, promedio años 2019-2020.

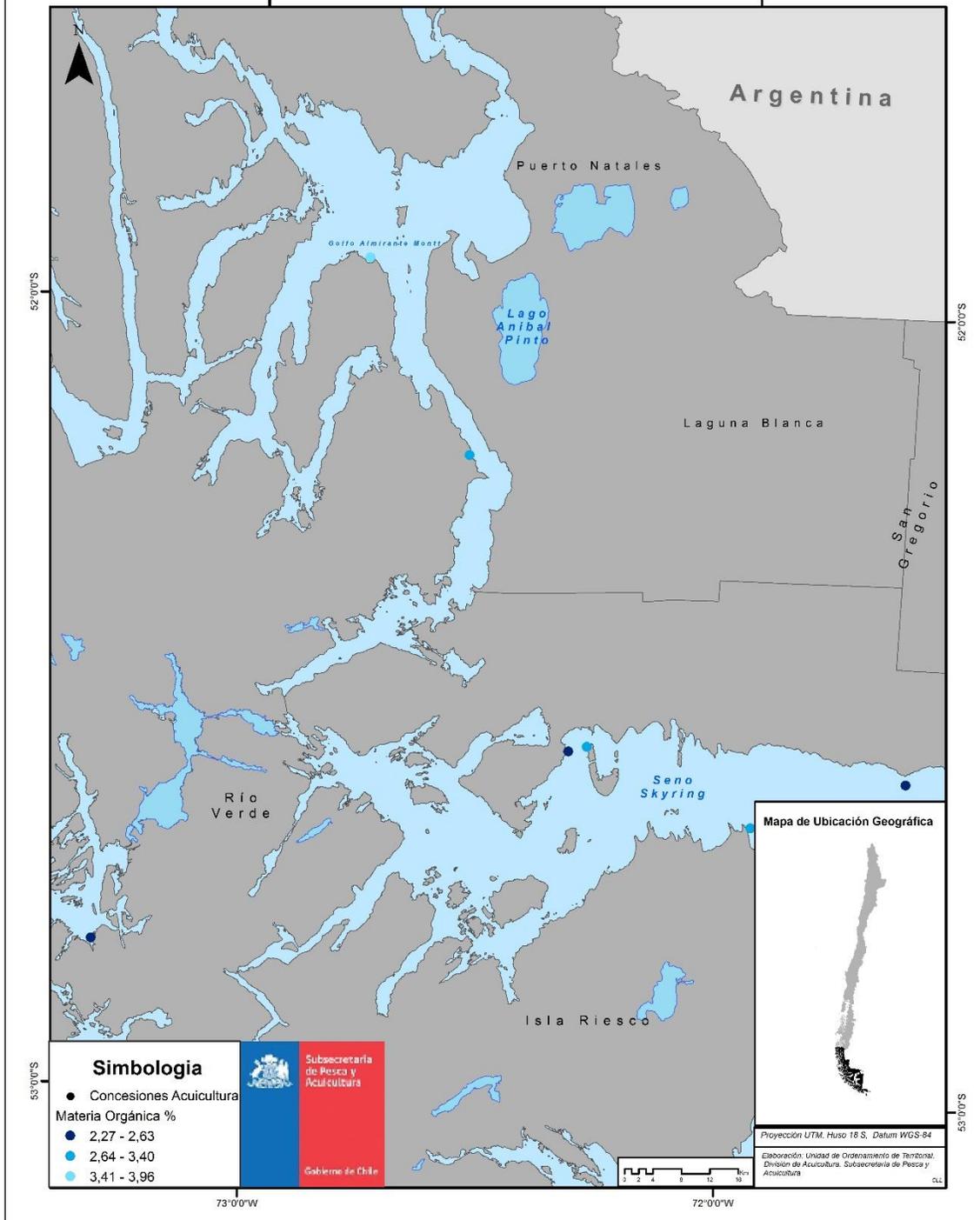


Mapa 17. Distribución y concentración de materia orgánica en la Región de Los Lagos, promedio años 2019-2020.

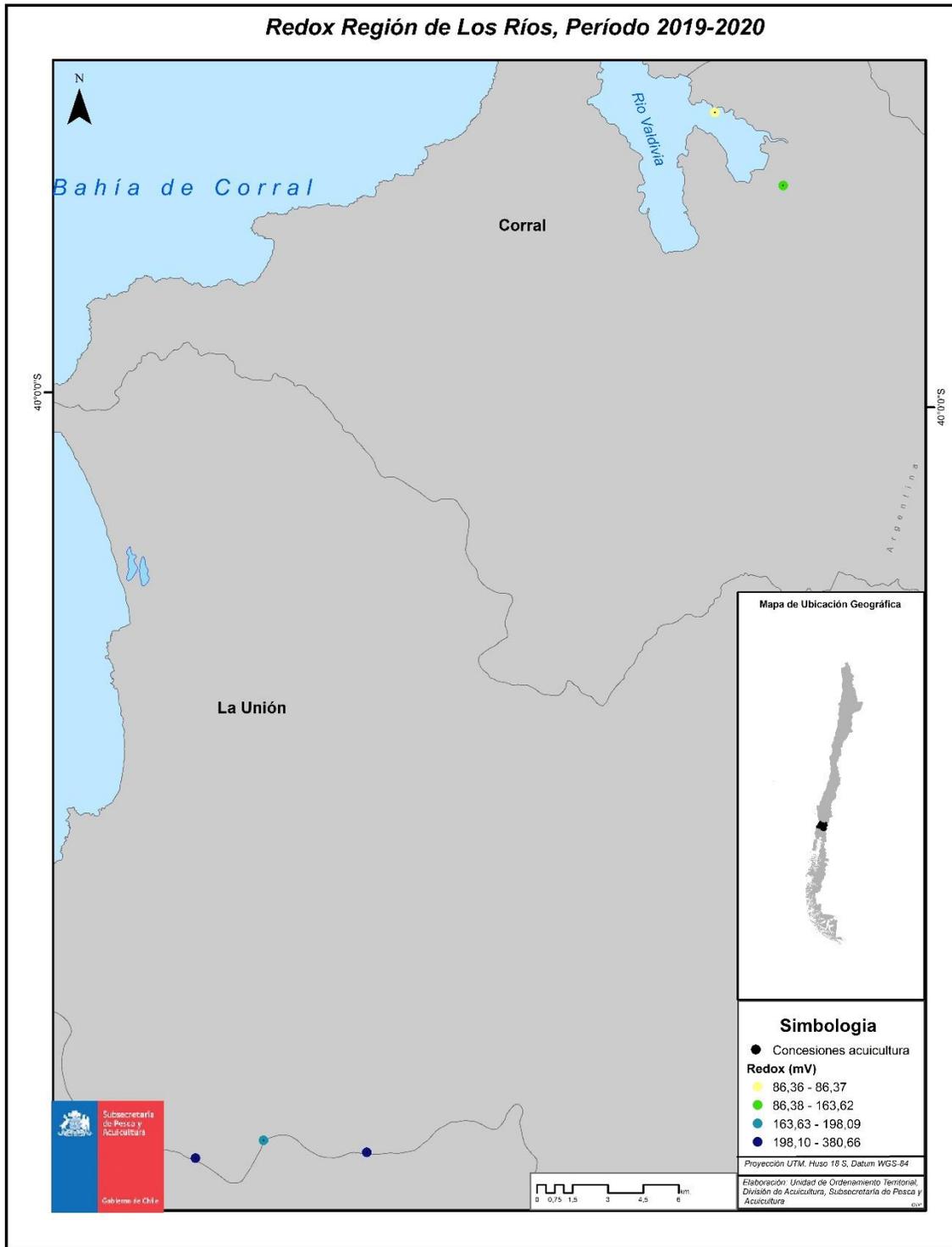


Mapa 18. Distribución y concentración de materia orgánica en la Región de Aysén del General Carlos Ibañez del Campo, promedio años 2019-2020.

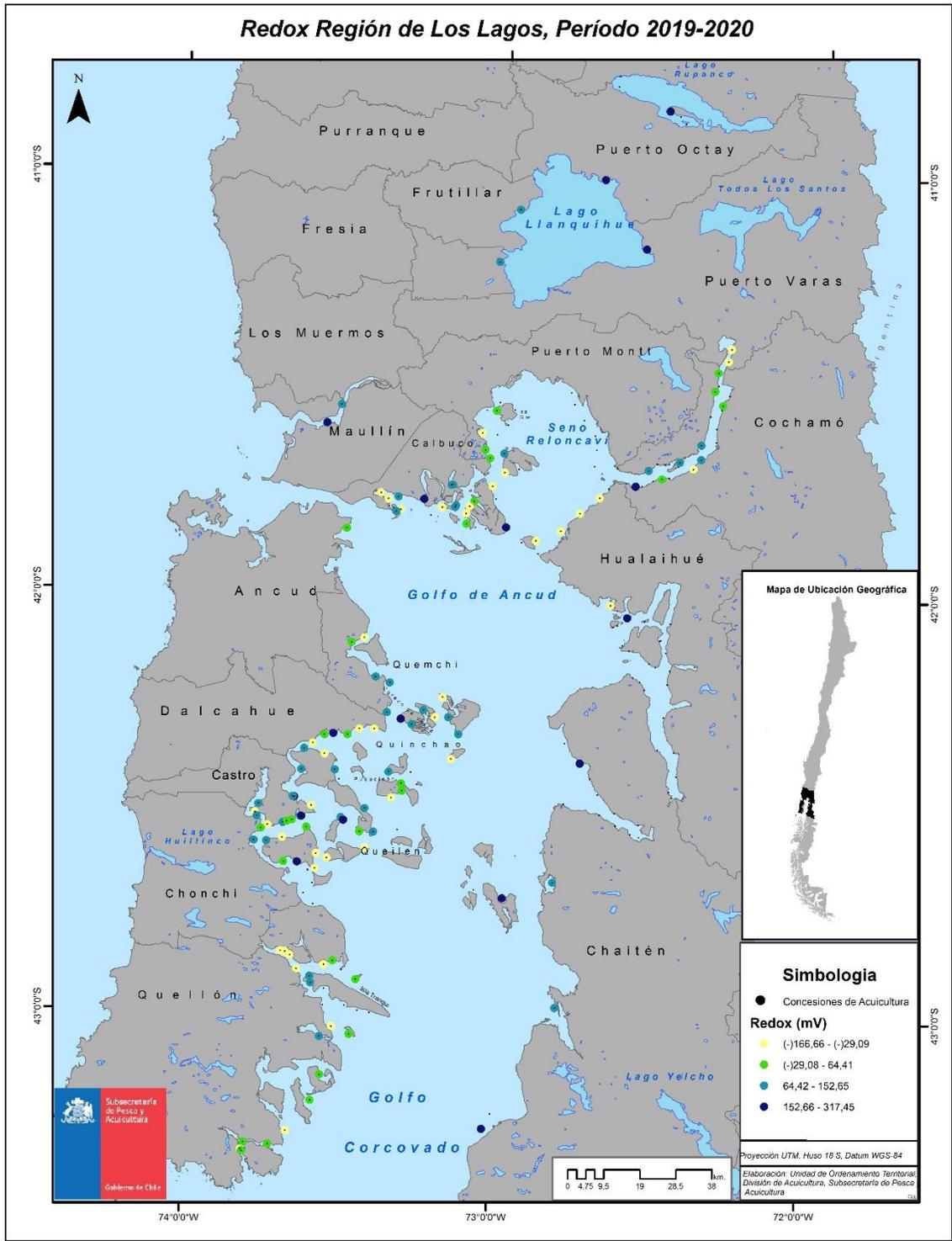
Materia Orgánica Región de Magallanes y de La Antártica Chilena, Período 2019-2020



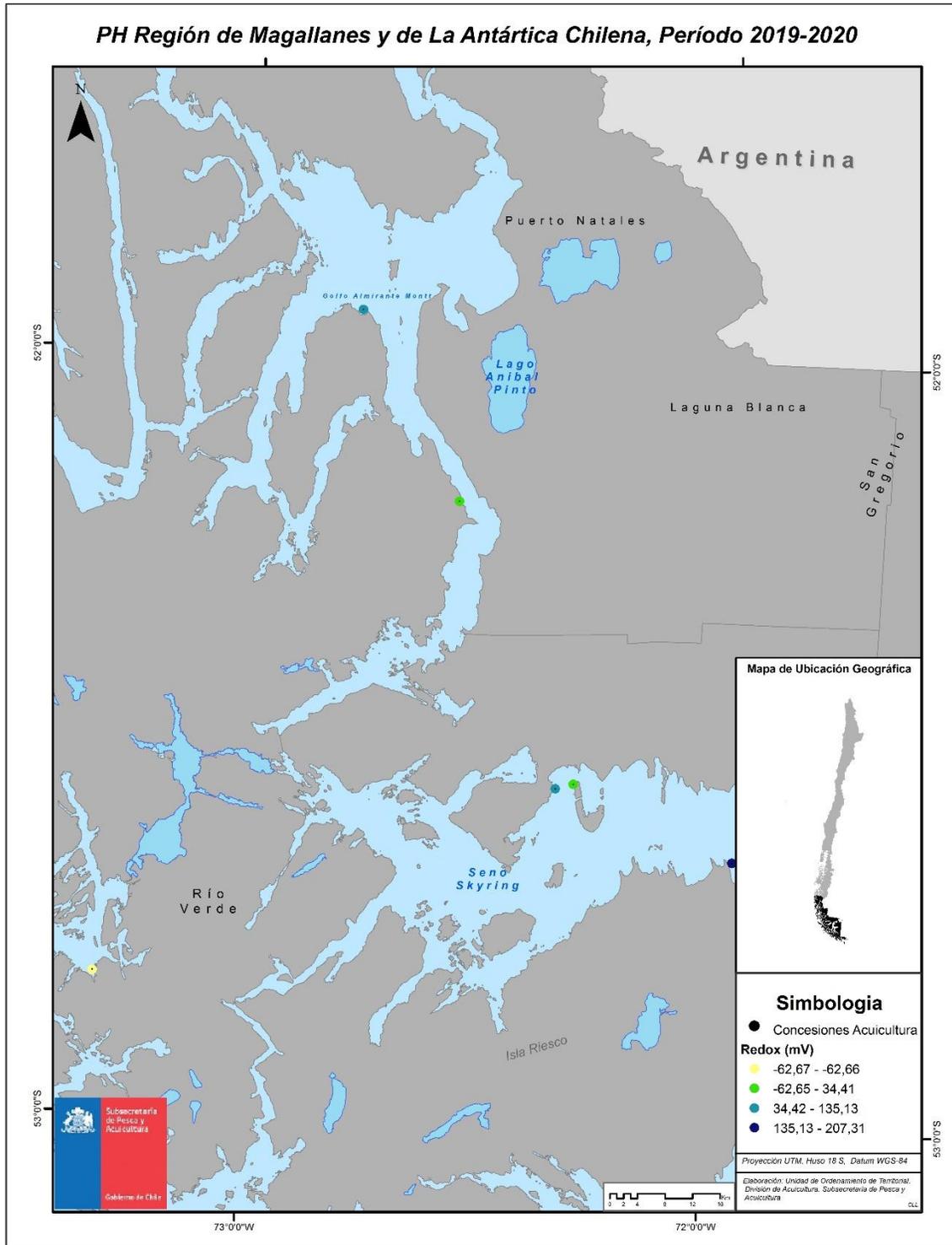
Mapa 19. Distribución y concentración de materia orgánica en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, promedio años 2019-2020.



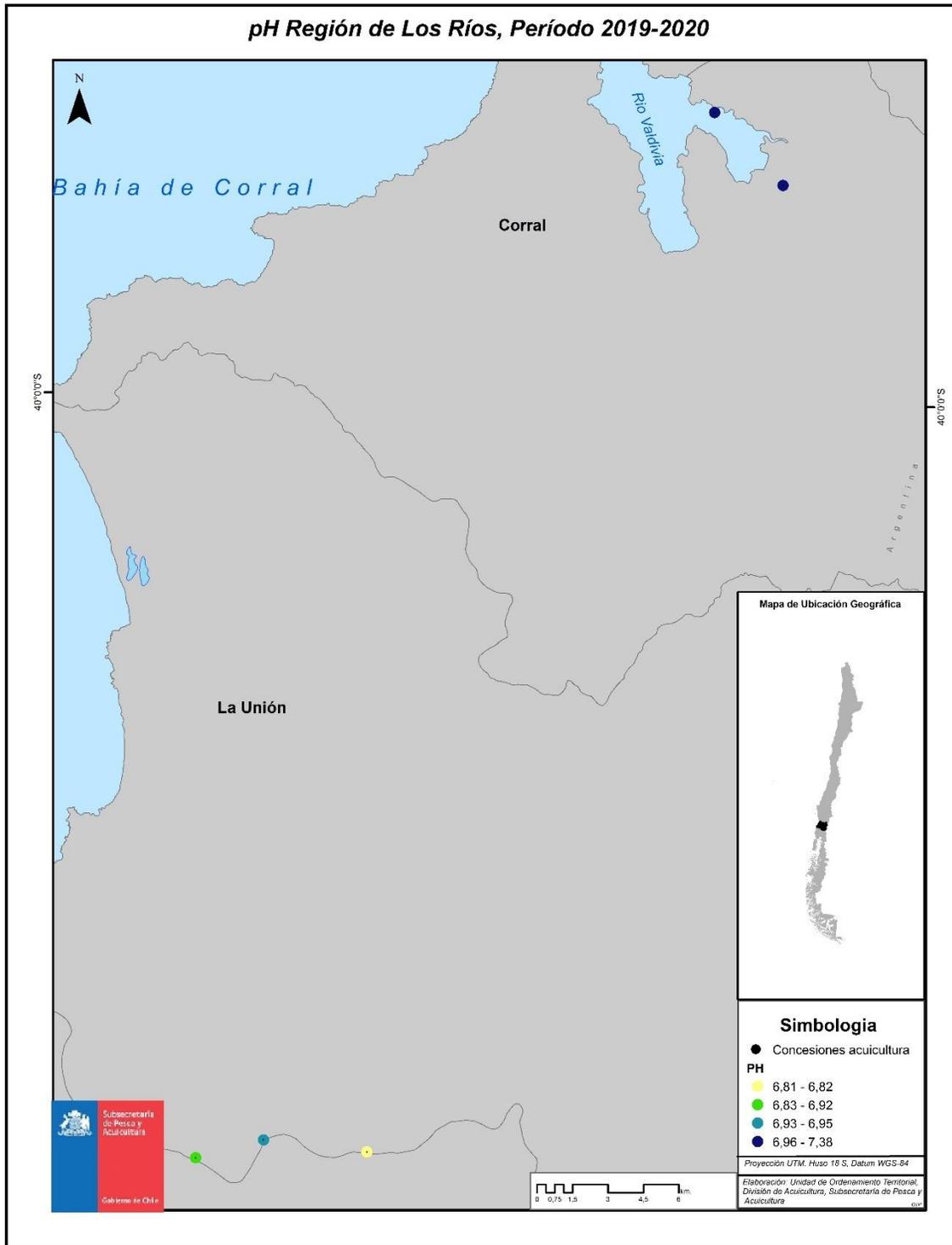
Mapa 20. Expresión del potencial de óxido reducción en la Región de Los Ríos, promedio años 2019-2020.



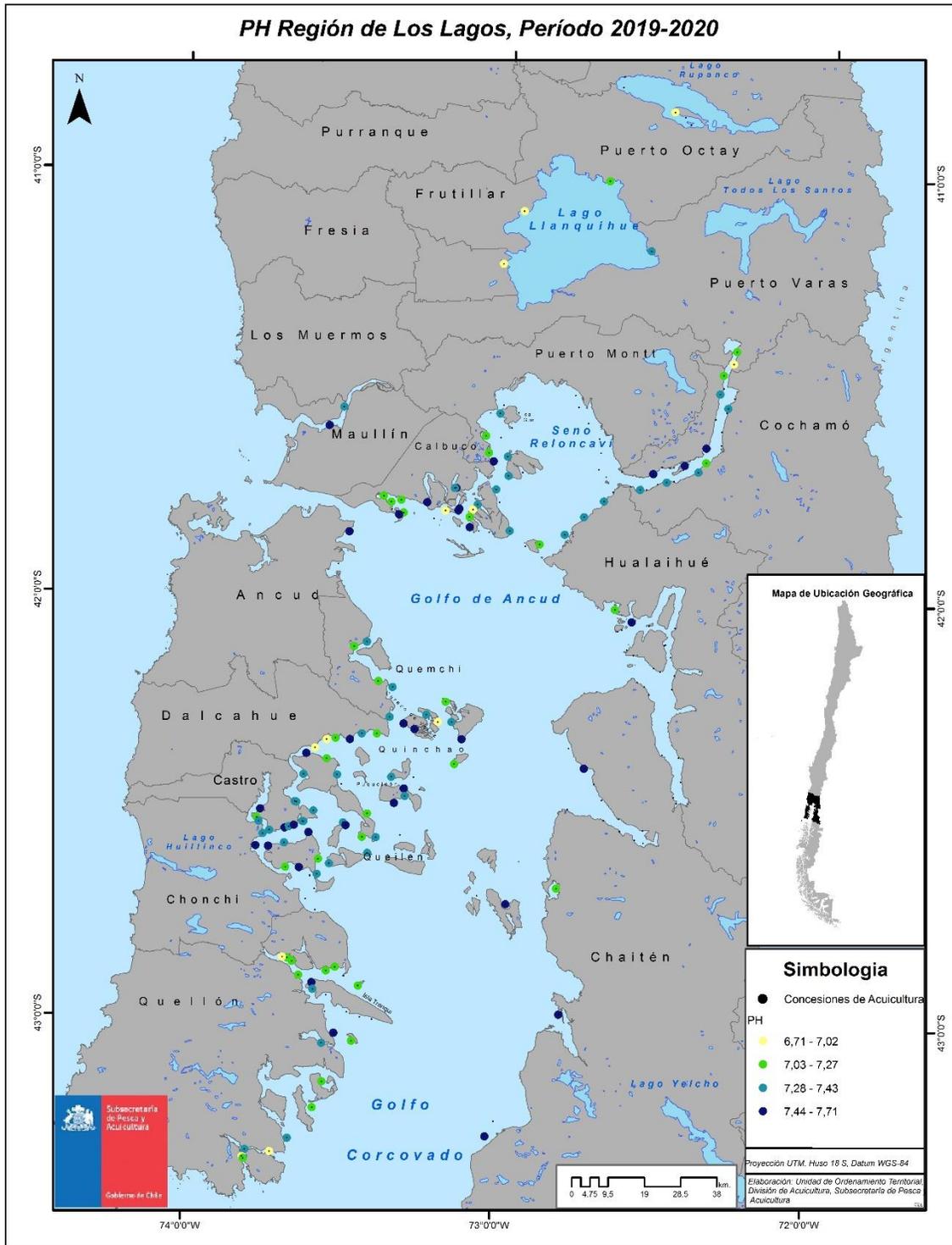
Mapa 21. Expresión del potencial de óxido reducción en la Región de Los Lagos, promedio años 2019-2020.



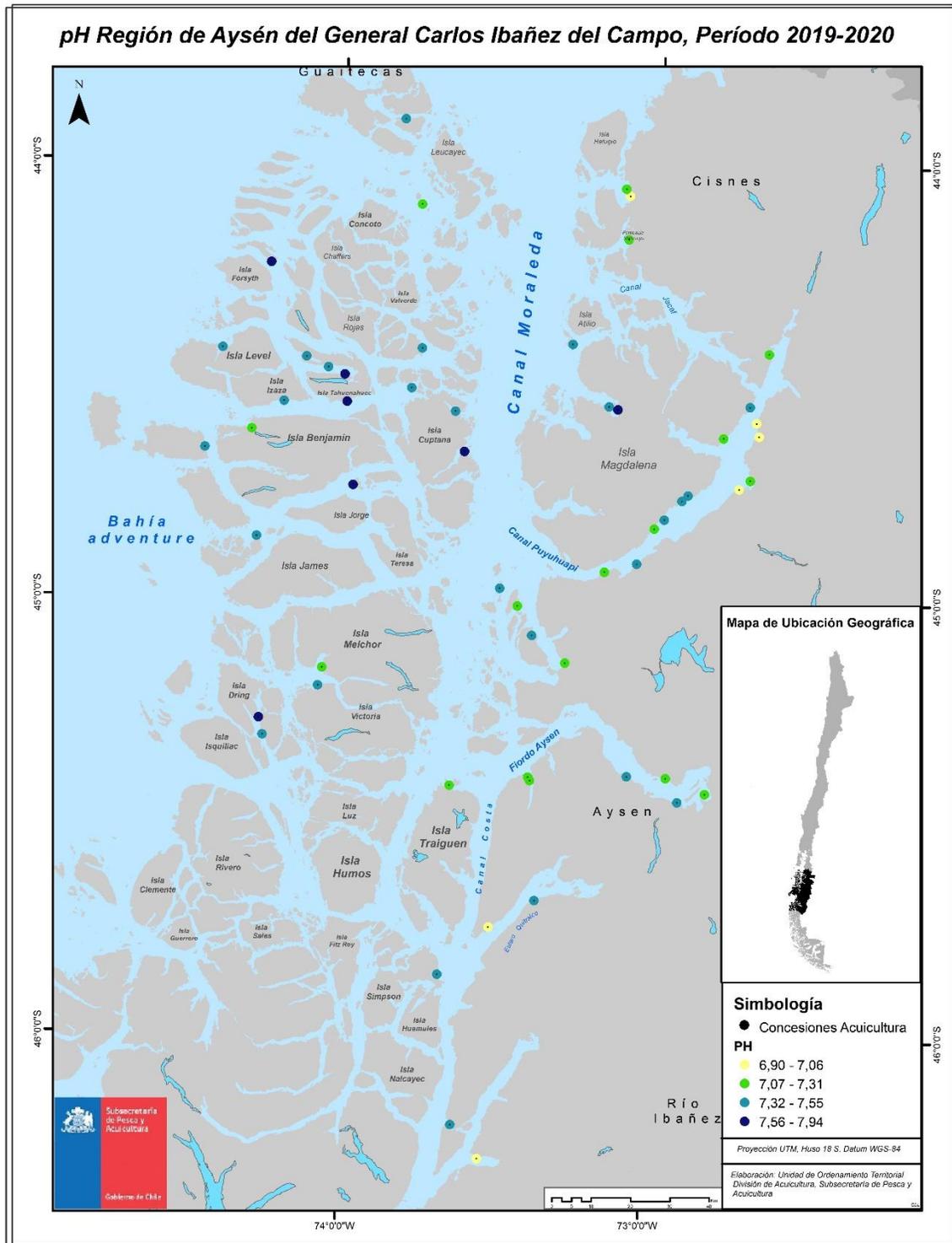
Mapa 23. Expresión del potencial de óxido reducción en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, promedio años 2019-2020.



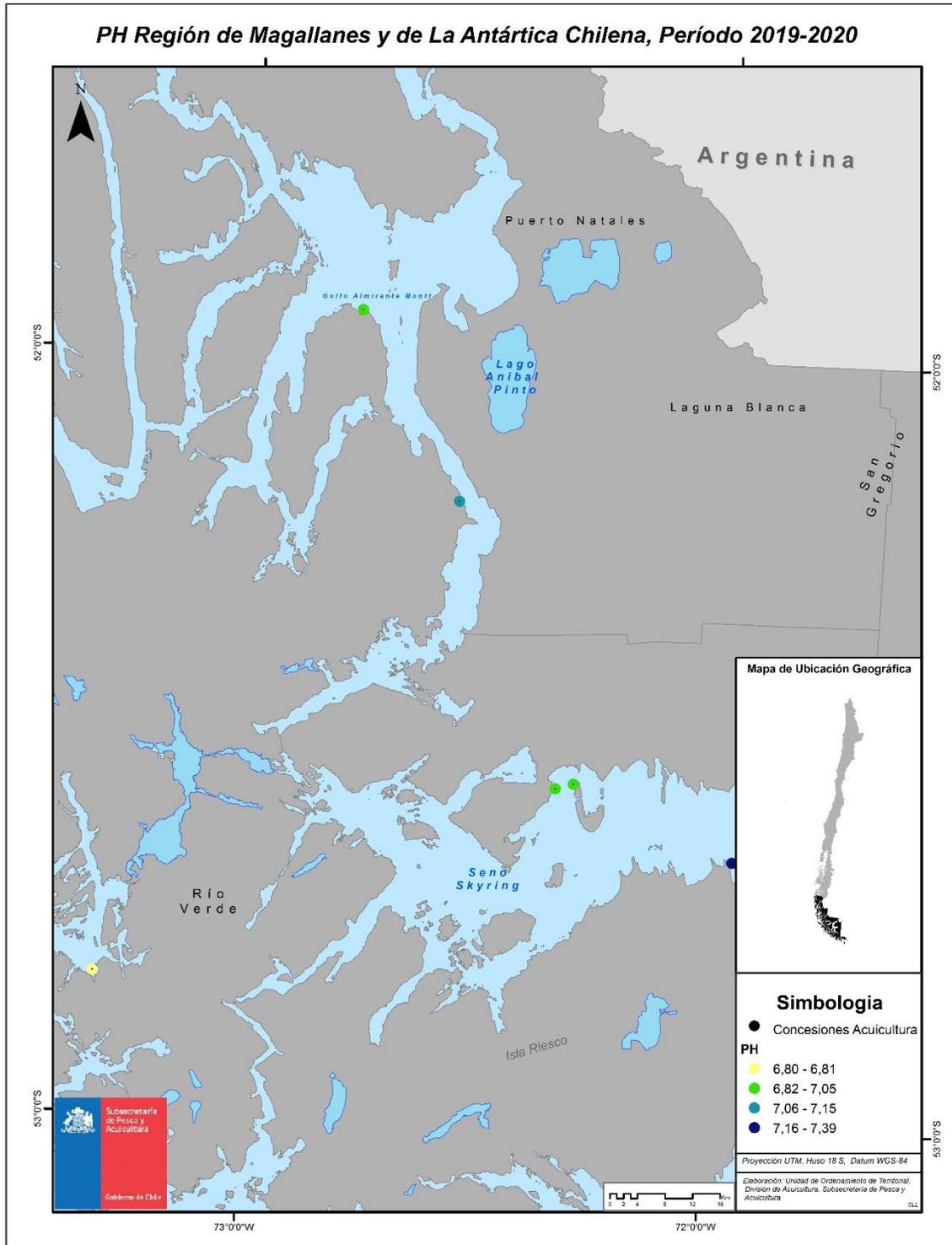
Mapa 24. Expresión del pH en centros de cultivo de la Región de Los Ríos, promedio años 2019-2020.



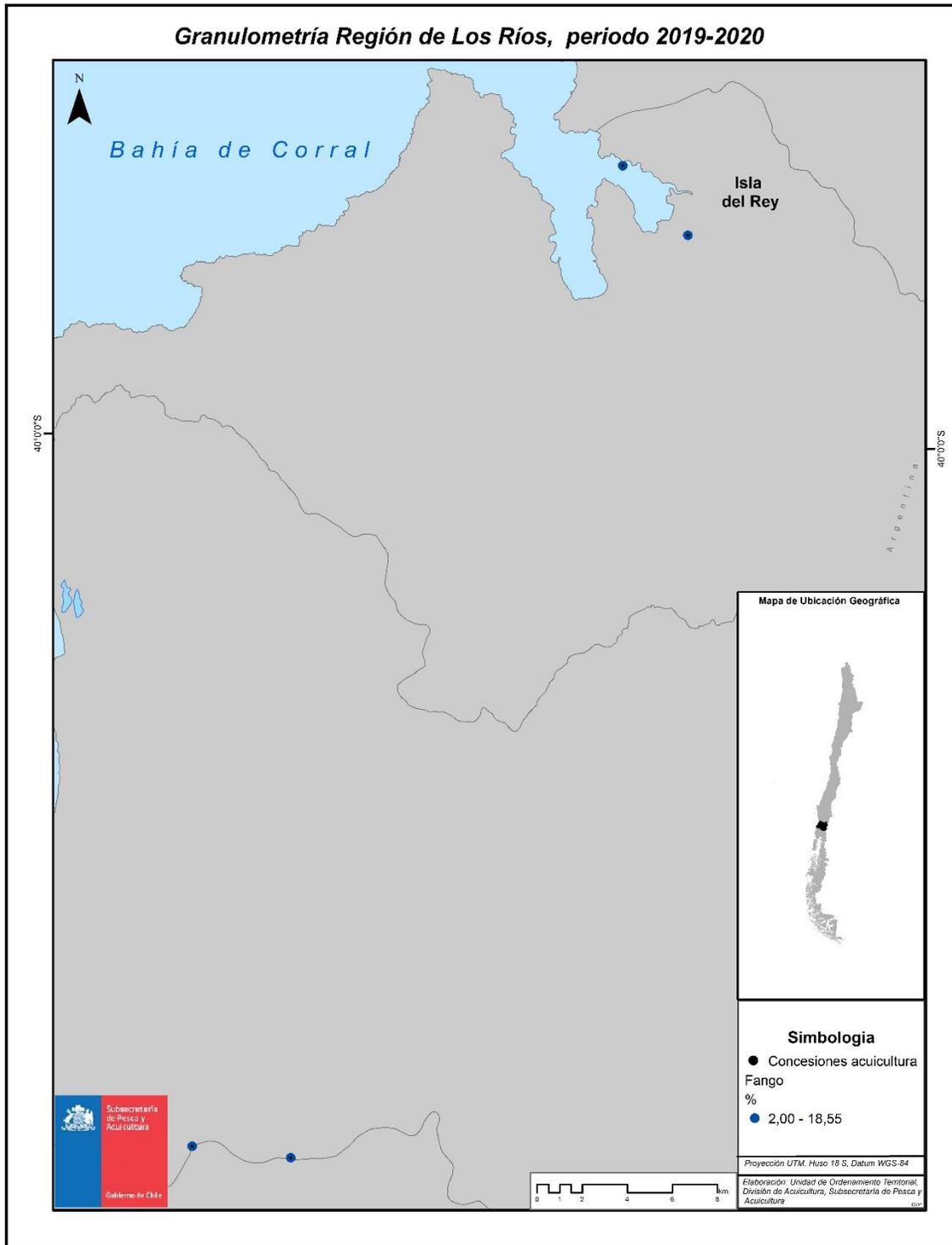
Mapa 25. Expresión del pH en centros de cultivo de la Región de Los Lagos, promedio años 2019-2020.



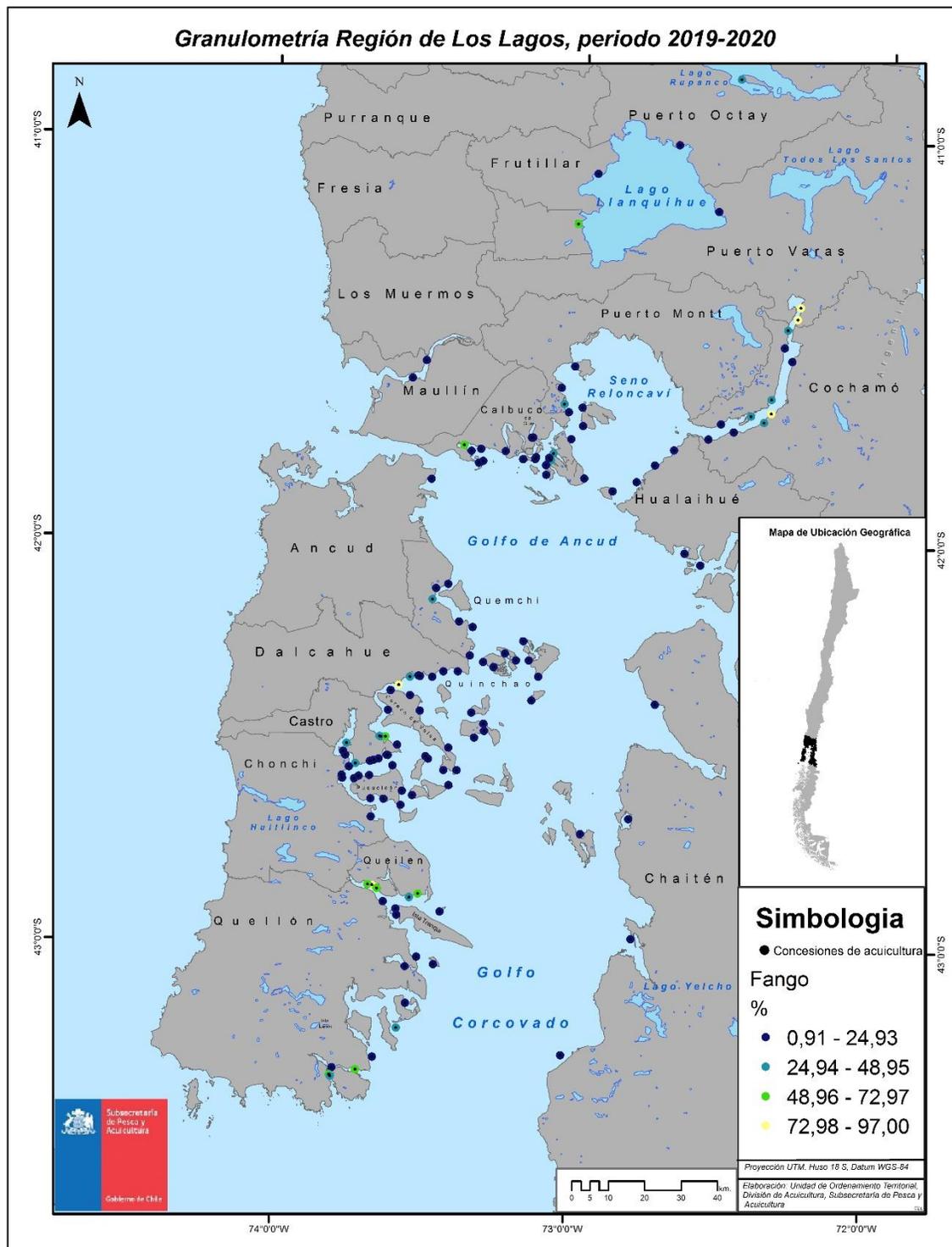
Mapa 26. Expresión del pH en centros de cultivo de la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, promedio años 2019-2020.



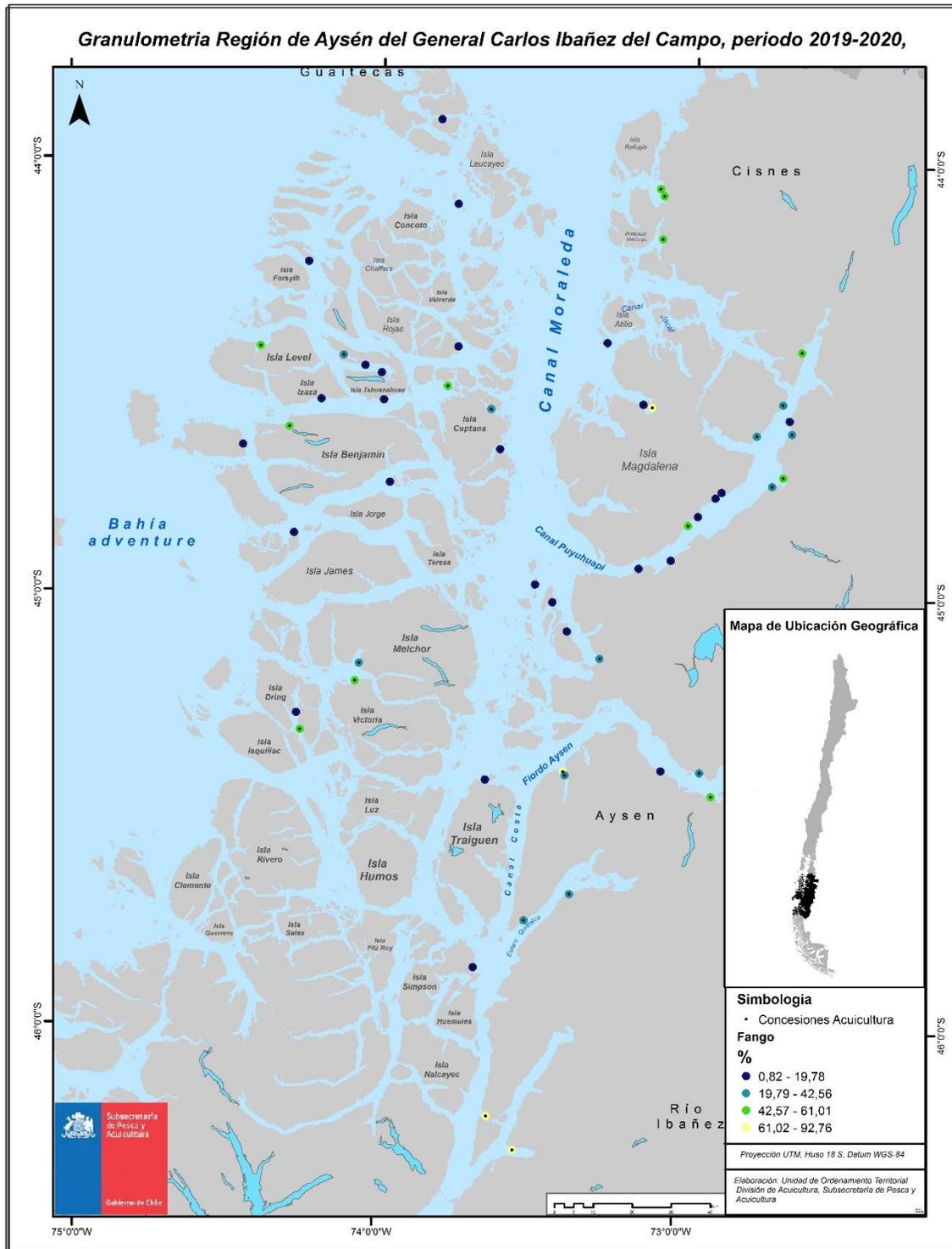
Mapa 27. Expresión del pH en centros de cultivo de la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, promedio años 2019-2020.



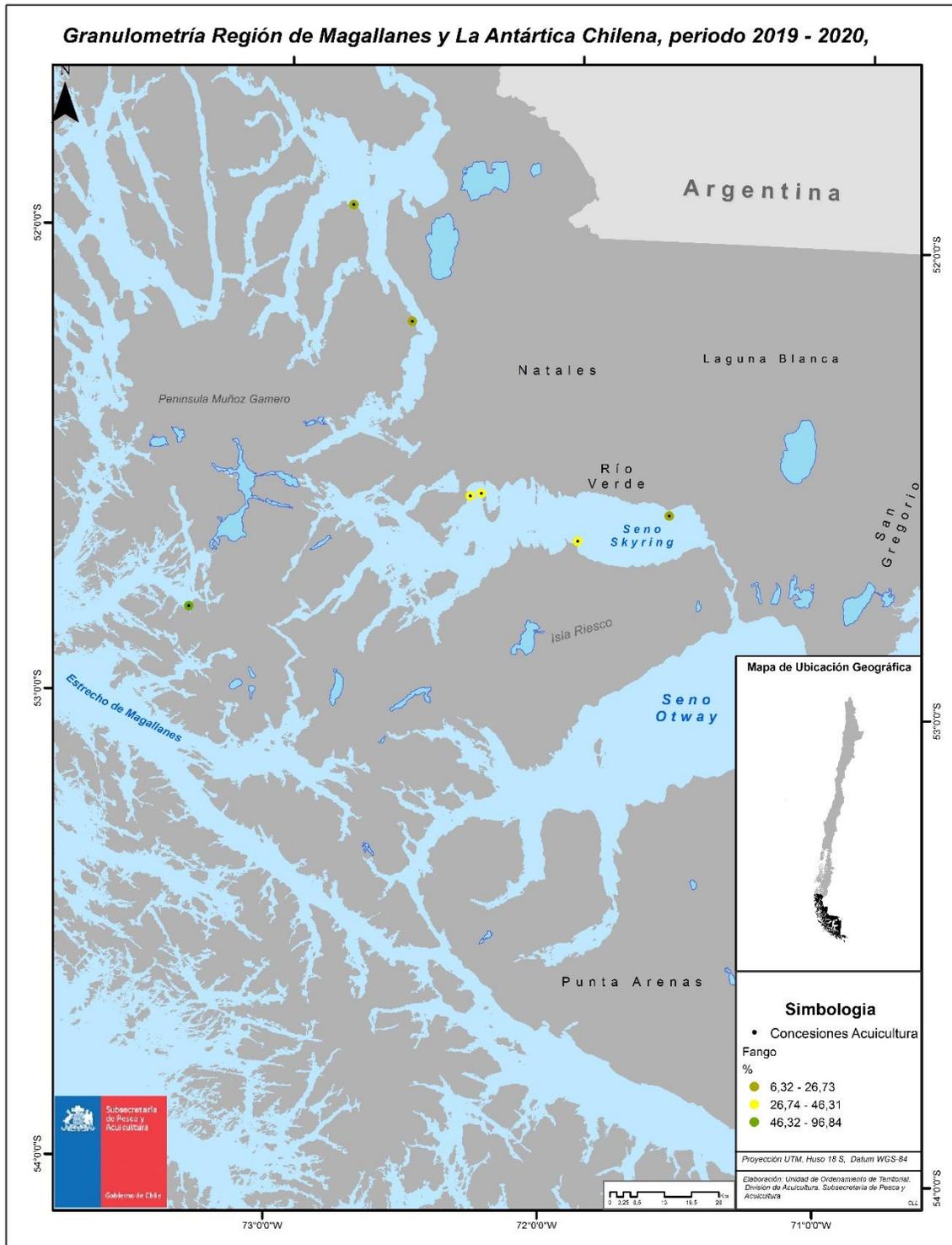
Mapa 28. Porcentaje de fango en centros de cultivo de la Región Los Ríos, promedio años 2019-2020.



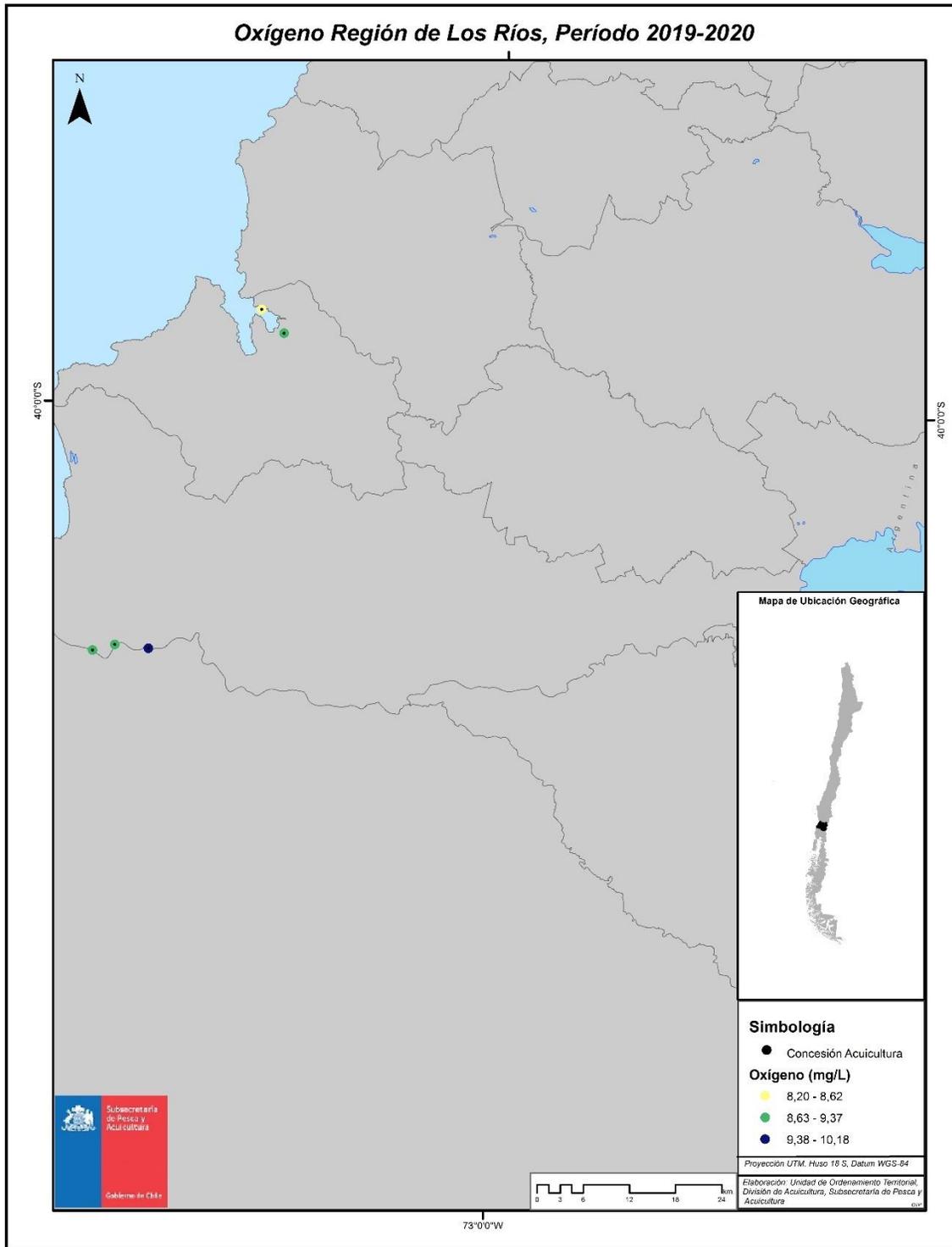
Mapa 29. Porcentaje de fango en centros de cultivo de la Región Los Lagos, promedio años 2019-2020.



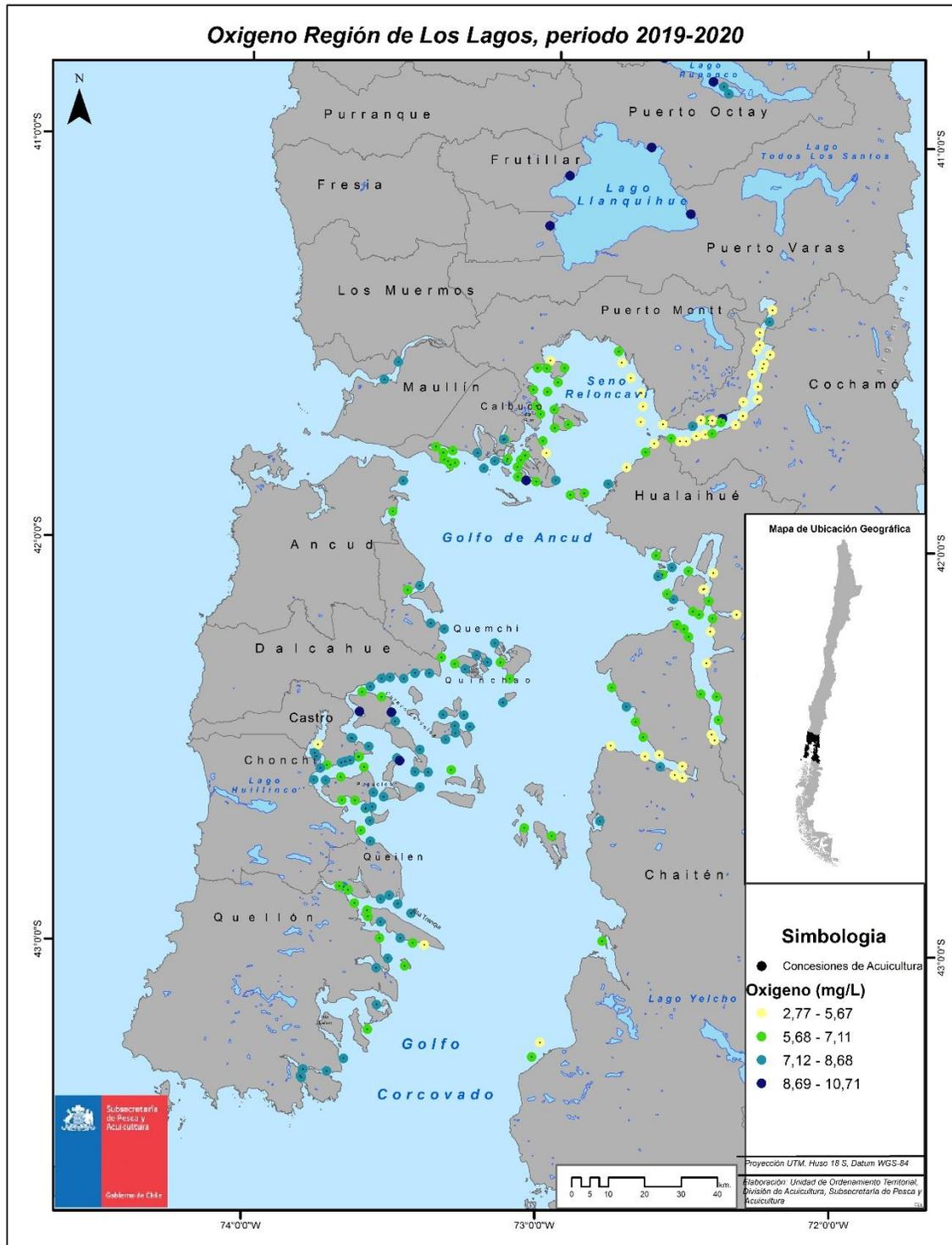
Mapa 30. Porcentaje de fango en centros de cultivo de la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, promedio años 2019-2020.



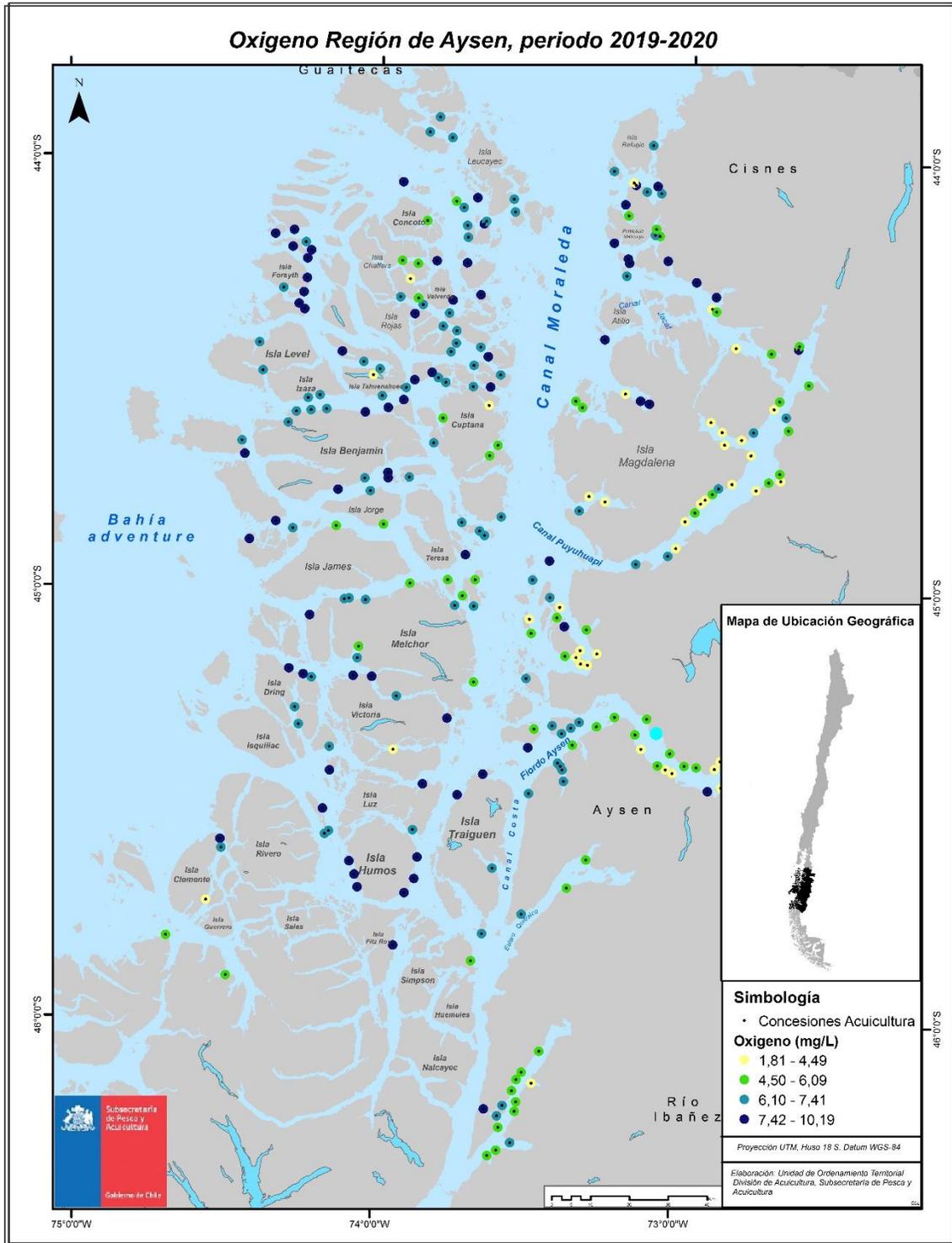
Mapa 31. Porcentaje de fango en centros de cultivo de la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, promedio años 2019-2020.



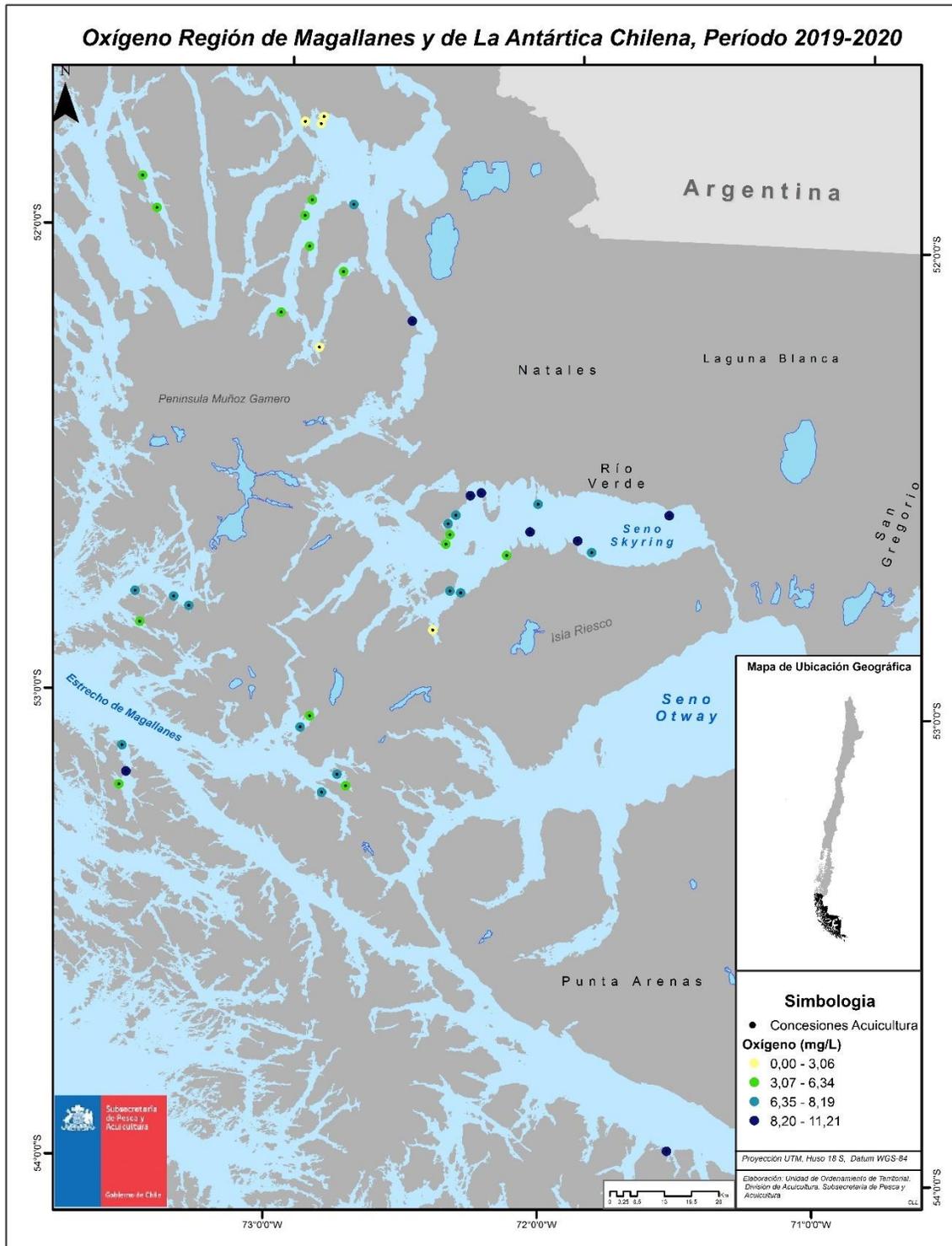
Mapa 32. Concentración de oxígeno a un metro del fondo en la Región de Los Ríos, promedio años 2019-2020.



Mapa 33. Concentración de oxígeno a un metro del fondo en la Región de Los Lagos, promedio años 2019-2020.



Mapa 34. Concentración de oxígeno a un metro del fondo en la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, , promedio años 2019-2020.



Mapa 35. Concentración de oxígeno a un metro del fondo en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, promedio años 2019-2020.