

# INFORME AMBIENTAL DE LA ACUICULTURA

Período 2009 a 2014

SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA

Enero 2016

## TABLA DE CONTENIDOS

1.- INTRODUCCIÓN.....	2
2.- CARACTERÍSTICAS DE LA ACUICULTURA EN CHILE.....	4
3.- REGULACIONES AMBIENTALES DE LA ACUICULTURA EN CHILE .....	9
4.- METODOLOGÍA .....	11
5.- RESULTADOS INFORME AMBIENTAL.....	13
5.1.- Análisis de Informes Ambientales evaluados .....	13
5.2.- Análisis Descriptivo de Variables Ambientales.....	23
5.2.1.- Materia Orgánica .....	23
5.2.2.- Potencial Redox .....	25
5.2.3.- pH .....	26
5.2.4.- Granulometría.....	27
5.2.5.- Oxígeno .....	29
6.- DISCUSIÓN .....	31
7.- CONCLUSIONES .....	34
ANEXO I.....	35
ANEXO II.....	72
ANEXO III .....	107

## 1.- INTRODUCCIÓN

La acuicultura en nuestro país es una actividad que se ha consolidado en las últimas décadas, y nos ha instalado como un país productor y exportador de especies acuícolas reconocido internacionalmente. Esto ha generado distintos impactos a nivel social, laboral, económico y ambiental, los que deben ser regulados desde el ámbito público, labor que recae en los organismos del estado. 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 que resultados han generado estas medidas.

En este sentido, la Política Nacional de Acuicultura (PNA), establece en su objetivo principal los temas ambientales como pilar fundamental en el desarrollo sustentable de la actividad acuícola. Por otra parte establece que los principios básicos orientadores para garantizar la calidad del ambiente donde se desarrollan estas actividades productivas son: eficiencia, efectividad, corresponsabilidad y transparencia de la gestión ambiental pública y privada, asociada al diseño, control y cumplimiento de regulaciones en toda la cadena productiva de la industria acuícola, desarrollada en un bien nacional de uso público.

Por su parte, la Ley General de Pesca y Acuicultura, establece en sus artículos 74° y 87° 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.

El Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA, D.S N° 320/2001), establece esencialmente las pautas para el desarrollo ambientalmente sustentable de esta actividad. 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 de operaciones deben realizar un seguimiento de las condiciones ambientales del centro, lo anterior en el período de máxima biomasa, incorporando aquellas variables ambientales definidas para la categoría de cada centro de cultivo, de acuerdo a las especificaciones de la Resolución acompañante del RAMA (Resol SSP N° 3612 de 2009).

El presente informe contiene la información ambiental recopilada entre los años 2009 y 2014, proporcionada por los titulares de los centros de cultivo y evaluados por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (Sernapesca), a través de los informes ambientales (INFA), así como las acciones de fiscalización ambiental desarrolladas por Sernapesca en el periodo señalado.

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 de mayor concentración de biomasa, correspondiente a las regiones de Atacama, Coquimbo, 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. Especies como el salmón y la trucha, en el caso de los peces, y choritos, cholgas y choros, en los moluscos, han mantenido constante la producción acuícola nacional durante los últimos años. Si bien, existen distintas especies que están siendo cultivadas en nuestro país, aún la gran masa de producción corresponde a salmónidos y mitílidos, concentrándose el mayor volumen entre la X y la XII región.

Para los propósitos de este informe, se expresa la producción como la “biomasa total” de cada centro de cultivo, la que está definida como la biomasa en el agua el mes 12 de un año (al 31 de diciembre), más la biomasa cosechada, la biomasa muerta (mortalidad informada por los centros de cultivo), la biomasa enviada a laboratorio (para análisis sanitario o de calidad) y la biomasa escapada, es decir, toda la biomasa que estuvo físicamente en el centro durante un año calendario. Se observa en el gráfico 1, la “biomasa total” entre los años 2009 al 2014, la que alcanzó para los últimos años un valor cercano a los 2.000.000 de toneladas. 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 2009 a 2014. En el gráfico 2 se puede observar el número de centros activos para los 6 años en estudio, se incluyen concesiones de acuicultura y centros en tierra.

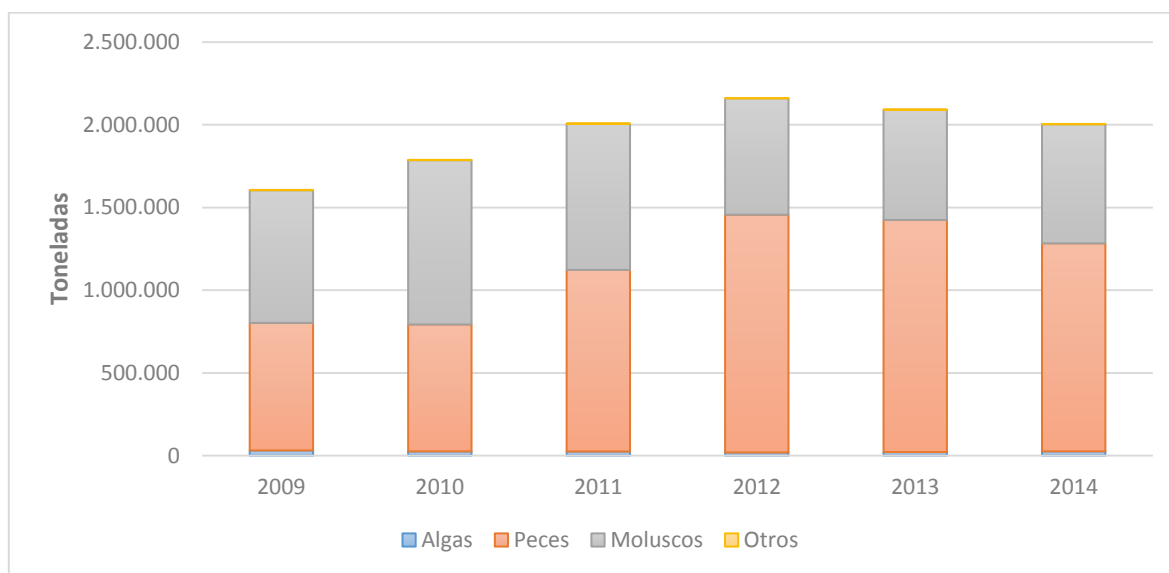


Gráfico 1.- Biomasa total en centros de cultivo desde el año 2009 hasta el 2014, por grupo de especies (Sernapesca, SIEP 2009–2014).

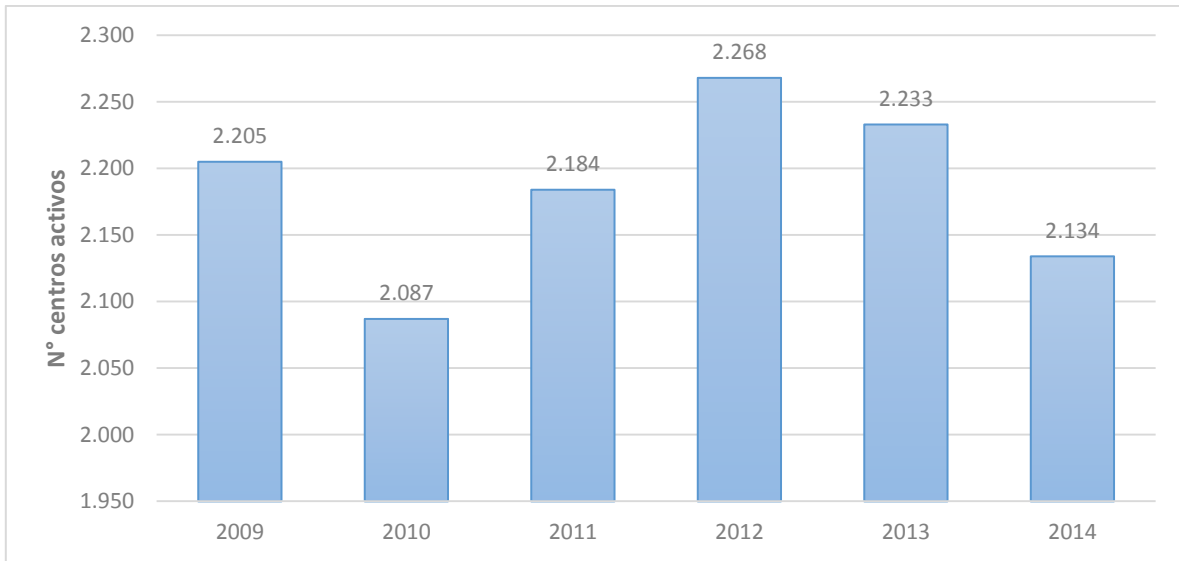


Gráfico 2.- Número de centros activos entre los años 2009 a 2014.

Como se aprecia en el gráfico 3, la distribución espacial de esta biomasa se concentró principalmente en la zona sur del territorio, encontrando entre las regiones X a XI la mayor producción acuícola del país, llegando a cerca de un 95% promedio durante los 6 años. En el Anexo I (mapas 1 a 5), se puede observar la distribución de biomasa para las regiones más importantes respecto a la biomasa total (regiones III, IV, X, XI y XII).

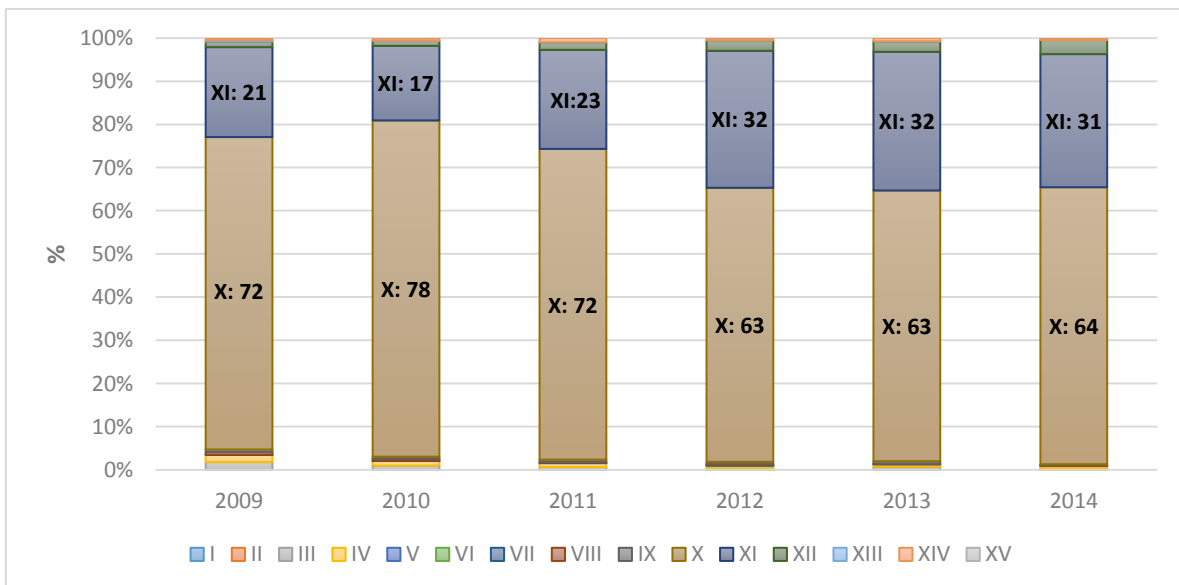


Gráfico 3.- Biomasa porcentual producida por región para los años 2009 a 2014 (en las barras se indica la región y el porcentaje de biomasa, para las regiones más relevantes).

Un detalle del aporte de biomasa anual por región se puede observar en la tabla 1. Se aprecia claramente que la X región es la que más biomasa aportó, seguido de la XI. Más atrás tenemos la III, IV y XII región, es interesante observar como a través de los años (2009 a 2014), la III y IV región disminuyen su producción, cerca de 5 y 2 veces respectivamente, mientras en la XII aumenta 1,9 veces, hasta ubicarse el 2014 en la tercera región que más biomasa aportó.

Tabla 1.- Biomasa total producida en cada región entre los años 2009 y 2014 (en toneladas).

Región	2009	2010	2011	2012	2013	2014	% (2009-2014)
I	246	426	230	27	54	20	0,01
II	291	51	232	602	1.407	1.691	0,04
III	28.856	17.312	13.228	8.468	13.674	6.216	0,76
IV	26.275	17.956	18.092	12.539	12.224	11.964	0,85
V	638	436	442	1.141	523	327	0,03
VI	0	0	0	0	0	0	0,00
VII	511	789	1.620	3.418	869	199	0,06
VIII	9.757	8.023	3.569	3.618	2.678	1.501	0,25
IX	9.617	8.311	10.836	11.132	11.283	4.786	0,48
X	1.160.817	1.344.071	1.443.278	1.370.442	1.310.783	1.284.927	68,29
XI	334.031	297.800	459.955	684.967	671.140	617.419	26,45
XII	20.180	21.047	34.965	51.610	50.851	65.157	2,10
XIII	5.333	744	569	790	480	148	0,07
XIV	7.610	8.918	18.794	10.510	14.724	8.468	0,60
XV	0	0	0	0	0	0	0,00
<b>Total</b>	<b>1.604.162</b>	<b>1.725.882</b>	<b>2.005.810</b>	<b>2.159.264</b>	<b>2.090.691</b>	<b>2.002.820</b>	<b>100</b>

Las regiones restantes (I, II, V, VI, VII, VIII, IX y XIII), aportaron menos del 1% a la biomasa total producida anualmente en el país. Esta diferencia se puede explicar en parte por el tipo de especies cultivadas y su mercado, su adaptación a las características ambientales de la zona y por las características geográficas del sur de Chile, con fiordos, canales y áreas protegidas que permiten desarrollar la actividad acuícola de manera más fácil y segura, en comparación con lugares más expuestos o en mar abierto.

Respecto a las principales especies cultivadas, en cuanto a biomasa total producida (ver tabla 2), se observa que para las algas, las especies que dan cuenta sobre el 99% de biomasa para los 6 años de análisis, son el pelillo con más de un 93% para el 2014, y el huiro, con un 6% para el mismo año. Cabe destacar que en los últimos 6 años el cultivo de huiro ha aumentado en volumen, representando el año 2009 un 0,4% del volumen total de algas hasta llegar a un 6,3% el 2014.

Para los moluscos, la principal especie producida fue el chorito, con un 93% para el año 2014. El ostión del norte que en el 2009 secundaba con un 5,7% bajó paulatinamente la producción hasta tener al año 2014 una participación de 1,5%. En cambio, la cholga que parte con un 1,1% en 2009, alcanzó el 2014 un 3,8% de la biomasa total en moluscos. Las otras especies que completan el 99% de biomasa total son el abalón rojo y choro con una participación de un 0,6 y un 0,7% respectivamente, para el periodo 2009 - 2014.

Finalmente, en el caso de los peces, los salmónidos abarcaron el 99% de la biomasa total para el periodo 2009 - 2014, así por ejemplo para el año 2014 el salmón del atlántico lideró con un 73,5%, seguido por la trucha arcoíris con un 13,5% y por el salmón del pacífico con un 13,1%.

Tabla 2.- Biomasa total (en toneladas), durante los años 2009 a 2014 para las principales especies producidas en las concesiones acuícolas de Chile.

<b>Grupo Especies</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
<b>Algas</b>	<b>31.499</b>	<b>25.686</b>	<b>25.132</b>	<b>19.322</b>	<b>21.577</b>	<b>26.004</b>
Pelillo	31.377	25.432	24.540	18.700	21.032	24.365
Huiro	117	183	556	586	529	1.629
Otras Algas	5	72	36	36	16	10
<b>Moluscos</b>	<b>801.632</b>	<b>932.497</b>	<b>883.146</b>	<b>702.909</b>	<b>665.408</b>	<b>719.493</b>
Abalón rojo	6.040	5.672	7.026	5.505	6.293	4.659
Cholga	8.442	8.643	12.112	9.761	22.381	27.239
Chorito	734.437	883.780	834.569	669.320	611.955	671.058
Choro	2.688	3.450	3.906	2.689	3.950	4.699
Ostión del Norte	45.937	28.109	23.186	13.388	18.107	10.586
Otros Moluscos	4.088	2.843	2.347	2.245	2.722	1.252
<b>Peces</b>	<b>770.735</b>	<b>767.221</b>	<b>1.097.228</b>	<b>1.436.926</b>	<b>1.402.941</b>	<b>1.257.040</b>
Salmón del Atlántico	329.031	246.723	471.907	778.367	932.965	924.054
Salmón Plateado	167.472	174.378	232.361	254.088	207.938	164.503
Trucha Arcoiris	272.287	343.888	390.080	401.000	260.634	168.440
Otros Peces	1.944	2.233	2.879	3.472	1.404	43
<b>Otros Grupos</b>	<b>296</b>	<b>478</b>	<b>304</b>	<b>106</b>	<b>764</b>	<b>282</b>
<b>Total general</b>	<b>1.604.162</b>	<b>1.725.882</b>	<b>2.005.810</b>	<b>2.159.264</b>	<b>2.090.691</b>	<b>2.002.820</b>

En la tabla 3 se observa el porcentaje de los grupos que representaron el 99% de la biomasa total en Chile, estos son en orden decreciente, peces, moluscos y algas. El grupo otros, que durante los años del estudio fluctúa entre 0,04 y 0,01%, corresponde a crustáceos, equinodermos, urocordados y microalgas (ver anexo I, tabla 14).

Para cada grupo, se consideraron las especies que representaron sobre el 99% de la biomasa total, es así que por ejemplo, para el año 2014, el grupo peces presentó el 62,76% de esta biomasa y la especie más relevante dentro de ese grupo fue el salmón del atlántico con un



73,5% de la biomasa total, los que sumado a salmón plateado y trucha arcoíris agruparon sobre el 99% de la producción dentro del grupo peces.

Tabla 3.- Porcentaje de biomasa por grupo (algas, moluscos, peces y otros), y porcentaje de biomasa de especies para cada grupo particular.

<b>Grupo Especies</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
<b>Algas</b>	<b>1,96</b>	<b>1,49</b>	<b>1,25</b>	<b>0,89</b>	<b>1,03</b>	<b>1,30</b>
Pelillo	99,6	99,0	97,6	96,8	97,5	93,7
Huiro	0,4	0,7	2,2	3,0	2,5	6,3
Otras Algas	0,0	0,3	0,1	0,2	0,1	0,0
<b>Moluscos</b>	<b>49,97</b>	<b>54,03</b>	<b>44,03</b>	<b>32,55</b>	<b>31,83</b>	<b>35,92</b>
Abalón rojo	0,8	0,6	0,8	0,8	0,9	0,6
Cholga	1,1	0,9	1,4	1,4	3,4	3,8
Chorito	91,6	94,8	94,5	95,2	92,0	93,3
Choro	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6	0,7
Ostión del Norte	5,7	3,0	2,6	1,9	2,7	1,5
Otros Moluscos	0,5	0,3	0,3	0,3	0,4	0,2
<b>Peces</b>	<b>48,05</b>	<b>44,45</b>	<b>54,70</b>	<b>66,55</b>	<b>67,10</b>	<b>62,76</b>
Salmón del Atlántico	42,7	32,2	43,0	54,2	66,5	73,5
Salmón Plateado	21,7	22,7	21,2	17,7	14,8	13,1
Trucha Arcoiris	35,3	44,8	35,6	27,9	18,6	13,4
Otros Peces	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1	0,0
<b>Otros Grupos</b>	<b>0,02</b>	<b>0,03</b>	<b>0,02</b>	<b>0,00</b>	<b>0,04</b>	<b>0,01</b>

El total de especies cultivadas para cada grupo, se puede ver en la tabla 14 en el Anexo I. En los gráficos y tablas precedentes, se presentan las especies y grupos que representan el 99% de la biomasa total, por lo que son considerados como de mayor relevancia.

### 3.- REGULACIONES AMBIENTALES DE LA ACUICULTURA EN CHILE

Desde el ámbito sectorial, la Ley General de Pesca y Acuicultura, (D.S. (MINECON) N°430 de 1991) 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, del 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, la Subpesca promulga el D.S. 320 de 2001, Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA), que viene a uniformar y establecer los requerimientos ambientales específicos para la 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.

A lo largo del tiempo, este reglamento ha sufrido diversas modificaciones, adecuando esta normativa a los requerimientos actuales. En este sentido, el D.S. 397 de 19 de noviembre de 2008, incorporó nuevas medidas respecto de la INFA, estando algunas de ellas contenidas en su numeral 12, de los cuales cabe destacar:

- La INFA se realizará dos meses antes de iniciarse la cosecha, de acuerdo con los requerimientos establecidos según la categoría en que se encuentre dicho centro.
- En caso de los centros de cultivos extensivos e intensivos que se alimenten exclusivamente de macroalgas, la INFA deberá ser entregada cada dos años.
- La INFA deberá ser presentada por los titulares de los centros de cultivo dentro de los dos meses siguientes al término de los muestreos.
- No podrán ingresar nuevos ejemplares a los centros de cultivo, mientras no se cuente con los resultados de la INFA que acrediten que el centro está operando en niveles compatibles con la capacidad del cuerpo de agua. (Esto específicamente se refiere a casos cuando en la INFA haya arrojado como resultado una anaerobiosis).

- En el caso de centros que no se encuentren en operación, no será exigible la entrega de la INFA. Con todo, en forma previa al ingreso de ejemplares al centro, se requerirá contar una INFA cuyos resultados acrediten la condición aeróbica.

Además, en su numeral 13, se establece que:

- En el caso que el centro de cultivo supere la capacidad del cuerpo de agua, no se podrá ingresar nuevos ejemplares mientras no se reestablezcan las condiciones aeróbicas.
- Corresponderá al titular del centro de cultivo determinar el momento en que realizará una nueva INFA que deberá acreditar que en el sitio se podrá reanudar y mantener operaciones aeróbicas al menos por un ciclo productivo, en el caso del cultivo de peces y de dos años en los demás casos.

También, el numeral 15 de esta modificación del RAMA indica que:

- En el ejercicio de su función fiscalizadora, Sernapesca realizará las INFA de los centros de cultivo que determine anualmente, de acuerdo a las metodologías establecidas en la Resolución (SUBPESCA) N° 3612 de 2009. En este caso, los titulares de dichos centros de cultivo estarán eximidos de presentar la INFA correspondiente a ese periodo.

Por otra parte, mediante Resolución (SUBPESCA) N° 404 del 31 de enero de 2003 (actualmente reemplazada por la Res. 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 a través del tiempo (Res. N° 3411/2006; Res. N° 3612/2009; Res. N° 3591/2013; Res. N° 1508/2014), en términos generales establece la distribución de los centros de cultivos 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. Una vez establecida la categoría del centro de cultivo, se deben aplicar diversos muestreos y análisis que determinaban la condición ambiental del centro de cultivo.

Mediante D.S. N° 319 de 24 de agosto de 2001, se promulgó el Reglamento de Medidas de Protección, Control y Erradicación de Enfermedades de Alto Riesgo para las Especies Hidrobiológicas (RESA). En este reglamento se establece que Sernapesca puede establecer períodos productivos y descansos sanitarios para las agrupaciones de concesiones de salmones. Estas medidas se comenzaron a llevar a cabo a partir de la Res. 1449 promulgada el 12 de junio de 2009.

## 4.- METODOLOGÍA

La información del presente proyecto fue proporcionada por Sernapesca. La información productiva de la que se desprenden los gráficos 1 a 3, tablas 1 a 3 y mapas 1 a 35, fue analizada y corregida para representar la información de la biomasa total producida por cada centro de cultivo, por especie y por región. Esta biomasa se expresó de manera anual y corresponde a la biomasa total que salió de cada centro de cultivo durante un año, más la biomasa en el agua al día 31 de diciembre de ese mismo año. Posteriormente, esta biomasa se suma y agrupa para poder expresarla por región, especie cultivada y por año (2009 a 2014).

Cabe hacer mención que debido a un cambio normativo, a partir del 08 de abril de 2011, es Sernapesca el que se hace cargo de la realización de las INFA para los centros de cultivo de salmónidos, dejando de recaer ésta obligación en los titulares de los centros. El detalle de que concesiones deben presentar INFA, y que variables incluye esta, dependen entre otros de la categoría de centro, la especie cultivada y el volumen de producción.

La información utilizada, corresponde al resumen de cada INFA entre los años 2009 a 2014, donde se representa el número de INFA realizada por región y por año, la calificación ambiental (aeróbica/anaeróbica), por categoría de centro y por grupo de especies. Estas variables se representan en los gráficos 4 a 13, las tablas 4 a 10 y los mapas 36 a 69, presentadas en número y porcentaje. El mapa para el año 2011 de la III Región no se incluyó dado que dicho año no hubo resultados de INFAs para dicha región.

La información de las variables ambientales de materia orgánica, potencial redox, pH, granulometría y oxígeno disuelto, fue analizada y corregida para presentar los gráficos 14 a 18 y los mapas 70 a 91. 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, se promedió para obtener un dato anual. Finalmente se promediaron todos los centros por región y por año para presentar el resultado final. Para la granulometría se realiza el mismo procedimiento anterior pero solo para la fracción del fango, debido a que tiene mayor probabilidad de presentar anoxia comparado con sedimentos más gruesos. Para el perfil de oxígeno disuelto se tomó el valor que está a un metro de profundidad antes de llegar al fondo, valor que 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 2009 a 2014, se generaron mapas para las regiones más importantes desde el punto de vista productivo, esto es la III, IV, X, XI y XII región tanto anualmente como el promedio del periodo (mapas 1 al 35), en el Anexo I. En el caso de la calificación ambiental, INFA aeróbica/anaeróbica, se adjuntan las mapas 36 al 69 en el Anexo II, para las regiones III, IV, X, XI y XII, tanto anualmente

como el promedio del periodo. Finalmente, las variables de las INFA de % de materia orgánica, pH, potencial de óxido reducción, % de fango y oxígeno disuelto, se presentan para la III, X, XI y XII región, y de materia orgánica y % de fango para IV región en los mapas 70 a 91, los que permiten observar dentro de la región las áreas que, durante la presente evaluación, tiene valores más cercanos o lejanos a los límites de aceptabilidad de las variables ambientales.

Para la realización de los mapas se ocupó el programa ARCGis versión 10.1. Cada concesión fue marcada 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.



## 5.- RESULTADOS INFORME AMBIENTAL

Para el período que va desde el año 2009 al 2014, se realizaron un total de 4.863 INFAs, con un promedio cercano a las 800 INFAs anuales. En el gráfico 4 se observa una disminución entre los años 2010 y 2011, dado principalmente por cambios normativos en la periodicidad en que se deben realizar las INFAs.

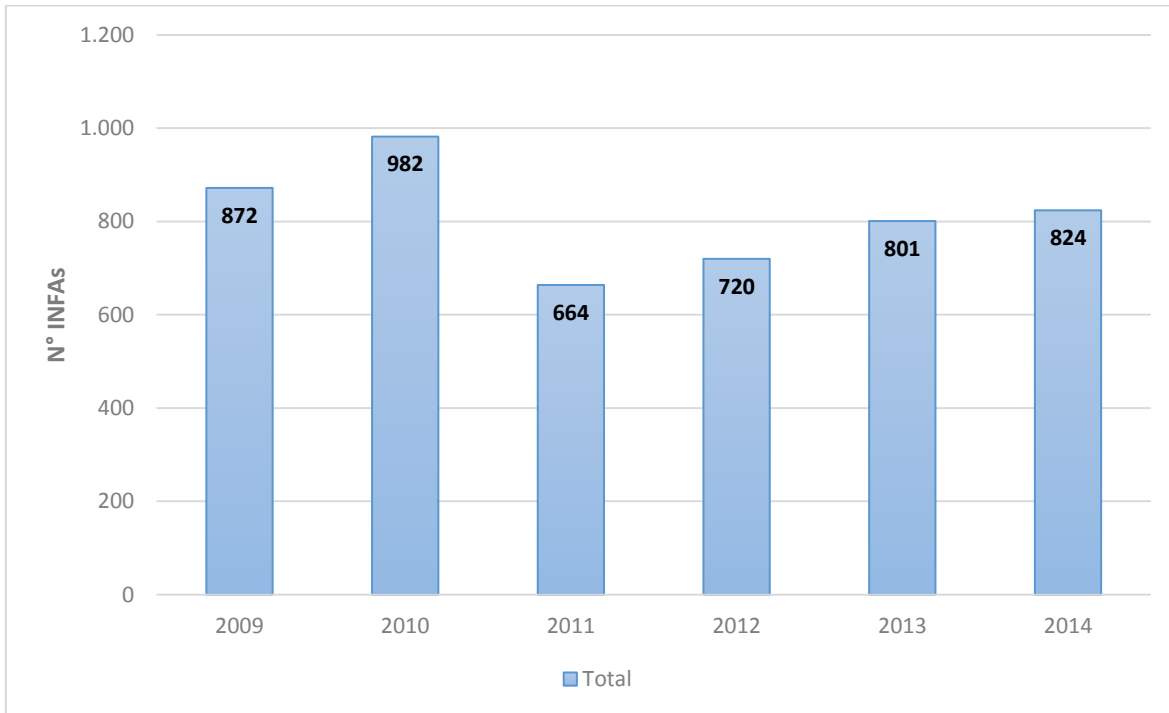


Gráfico 4.- Número de INFAs evaluadas para los años 2009 a 2014.

### 5.1.- Análisis de Informes Ambientales evaluados

La tabla 4, contiene el total de INFAs evaluadas por región, observadas que para los años que contempla este informe. La X y XI regiones son las que acumularon el mayor número de INFAs anuales.

Tabla 4.- Total de INFAs realizadas para el período 2009 a 2014 por región.

Región	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Total
I	1	3		1			5
II						1	1
III	9	18		17	1	10	55
IV	13	3	24	4	18	3	65
V		1		1			2
VIII				1		1	2
X	557	715	459	473	510	479	3.193
XI	262	227	166	216	259	296	1.426
XII	30	11	13	7	13	34	108
XIV		4	2				6
<b>Total</b>	<b>872</b>	<b>982</b>	<b>664</b>	<b>720</b>	<b>801</b>	<b>824</b>	<b>4.863</b>

Muy por debajo, aunque aumentando a través del tiempo está la XII región, seguido de la IV y III, teniendo las demás regiones una participación marginal.

En ese sentido, el gráfico 5 permite observar que cerca del 95% de las INFAs que fueron realizadas a través del periodo, corresponden a centros de cultivo ubicados en la X y XI región.

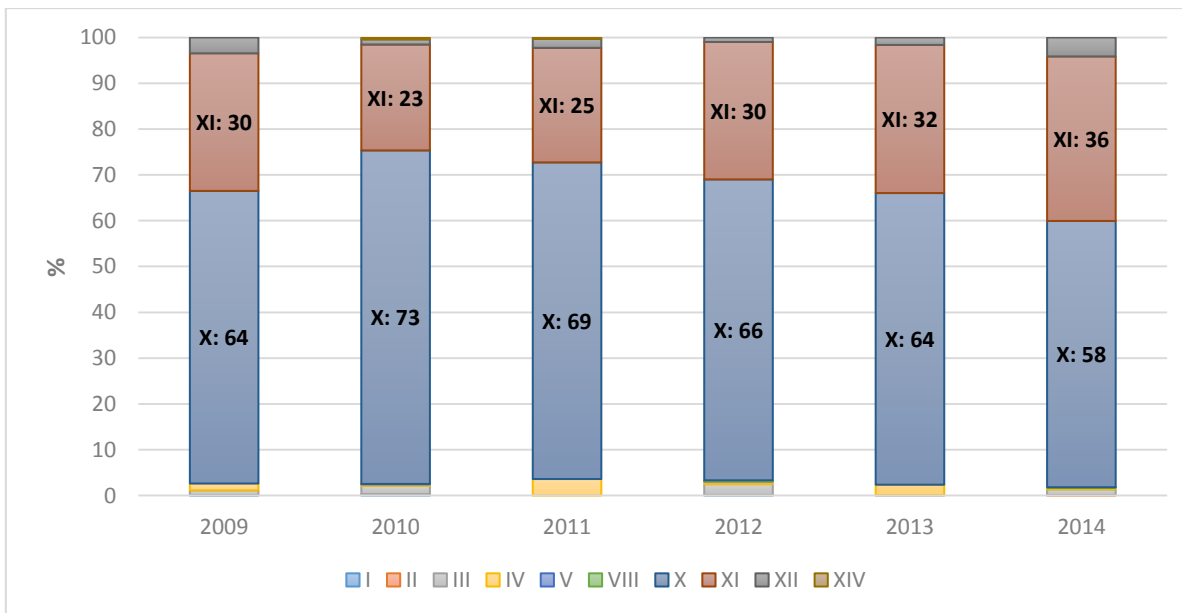


Gráfico 5.- Porcentaje de INFAs por año de estudio para cada región (con indicación de región y porcentaje).

Respecto a los grupos de especies, tanto peces como moluscos presentaron el mayor número de INFAs realizadas para todos los períodos de tiempo analizados, muy por debajo se encontraron las algas y otros grupos ("Otros" corresponde a, crustáceos, microalgas, urocordados y equinodermos).

Tabla 5.- Número de INFAs respecto a grupo de especies por año.

Grupo	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Total
Algas	3	3	2	1	2	3	14
Moluscos	220	473	194	209	269	242	1.607
Otros		11	2	2	2		17
Peces	649	495	466	508	528	579	3.225
<b>Total</b>	<b>872</b>	<b>982</b>	<b>664</b>	<b>720</b>	<b>801</b>	<b>824</b>	<b>4.863</b>

Esta situación se ve en el gráfico 6 donde se observa que las INFAs realizadas en concesiones donde se cultivan peces y moluscos explican el 99% de todas las INFA realizadas.

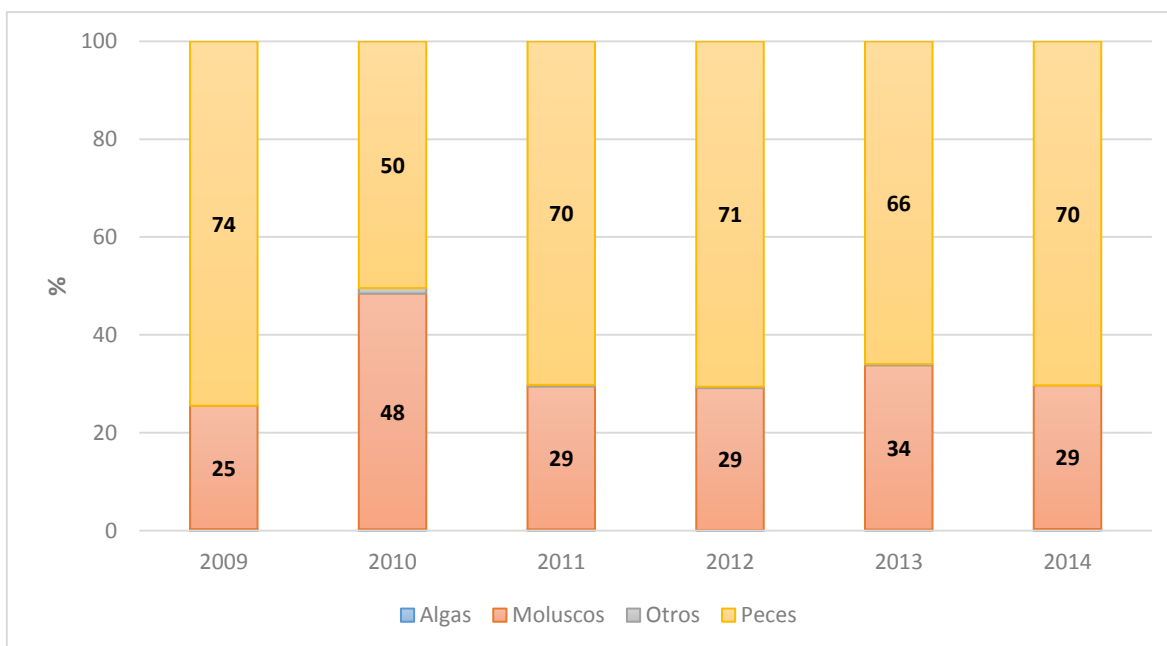


Gráfico 6.- Porcentaje de INFAs por grupo de especies por año.

Respecto al número de INFAs por categoría de centro, en la tabla 7 se observa que las categorías con mayor número de INFA realizadas por año son, en orden descendente, la 3, 5, 1, 2 y 4, y para concesiones con más de una categoría predomina 4-5 y 3-5. Estas categorías son



responsables del 95% de todos los INFA realizados, destacando que estas categorías coinciden también en que son las de mayor proporción entre los centros de cultivo que deben presentar INFA.

Tabla 6.- Número de INFAs por categoría por año.

Categoría	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Total
0	2				1		3
1	123	196	97	93	111	85	705
2	62	152	66	52	74	55	461
3	335	305	216	208	192	230	1.486
4	46	42	23	39	47	80	277
5	235	185	162	167	211	220	1.180
6	2	5	7	9	5	8	36
7	25	23	20	11	6	10	95
1-2					1		1
2-4					2		2
3-4	4	2	6	17	17	10	56
3-5	7	35	33	65	55	54	249
3-4-5	1						1
4-5	27	33	32	58	79	71	300
5-7		3	2	1			6
s/i	3	1				1	5
<b>Total</b>	<b>872</b>	<b>982</b>	<b>664</b>	<b>720</b>	<b>801</b>	<b>824</b>	<b>4.863</b>

Respecto a la calificación de las INFAs, estas pueden presentar una condición aeróbica o anaeróbica, dependiendo del valor que arrojan las variables utilizadas para calificar cada centro. Las variables y los límites de aceptabilidad se presentan en la Tabla 7, cuando los valores exceden el límite de aceptabilidad estamos en presencia de un centro con condición anaeróbica.

Tabla 7.- Variables exigidas en la Información Ambiental y límites de aceptabilidad.

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

En la tabla 8 se observa, en general, que la calificación aeróbica está muy por encima de la anaeróbica para todos los años en estudio. Sin embargo, esta diferencia disminuye los últimos

3 años, esto se puede apreciar en el gráfico 7, donde se hace evidente el salto entre los años 2011 y 2012, con un fuerte aumento de la calificación anaeróbica.

Tabla 8.- Número de INFAs con calificación aeróbica/anaeróbica por año.

Calificación	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Total
Aeróbica	844	937	625	581	641	680	4.308
Anaeróbica	28	45	39	139	160	144	555
<b>Total</b>	<b>872</b>	<b>982</b>	<b>664</b>	<b>720</b>	<b>801</b>	<b>824</b>	<b>4.863</b>

Este fuerte aumento está explicado principalmente a que a mediados del año 2011 Sernapesca se hace cargo de la elaboración de las INFAs en lugar de los titulares, mejorando y estandarizando las evaluaciones ambientales y los muestreos en terreno, lo que se traduce en una mejor determinación de las variables estudiadas y mayor acuciosidad en los resultados obtenidos, permitiendo establecer de mejor manera el resultado ambiental de la INFA.

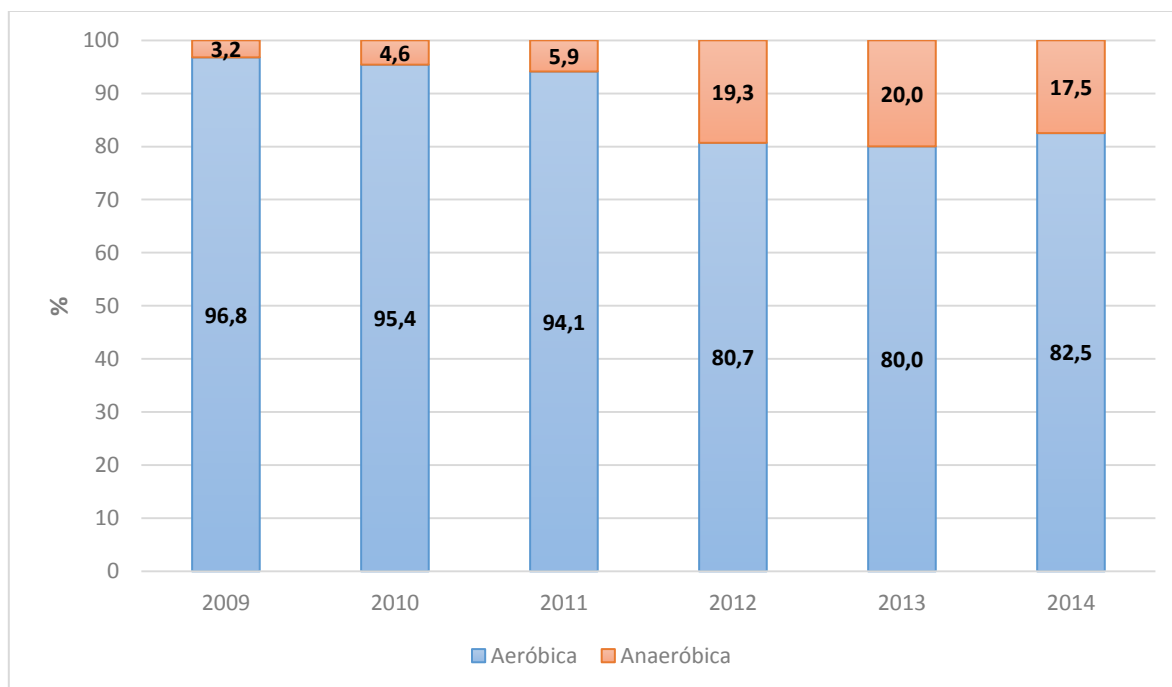


Gráfico 7.- Porcentaje de INFAs con calificación aeróbica/anaeróbica por año.

Al comparar la calificación ambiental en las distintas regiones del país, tabla 9, encontramos que la X y la XI región obtuvieron, muy por encima del resto de las regiones, el

mayor número de INFAs aeróbicas. Esto está dado por lo que se había mencionado anteriormente, en el sentido de tener la mayor proporción de concesiones con características de requerir la realización de la INFA, y el cultivo de especies que por su número y su tipo de cultivo (extensivo o intensivo), amerita esta información. Lo mismo se observa para la calificación de anaerobia, donde las regiones X, XI y XII, son las únicas que durante el período de este estudio, presentan este resultado (asociado a salmónidos y mitílidos en la X región y a salmónidos en la XI y XII, principalmente).

Tabla 9.- N° de INFAs por región y por calificación ambiental

Calificación	I	II	III	IV	V	VIII	X	XI	XII	XIV	Total
<b>Aeróbica</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>55</b>	<b>65</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2.971</b>	<b>1.124</b>	<b>77</b>	<b>6</b>	<b>4.308</b>
2009	1		9	13			541	250	30		844
2010	3		18	3	1		682	215	11	4	937
2011				24			446	140	13	2	625
2012	1		17	4	1	1	403	153	1		581
2013			1	18			456	159	7		641
2014		1	10	3		1	443	207	15		680
<b>Anaeróbica</b>							<b>222</b>	<b>302</b>	<b>31</b>		<b>555</b>
2009							16	12			28
2010							33	12			45
2011							13	26			39
2012							70	63	6		139
2013							54	100	6		160
2014							36	89	19		144
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>55</b>	<b>65</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3.193</b>	<b>1.426</b>	<b>108</b>	<b>6</b>	<b>4.863</b>

Los gráficos 8 y 9, dan cuenta del predominio de las regiones X y XI en el porcentaje de INFAs aeróbicas, con un valor que ronda el 95% de los resultados. Por otro lado, cabe destacar que las INFAs con calificación anaeróbica variaron durante los últimos años tanto en número, como su proporción por región. Sin embargo a partir del año 2012 se observa una tendencia a la disminución en las INFAs de calificación anaeróbica en la X región, aumentando en la XI y en la XII región, teniendo en cuenta que la proporción de centros de cultivo activos en esa región está muy por debajo de las regiones X y XI.

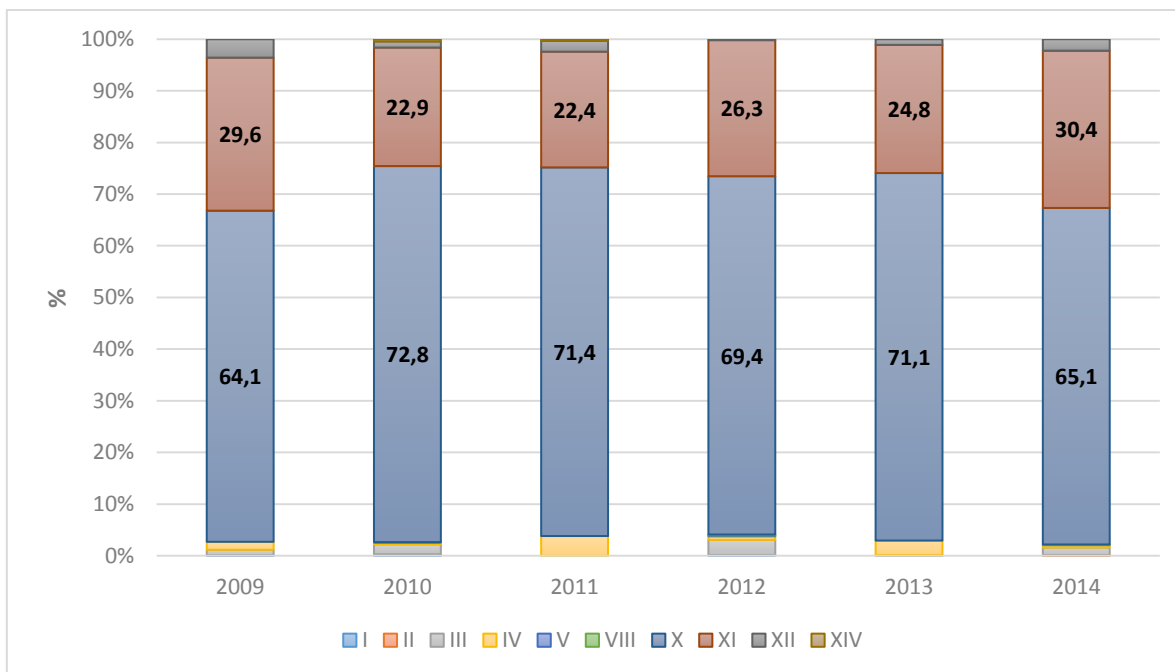


Gráfico 8.- Porcentaje de INFAs aeróbicas para cada región por año.

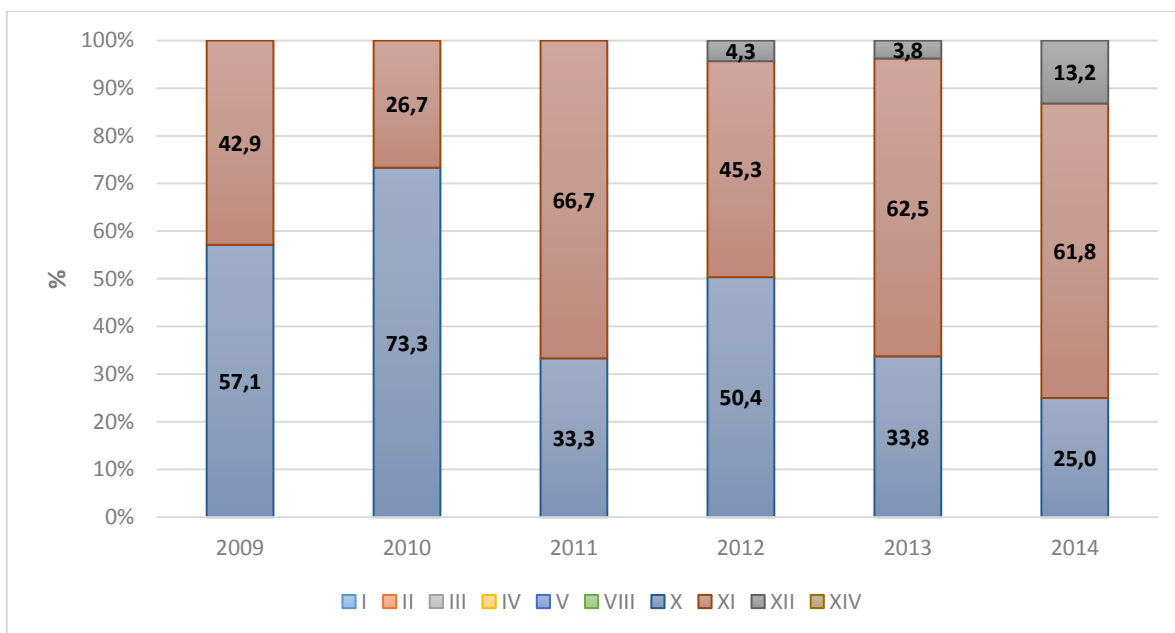


Gráfico 9.- Porcentaje de INFAs anaeróbicas por región por año.

En la tabla 10, se observa la calificación de la INFA para los grupos biológicos de mayor relevancia acuícola entre los años 2009 a 2014. Claramente tanto peces como moluscos tuvieron un mayor el número de INFAs aeróbicas, así como también son los únicos grupos que presentaron INFAs anaeróbicas, observando que el grupo peces es el que presentó un mayor número de INFAs con esta calificación.

Tabla 10.- Calificación de la INFA, aeróbica/anaeróbica, por año por grupo de especies.

Calificación	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Total
<b>Aeróbica</b>	<b>844</b>	<b>937</b>	<b>625</b>	<b>581</b>	<b>641</b>	<b>680</b>	<b>4.308</b>
Algas	3	3	2	1	2	3	14
Moluscos	220	450	189	204	259	239	1.561
Otros		11	2	2	2		17
Peces	621	473	432	374	378	438	2.716
<b>Anaeróbica</b>	<b>28</b>	<b>45</b>	<b>39</b>	<b>139</b>	<b>160</b>	<b>144</b>	<b>555</b>
Moluscos		23	5	5	10	3	46
Peces	28	22	34	134	150	141	509
<b>Total</b>	<b>872</b>	<b>982</b>	<b>664</b>	<b>720</b>	<b>801</b>	<b>824</b>	<b>4.863</b>

Lo anterior se observa de manera clara en los gráficos 10 y 11, donde el grupo peces tuvieron entre un 71 y 75% de INFA con calificación aeróbica (los últimos 3 años) y los moluscos un 96 a 98% durante el mismo período. Para las anaeróbicas, el grupo peces presentó entre un 24 a 28% en esta condición y el grupo moluscos entre un 1,2 a 3,7 para el mismo período de tiempo. El grupo algas presenta el 100% de sus INFAs con calificación aeróbica.

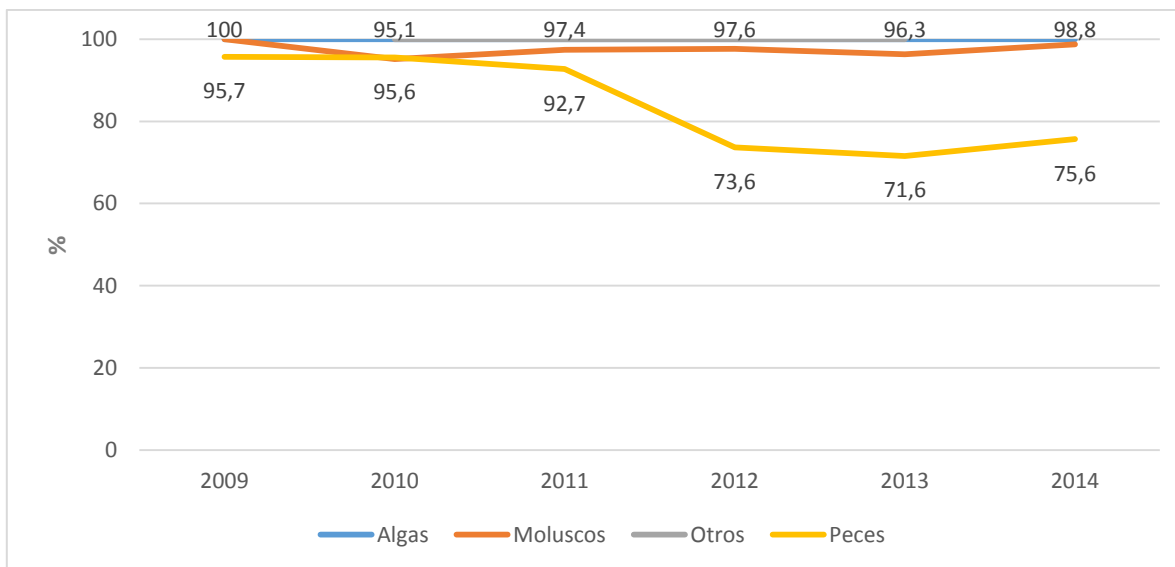


Gráfico 10.- Porcentaje de INFAs aeróbicas por año por grupo de especies.

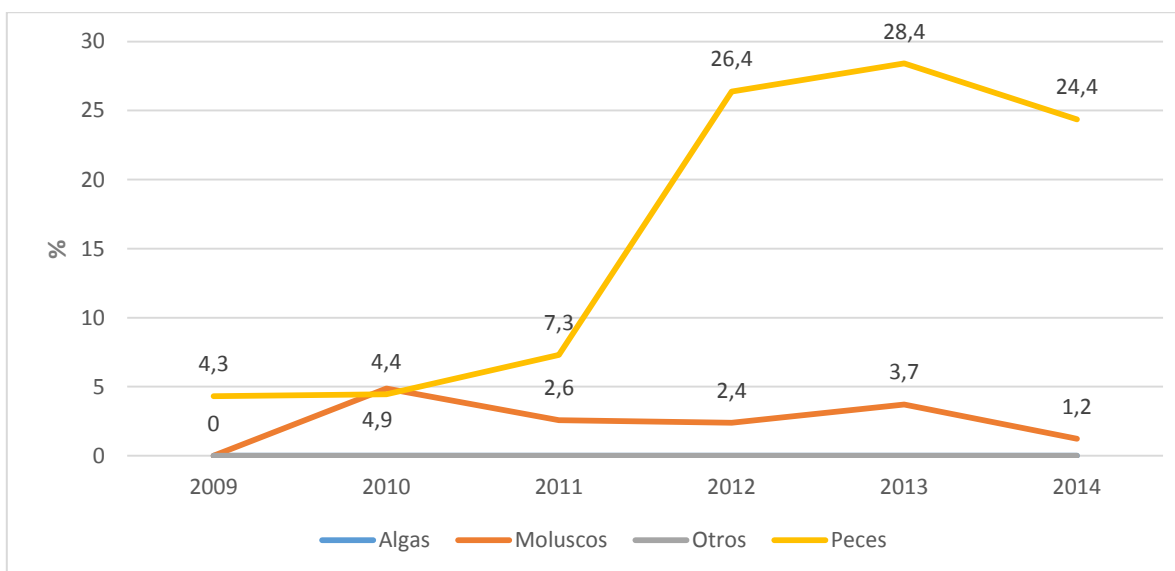


Gráfico 11.- Porcentaje de INFAs anaeróbicas por año por grupo de especies.

Las categorías de centro con mayor número de INFAs aeróbicas (tabla 11), corresponden a la 5 y 3, seguidos por la 1, 2, 4, 3-5, y 4-5. En el caso de las anaeróbicas, las principales categorías que mostraron dicha son la 3, y 4-5, seguidas por la 3-5, y 4. Observando los gráficos 12 y 13, queda establecido que las categorías 3 y 5, son las más abundantes, obteniendo en conjunto

alrededor de 54% de las INFA. En el caso de la anaeróbica, la categoría 3 es la que tiene el mayor porcentaje de esta calificación, seguido de la 4-5, 5, 4, y 3-5.

Tabla 11.-Número de INFAs con calificación aeróbica/anaeróbica por categoría de centro para los años 2009 a 2014.

	0	1	2	3	4	5	6	7	1-2	2-4	3-4	3-5	3-4-5	4-5	5-7	si	Total
<b>Aeróbica</b>	<b>3</b>	<b>669</b>	<b>458</b>	<b>1.290</b>	<b>220</b>	<b>1.145</b>	<b>33</b>	<b>76</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>28</b>	<b>187</b>		<b>186</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>4.308</b>
2009	2	122	62	324	43	234	2	17			4	6		25		3	844
2010		176	151	294	38	185	5	18			2	33		31	3	1	937
2011		94	66	199	17	162	7	19			3	30		26	2		625
2012		89	52	150	28	165	7	7			8	42		32	1		581
2013	1	104	73	137	35	206	4	6	1	2	9	35		28			641
2014		84	54	186	59	193	8	9			2	41		44			680
<b>Anaeróbica</b>		<b>36</b>	<b>3</b>	<b>196</b>	<b>57</b>	<b>35</b>	<b>3</b>	<b>19</b>			<b>28</b>	<b>62</b>	<b>1</b>	<b>114</b>		<b>1</b>	<b>555</b>
2009		1		11	3	1		8				1	1	2			28
2010		20	1	11	4			5				2		2			45
2011		3		17	6			1			3	3		6			39
2012		4		58	11	2	2	4			9	23		26			139
2013		7	1	55	12	5	1				8	20		51			160
2014		1	1	44	21	27		1			8	13		27		1	144
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>705</b>	<b>461</b>	<b>1.486</b>	<b>277</b>	<b>1.180</b>	<b>36</b>	<b>95</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>56</b>	<b>249</b>	<b>1</b>	<b>300</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4.863</b>

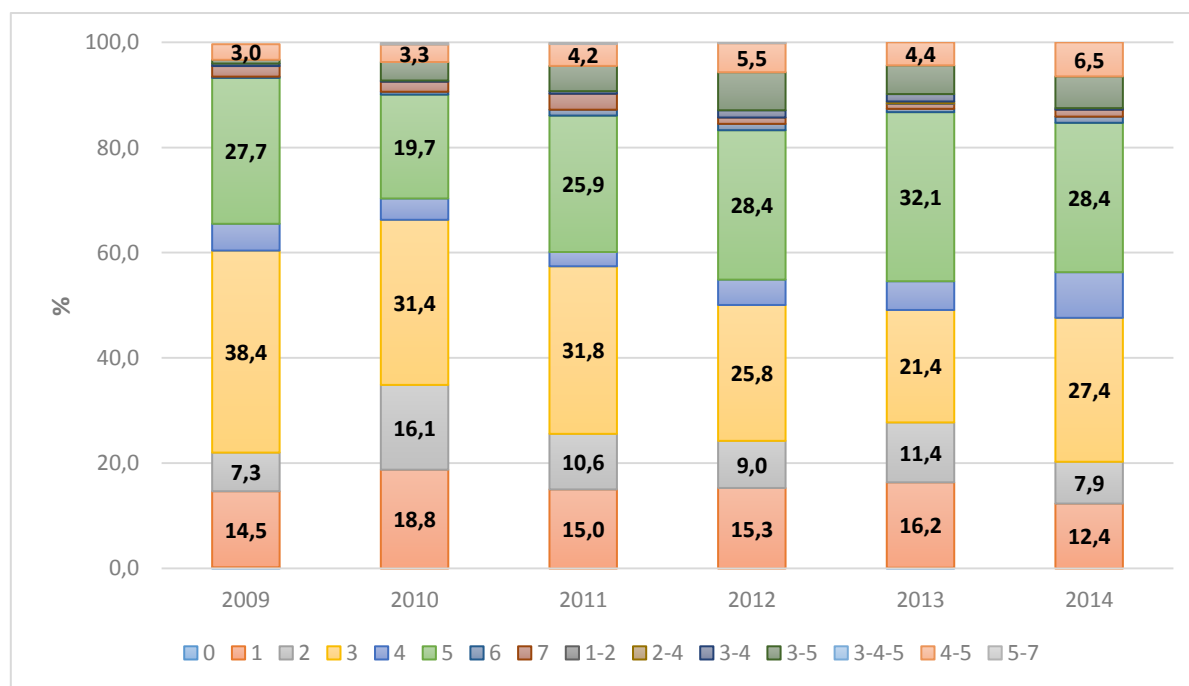


Gráfico 12.- Porcentaje de INFAs aeróbica por región para los años 2009 a 2014.

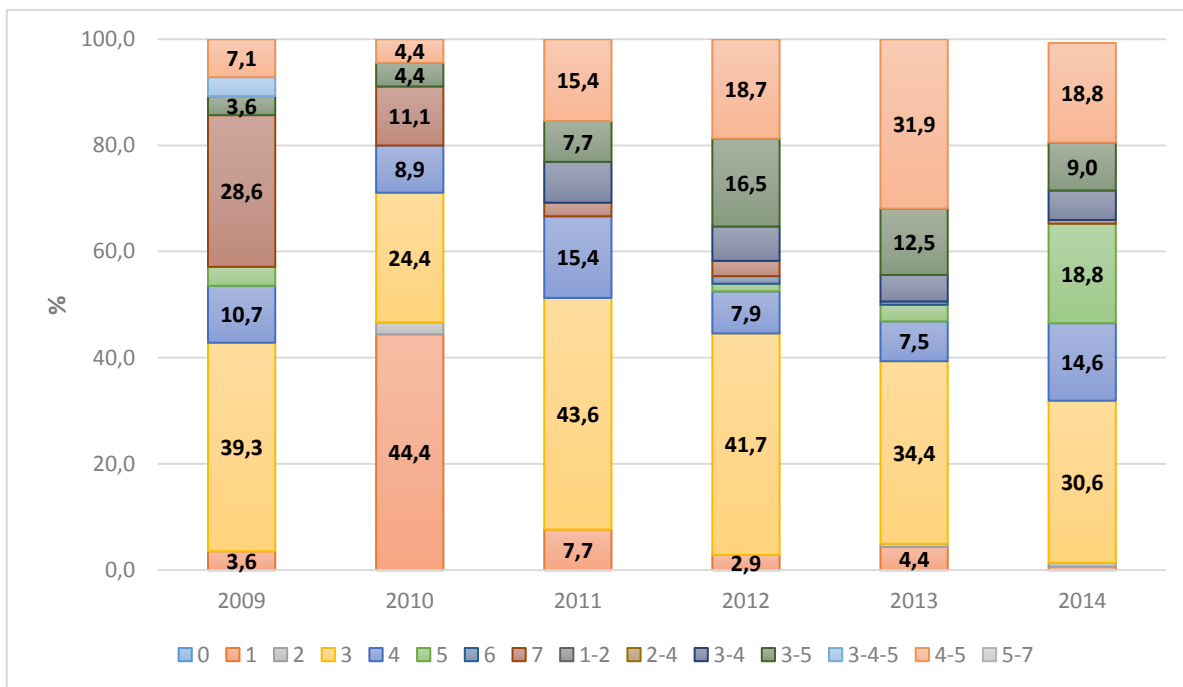


Gráfico 13.- Porcentaje de INFAs anaeróbica por región para los años 2009- 2014.

## 5.2.- Análisis Descriptivo de Variables Ambientales

Continuando con la línea descriptiva del informe ambiental correspondiente al período comprendido por los años 2009 a 2014, se muestran a continuación gráficos de las regiones más relevantes, con el objeto de describir el comportamiento espacial de los niveles de biomasa total informados y de las variables ambientales. Cabe señalar que la información de las variables ambientales utilizadas en la evaluación corresponde a las INFAs entregadas en el período y los datos de biomasa total entregados por Sernapesca.

La condición aeróbica/anaeróbica presentada para cada centro de cultivo se obtuvo de los informes técnicos de las evaluaciones ambientales de las INFAs anuales, determinadas de acuerdo a los límites de aceptabilidad utilizados por Subpesca en el periodo 2009 a 2014, los que se observan en la tabla 7.

### 5.2.1.- Materia Orgánica

En el gráfico 14, se observa en general, que entre la I y la VIII región se presentaron valores más bajos que en las regiones XIV a XII, y sin patrones claramente definidos, tendiendo a mantener su condición, es decir, estable desde el punto de vista del porcentaje de materia orgánica en el sedimento. Si bien se ven algunas desviaciones en cuanto al aumento de la materia



orgánica en algunos años en las regiones I, III y IV, con valores superiores a 2% anual como promedio, en general estas se mantienen bajo el 2% cerrando el 2014 bajo ese valor.

En el caso de las regiones más australes (XIV a XII región), se observan valores superiores a 2% de materia orgánica durante todos los años en estudio. La XIV y X región, se mantienen con la mayoría de valores entre 2 y 3%, con algunos superiores a 3%, y sin una clara tendencia en el tiempo a aumentar o disminuir. Algo similar ocurre para la XI región, si bien los valores anuales se situaron alrededor del 4% de materia orgánica en el sedimento, presentan una tendencia estable en el tiempo evaluado por informe. La XII región sin embargo, presentó una tendencia al alza en general, con valores cercanos al 4% los años 2009 y 2010, pero con valores superiores al 5% en los años restantes, hasta un 7% en el años 2014. Se ven también grandes variaciones interanuales como en los años 2012 y 2013, en que baja de un valor cercano a 8% hasta un valor de 5,5% aproximadamente.

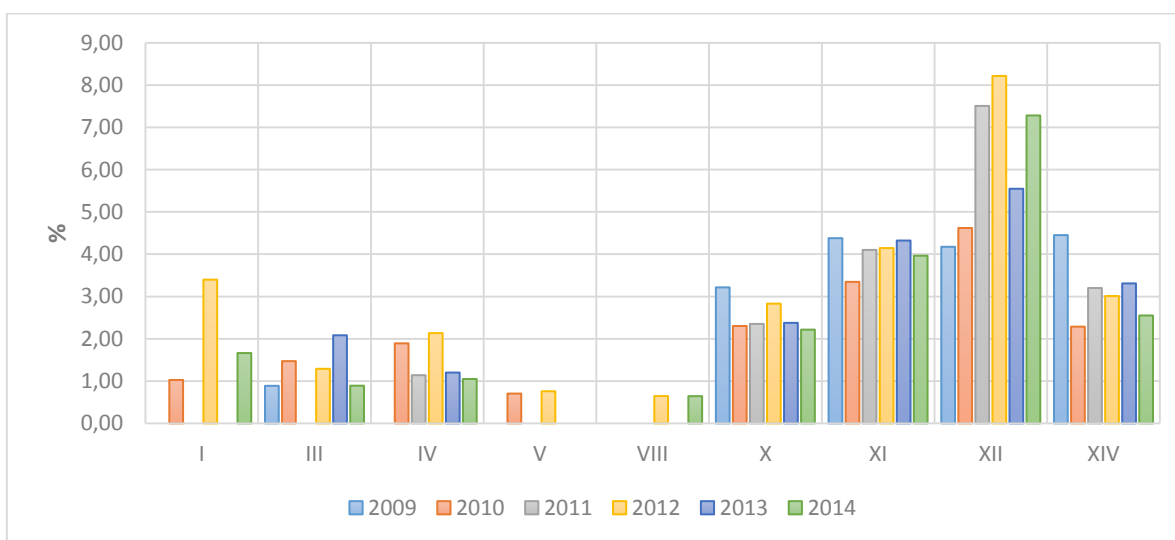


Gráfico 14.- Porcentaje de materia orgánica por año y por región.

En el anexo III (mapas 70 a 74), se observa que la III y IV región presentó valores bajos de materia orgánica (menores a 2,5 %), y concentrados principalmente en Bahía Inglesa (III región), y Bahías Tongoy y Guanaqueros (IV región). En la X región, los valores más altos en materia orgánica se dieron en centros de cultivo ubicados principalmente en Chiloé, en el lago Huillincó, y los sectores de Yaldad en Quellón y en Queilen. Para la XI región, los mayores valores estuvieron en el Fiordo de Aysén, Canal de Puyuhuapi e Isla Garrao. Finalmente, en la XII región, encontramos que

en los centros ubicados en Isla Capitán Arcena (cabo Froward) y en la Península Antonio Varas se registraron los mayores valores de materia orgánica.

### 5.2.2.- Potencial Redox

Para el potencial redox (ver gráfico 15), se observa que en general las regiones III, VIII y XIV tuvieron valores positivos altos, sobre 200 mV en casi todos los años (la excepción, III región año 2010). Si bien temporalmente en la XIV región se observa una disminución del valor de redox, el año 2014 tiene un repunte, al menos en las estaciones controladas ese año en particular.

Por otro lado, para las regiones X, XI y XII, estas mostraron valores claramente más bajos que las regiones anteriores, en este sentido, la X región presentó la disminución constante del valor redox, desde el 2009 hasta el 2012, permaneciendo estable los últimos 3 años en valores cercanos a 150 mV. Algo similar ocurre con la XI región, con mayor variabilidad interanual, con valores que fueron disminuyendo desde el 2010 hasta el 2013, pero aumentando levemente el 2014 (100 mV). Finalmente la XII región, que consistentemente ha disminuido anualmente su valor redox llegando el último año a un valor negativo, desde 191 mV el año 2009 hasta -19 mV el año 2014.

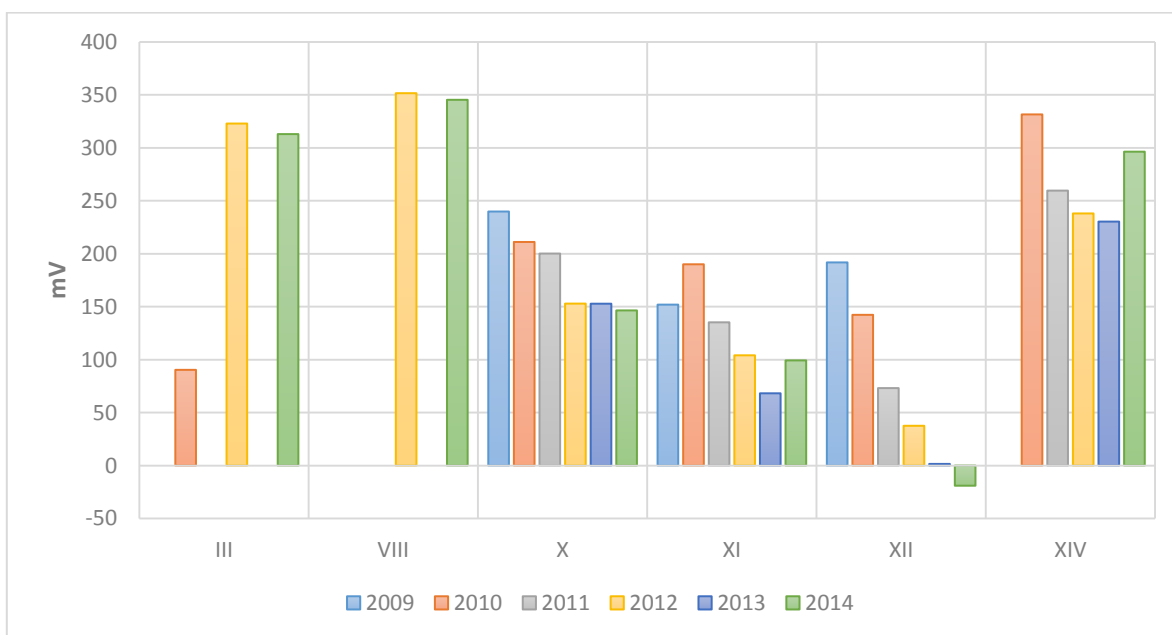


Gráfico 15.- Potencial Redox (mV) por región para cada año de estudio.

En los mapas 75 a 78 (Anexo III) se observa la distribución espacial de los valores de potencial de óxido reducción. En la III región, dada la categoría de los centros, solo se hubieron cuatro centros que muestrearon esta variable, en Caleta Mora y Bahía Inglesa. En la X región, los valores más bajos estuvieron presentes en el Estuario de Reloncaví, al sur de la Isla Puluqui, y en el sector de Quellón. En la XI región, los valores más bajos se mostraron repartidos en una amplia zona geográfica, principalmente por el lado continental y al sur del Canal Moraleda. La XII región presentó valores de redox mayores en los centros de cultivo, observándose esto principalmente en el sector de Natales.

### 5.2.3.- pH

En general, de acuerdo a lo observado en el gráfico 16, los valores de pH para las regiones III y VIII, presentaron importantes variaciones interanuales, además de que no mostraron información de esta variables para todos los años, por lo que no es posible determinar alguna tendencia.

La X región, presentó valores promedios anuales alrededor del valor 7,3 de pH, bastante estables en el tiempo, similar a lo que ocurre en la XI región. Si bien los años 2009 y 2010 tuvieron valores cercanos a 7,1 de pH en la XI, los valores de los últimos 4 años se ubican alrededor de 7,27 de pH.

Finalmente, las regiones XIV y XII, presentaron una variabilidad interanual más marcada que las otras regiones, aumentando el pH en la XIV región de 7,08 el 2010 hasta 7,27 el 2014. En el caso de la XII, este disminuyó de 7,19 el 2009 hasta 7,07 promedio el 2014. Llama la atención el aumento de pH registrado el 2012 en que llega a 7,43 para después caer fuertemente el 2013 y 2014.

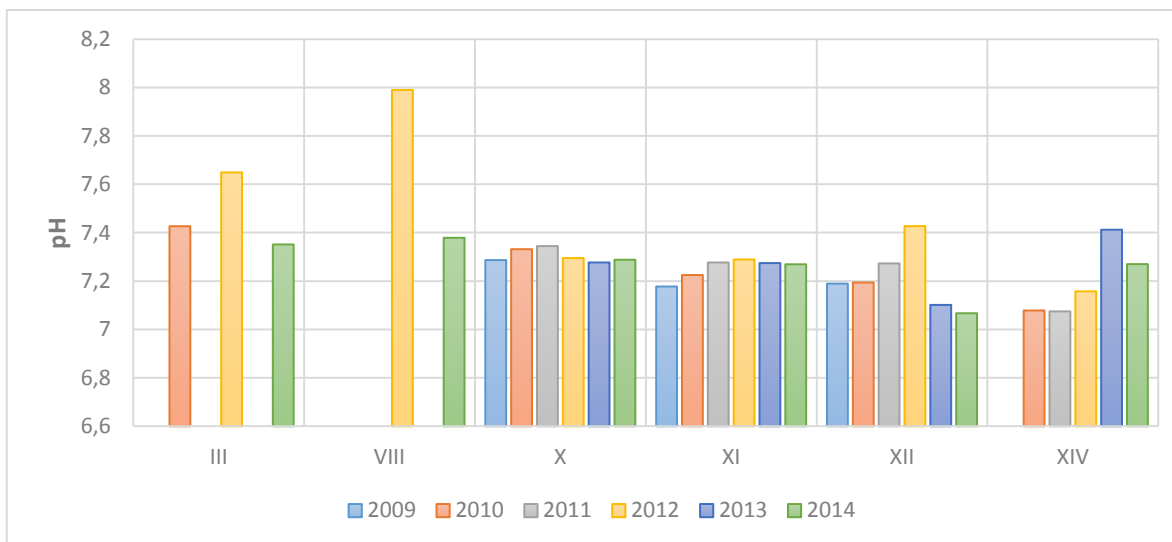


Gráfico 16.- pH por región para cada año de estudio.

Los mapas 79 al 82, muestran la distribución de los valores de pH para el periodo 2009-2014. La III región, se mostró valores entre 7,3 y 7,9 de pH, para los cuatro centros que entregaron información. Para la X región, se observó que los valores más bajos de pH se encuentran en los lagos continentales (Lagos Rupanco, Llanquihue y Chapo), el lago Natri en Chiloé, y el estuario de Reloncaví. Además de algunos puntos particulares en las comunas de Ancud, Quemchi, Quellón y Chaitén. La XI región presentó los valores más bajos de pH repartidos ampliamente en la región, sin que estos valores sean considerados críticos, ya que van desde un pH de 6,7 a 7,3. En la XII región, los valores más bajos se presentaron en el área de Natales y el Seno Skyring.

#### 5.2.4.- Granulometría

Respecto a la granulometría, como se menciona al inicio, para esta variable solo se utilizó el porcentaje de fango presente en el sedimento, asumiendo que ambientes con este tamaño de partícula tienen una mayor probabilidad de sufrir un enriquecimiento orgánico.

En el gráfico 17 se observa que, para las regiones III, IV y VIII, la ausencia de información, no permite realizar una aproximación visual del comportamiento de esta variable en el tiempo, aunque en la III región los dos últimos años registrados han mostrado un aumento respecto a años anteriores.

Para las regiones XIV, X, XI y XII, se aprecia un aumento a través del tiempo a pesar de la variación interanual que se observa. Solo la XI región, visualmente, presentó una tendencia al alza menos marcada que las otras tres regiones. Sin embargo, se observa un aumento del porcentaje de fango a medida que nos acercamos a regiones más australes. Es así que el porcentaje de fango en la XIV región fluctúa entre 10 y 30%, en la X entre 13 y 25%, en la XI región va de 30 a 45% y en la XII va de 39 a 71%.

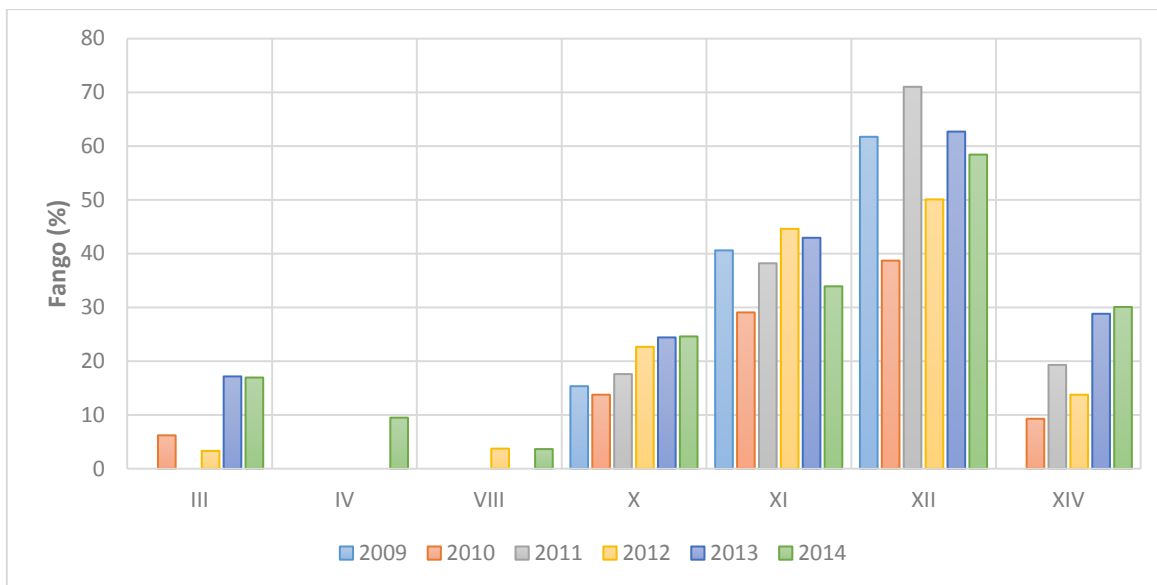


Gráfico 17.- Granulometría, expresada como porcentaje de fango, por región y año de estudio.

Los mapas 83 a 87, presentan la distribución espacial de la granulometría como % de fango. En la III región, los porcentajes más altos se encontraron en Bahía Inglesa, alcanzando valores inferiores a 20%. Para la X región, los mayores porcentajes de fango se encontraron en el Lago Rupanco, Estuario de Reloncaví, Lago Huillinco, áreas de Castro, Quellón y Queilen en Chiloé, y el estuario de Palvidad en Chaitén. En la XI región, hubo un mayor número de centros con condiciones de alto porcentaje de fango, superior al 50%. Principalmente en el Canal de Puyuhuapi, Fiordo Aysén, y en centros puntuales al sur de la isla Melchor hasta la isla Salas. La XII región, tiene los valores más altos de fango en el sector de Natales, los centros ubicados en la Isla Capitán Aracena, presenta los valores más bajos.

### 5.2.5.- Oxígeno

Los valores de oxígeno expresado en el gráfico 18, corresponden al promedio de los valores tomados en el último metro de profundidad antes de llegar al fondo, según lo que establece la norma. Para esta variable, es difícil establecer patrones claros y las tendencias que se observan pueden tener diversos orígenes.

En general, la III región es la que presentó valores más bajos, no superando los 5,01 mg/l en los tres años en que presenta registros de oxígeno. Por contraparte, la XIV región es la que tuvo mayor nivel de oxígeno, manteniéndose alrededor de 8 mg/l.

La X región presentó valores bastante estables durante los 6 años que abarca este informe, similares a los de la XI, cercanos a los 6 mg/l, sin embargo, en esta última región los dos últimos años mostró valores inferiores a 6 mg/l en los lugares monitoreados, pudiendo visualizar una leve tendencia a disminuir la concentración a través del tiempo. La XII región, en tanto, tiene variaciones interanuales importantes, con valores extremos de 7,4 a 4,8 mg/l, siendo este último valor el del año 2014. Para esta región también se ve una tendencia a la disminución del valor de oxígeno en los lugares monitoreados, aunque no tan constante como en la XI.

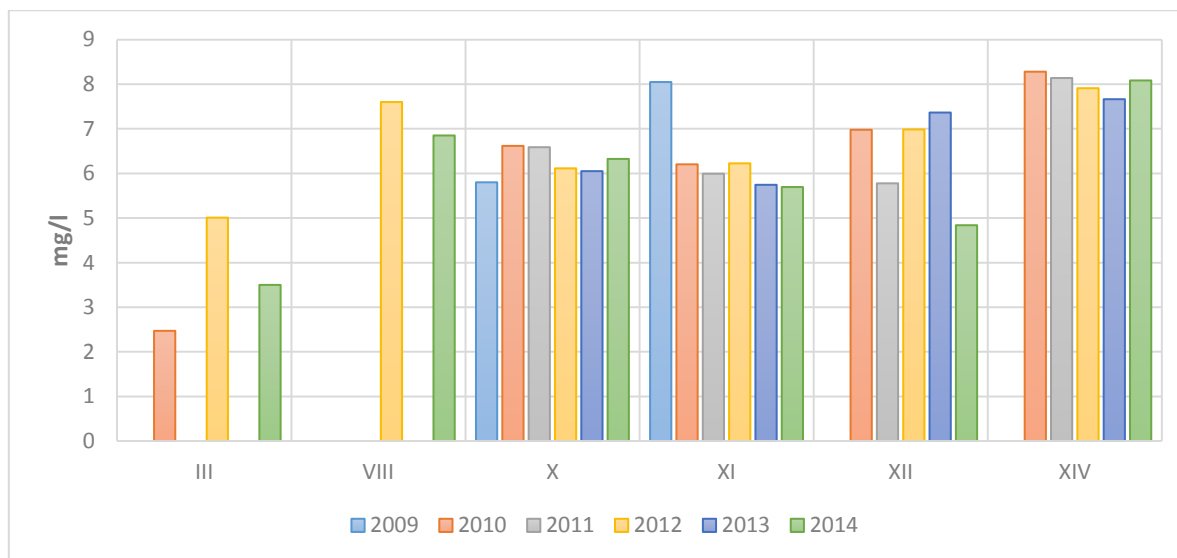


Gráfico 18.- Concentración de oxígeno disuelto en mg/l, a 1 metro sobre el fondo por región y año en estudio.

Los mapas 88 a 91 presentan la concentración de oxígeno, en miligramos por litro. La III región presenta valores que van de 3,4 a 5,2 mg/l de oxígeno. En la X región encontramos los

valores más bajos de oxígeno en algunos centros del Estuario Reloncaví y otros en Hualaihué (Isla Llancahué). Para la XI región, los valores más bajos están presentes el canal Puyuhuapi, Fiordo Aysén y Estero Cupquelan. La XII región, los valores más bajos están en la zona de Natales (Estero Poca Esperanza).



## 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 estado implementando el Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA) y sus resoluciones acompañantes, incorporando metodologías, variables ambientales y análisis 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 la calidad del sector en el tiempo.

Desde el inicio de la aplicación del RAMA, se ha enfrentado y desarrollado un proceso permanente de 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, actualmente la Res. Ex. (SUBPESCA) N° 3612/2009 es el instrumento normativo vigente. 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).

Durante el período que abarca este informe, años 2009 a 2014, fueron evaluados un total de 4.863 INFAs, las que mayormente corresponden a centros de cultivo del sur del país. Esta situación se debe a una concentración de la producción acuícola en esta zona geográfica; así, entre la X y XI región abarcan cerca del 95% de la biomasa total anual producida, por otra parte, la XII región ha mantenido los últimos años un tercer lugar de biomasa total producida, esto dado principalmente por la consolidación de la industria salmonera en la región. Otras regiones relevantes, pero muy por debajo en producción son, en orden descendente, la IV, XIV, III y IX, que en conjunto no superan el 3% de la biomasa producida. Otro aspecto importante para esta evaluación, es reconocer que la acuicultura en Chile tiene una alta concentración de especies producidas, compuesta principalmente por salmónidos y mitílidos, los que en su conjunto abarcan en total sobre el 95% de la biomasa producida.

Los resultados de las INFAs mostraron hasta el 2011, un comportamiento más o menos estable en el número de aerobias - anaerobias que dan cuenta del estado ambiental de los centros de cultivo, sin embargo, a partir del año 2012, se observa un aumento de las INFAs que arrojan resultados anaeróbicos. Esta variación en el comportamiento puede explicarse debido al



cambio normativo por el cual Sernapesca se hace cargo de las INFAs, lo que permitió mejorar el registro y estandarización del proceso, lo que a su vez mejoró en la detección de INFAs anaeróbicas.

Dentro de los resultados de las INFAs, la calificación anaeróbica se presentó en la X, XI y XII región, dada principalmente en centros de producción de salmones, es por ello que el presente informe hace hincapié en dichas regiones en particular.

Respecto a las variables ambientales, que son parte de las exigencias normativas en la realización de las INFAs, se visualiza que las principales regiones con centros de cultivo que tienen categorías que consideran la realización de muestreos de variables de fondo son la X de Los Lagos y la XI de Aysén, además de la XII, IV y III en menor cantidad. Al respecto, en el caso de la materia orgánica, observamos que los porcentajes anuales más altos fueron encontrados en la XII región, en que se ve una tendencia a aumentar a través del tiempo desde el año 2009 al 2014. Por otra parte, en forma decreciente encontramos a la XI, X y XIV región, donde más allá de cierta variación interanual, los valores de materia orgánica se presentan relativamente constantes a través del tiempo.

En el caso del pH y el potencial de óxido reducción, se observan patrones similares a lo ocurrido con la materia orgánica, encontrando que la XII región es la que presenta valores más bajos como promedio de los 6 años evaluados, seguido por la XI y la X región respectivamente. Esta diferencia se hace muy notoria con el potencial de óxido reducción, donde la XII región presenta valores promedio anuales por debajo de los límites de aceptabilidad de la variable para los dos últimos años de esta evaluación (2013 y 2014), presentando incluso en este último año un valor promedio negativo. En el caso de la granulometría, se observa que la XII región presenta los mayores porcentajes de fango promedio, y con tendencia a aumentar en el tiempo, le siguen la XI y la X región respectivamente, levemente más estabilizadas los últimos años de esta evaluación (venían con tendencia a aumentar). Finalmente, en el caso del oxígeno disuelto a un metro del fondo, la XII región tiene una gran variación interanual, que no permite determinar el comportamiento en el tiempo, sin embargo, el año 2014 presenta una baja considerable, con un promedio inferior a los 5 mg/l. En el caso de la XI región se observa una leve disminución en el tiempo, para los últimos 5 años de evaluación, y en la X región se ve mayor homogeneidad en la concentración de oxígeno disuelto, manteniéndose alrededor de los 6 mg/l.

Es importante, de todas maneras, volver a indicar que el enriquecimiento orgánico de los fondos ocurrido durante el período que abarca este informe, no es necesariamente generado sólo por las actividades acuícolas de una zona o región 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, que no son fáciles de determinar directamente y por lo tanto, difíciles de evaluar.



## 7.- CONCLUSIONES

El análisis de la biomasa total en el periodo 2009 - 2014, arrojó que esta se concentró en la X y XI región, principalmente en 2 grupos de especies, salmónidos (salmón del atlántico, salmón del pacífico, trucha arcoíris) y mitilidos (chorito y cholga), concentrando sobre el 95% de la biomasa total producida a nivel nacional.

La evaluación de la información ambiental realizada para el periodo 2009 al 2014, se presentó un total de 4.863 INFAs las cuales fueron objeto de análisis en el presente informe. Para todos los años analizados, el porcentaje aeróbicos es mayor que los anaeróbicos, no obstante el año 2012 muestra un quiebre respecto del comportamiento de los anaerobias alcanzando un máximo el año 2013 con un 20% del total de INFAs presentadas, lo que implica a su vez un 80% de aerobias. Una explicación al quiebre antes señalado, se explica por el cambio normativo, implementado en la normativa ambiental a partir de 2011, mediante el cual se faculta al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, para por cuenta del estado realizar las INFAs, lo que conllevó una mejor estandarización de los procedimientos

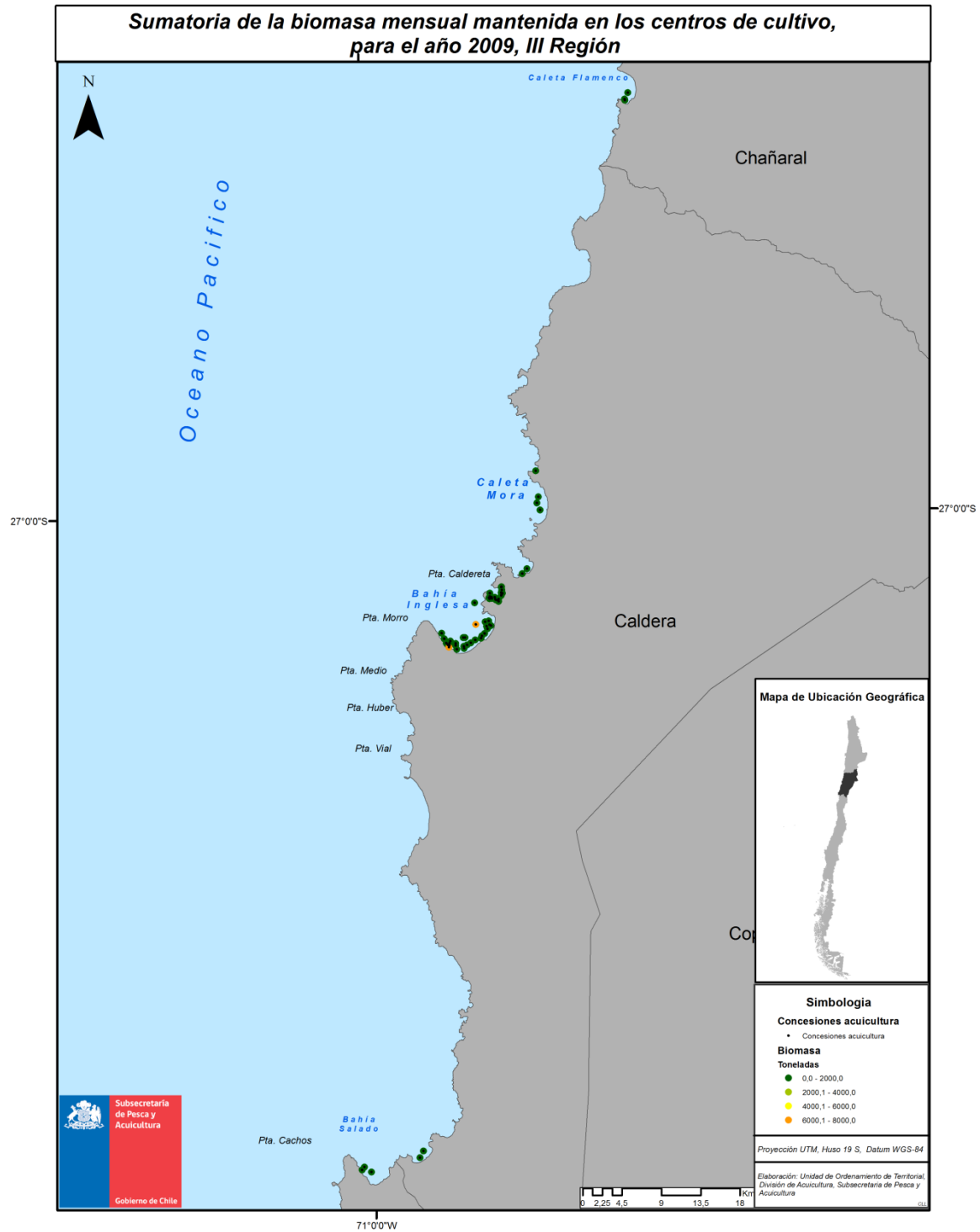
El análisis de las variables ambientales, realizado a las regiones X, XI y XII, permite visualizar cuales muestran comportamientos que reflejan el estado ambiental de los centros de cultivo, y por lo mismo se hace necesario continuar con su monitoreo, y cuales variables muestran resultados no concluyentes o sin tendencias claras que puedan reflejar el estado ambiental.

# ANEXO I

## Distribución de la Biomasa Total por Región

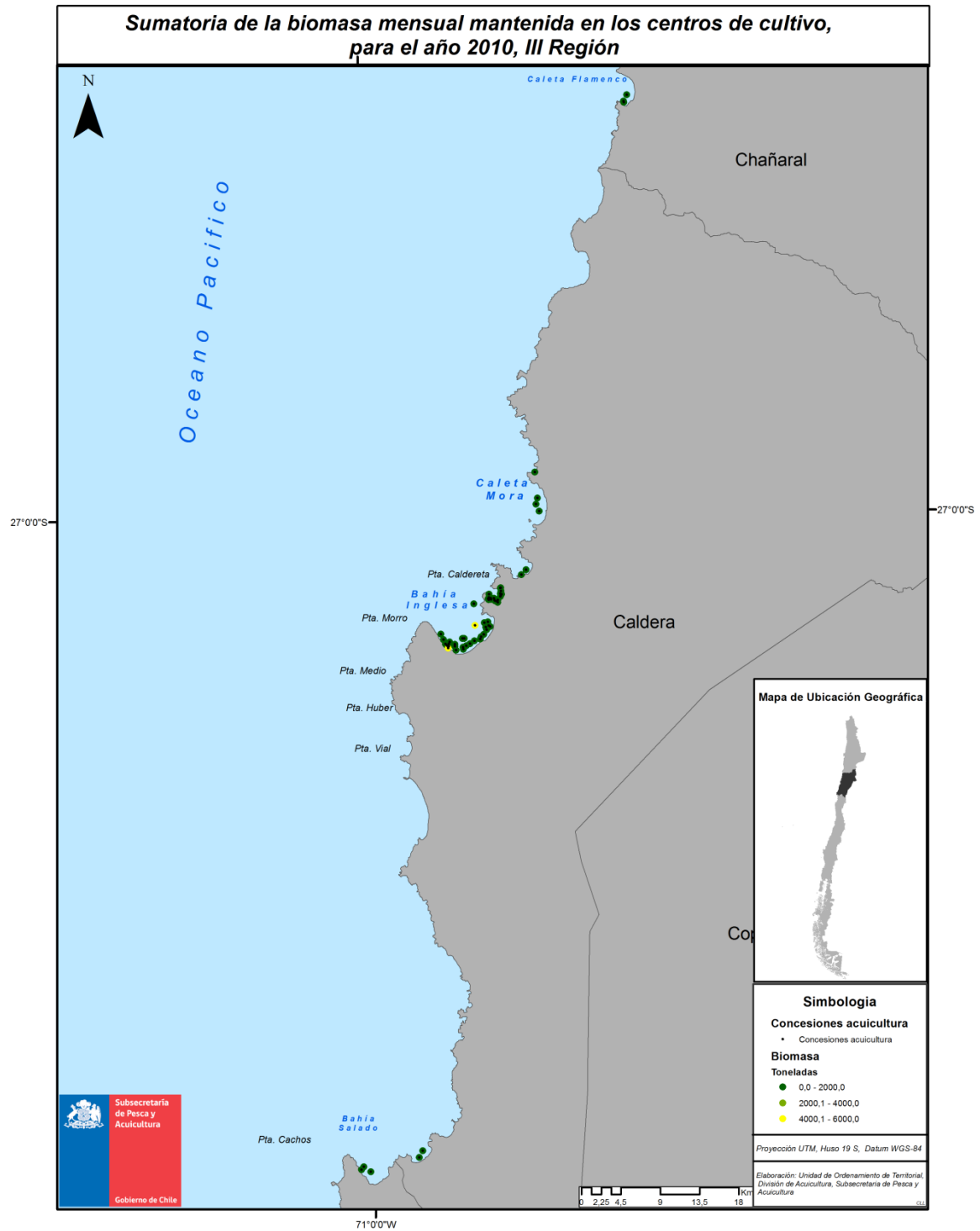
(III, IV, X, XI y XII Región)



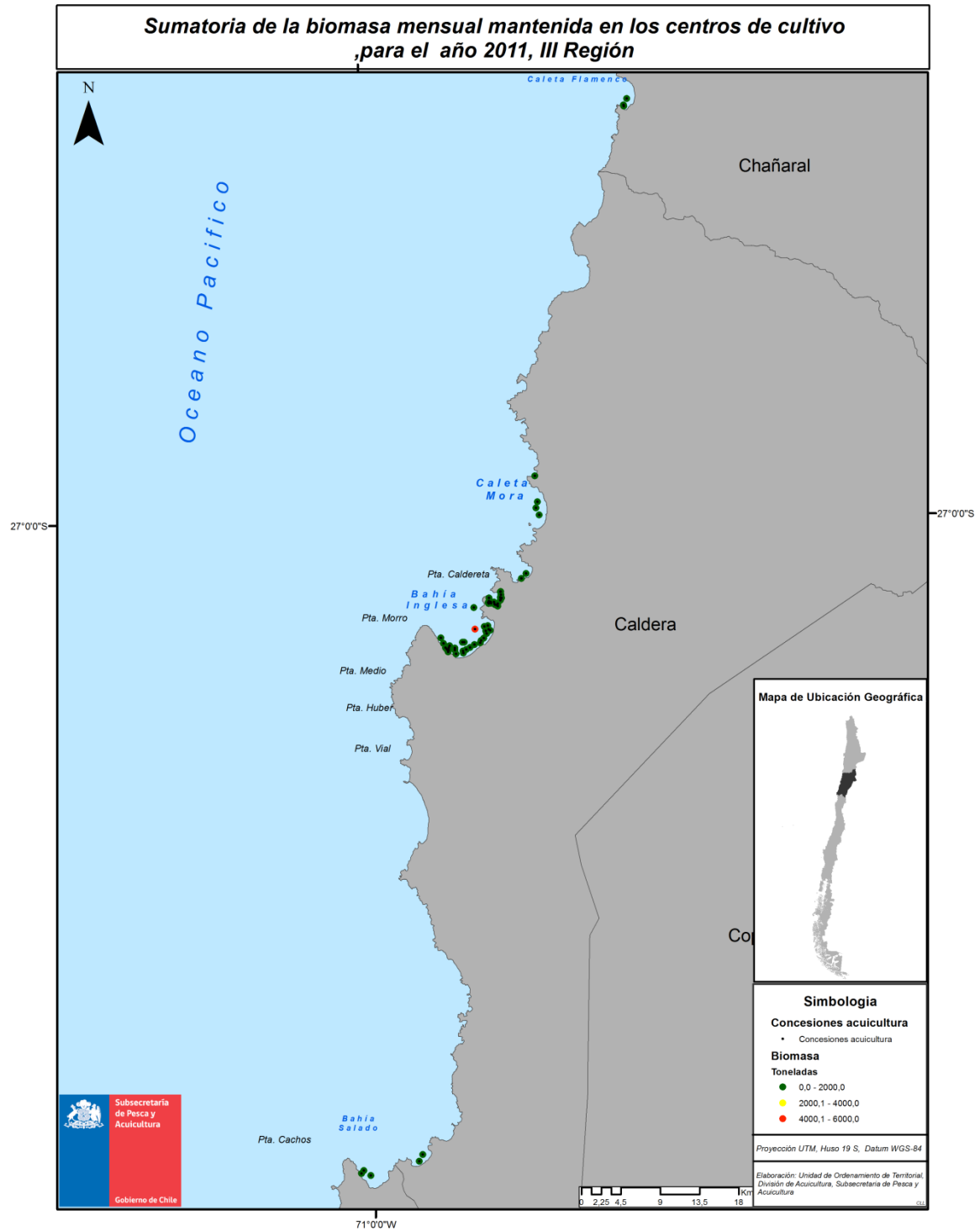


Mapa 1.- Distribución espacial de biomasa en la III región, año 2009.

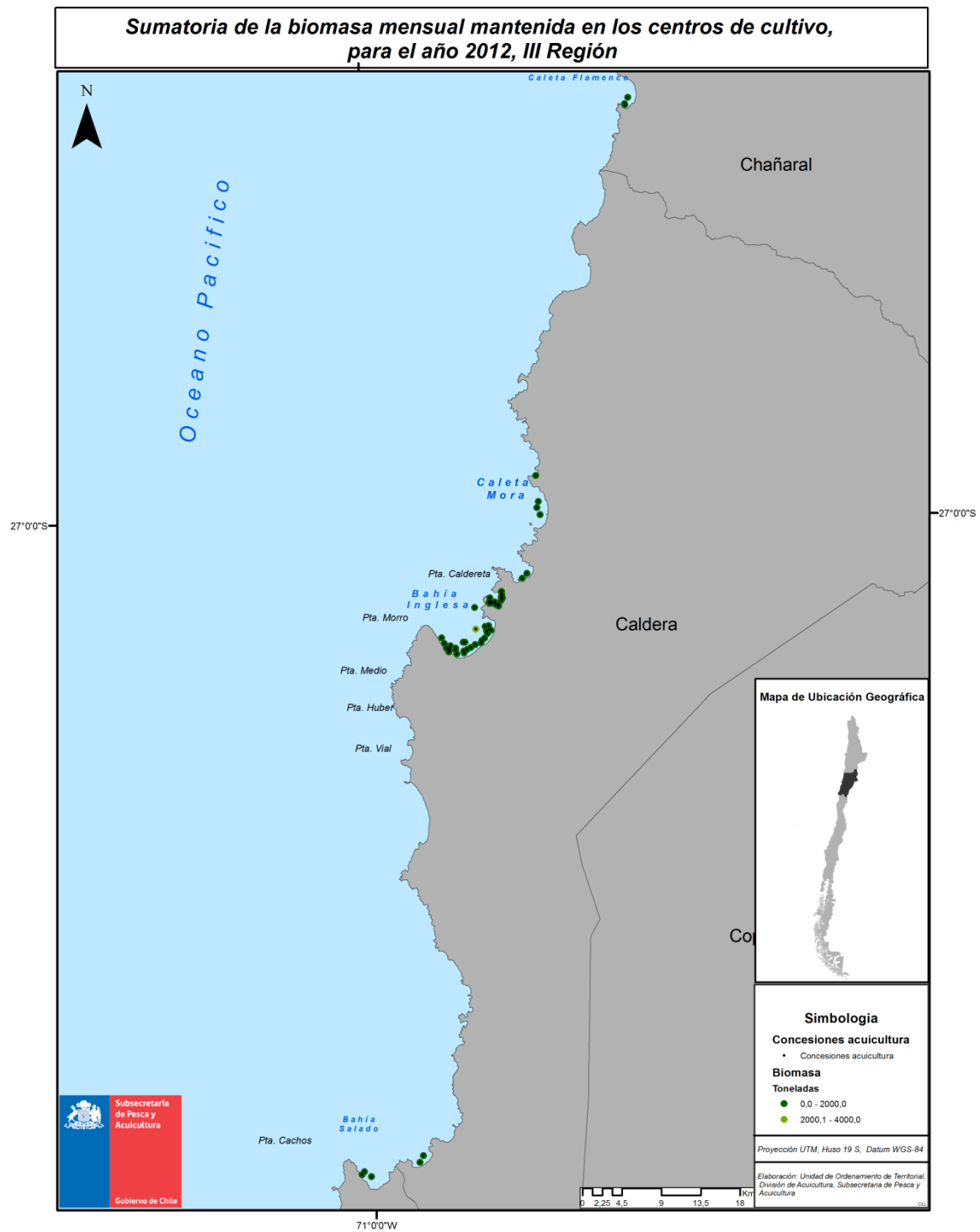




Mapa 2.- Distribución espacial de biomasa en la III región, año 2010.



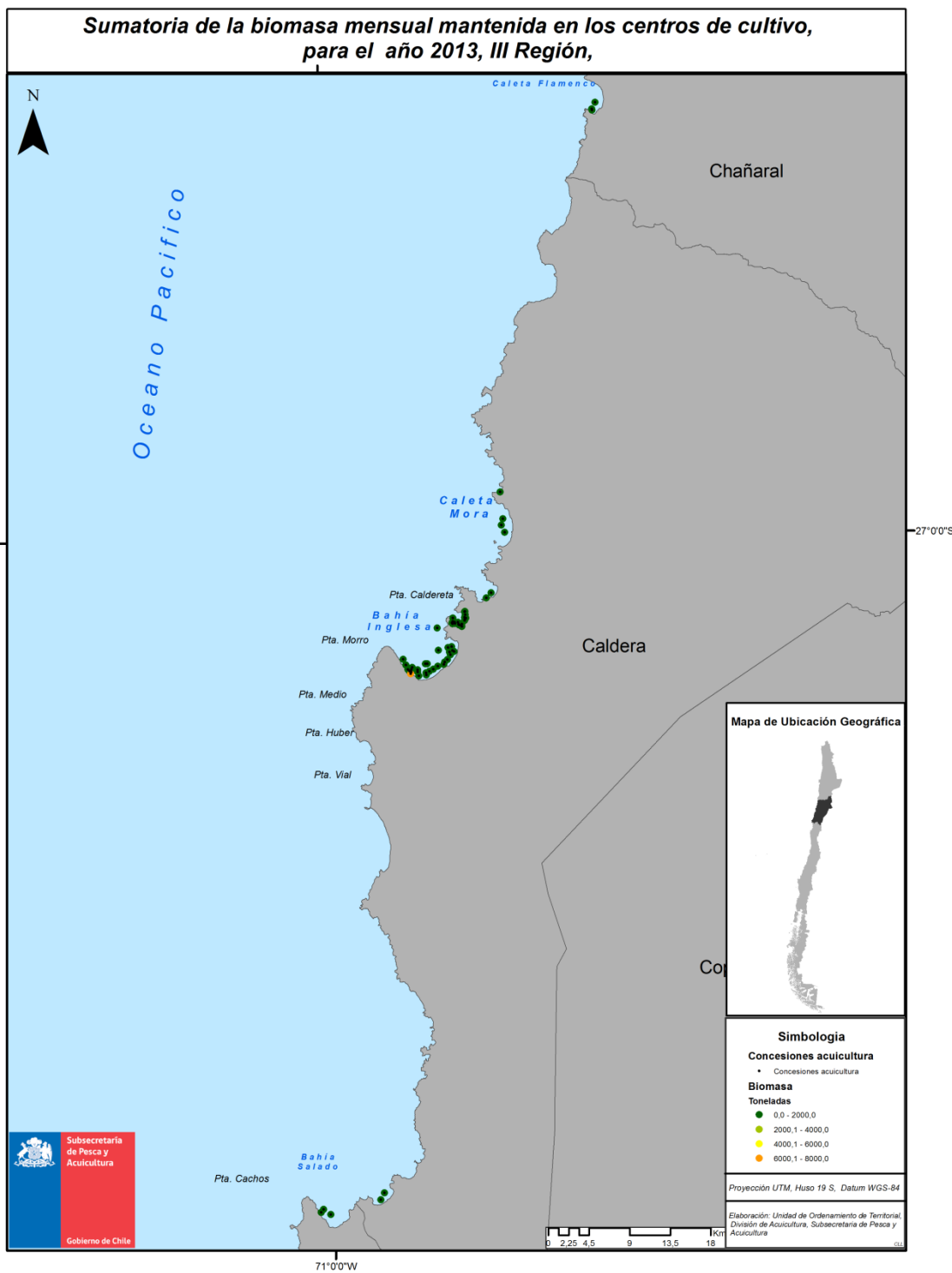
Mapa 3.- Distribución espacial de biomasa en la III región, año 2011.



Mapa 4.- Distribución espacial de biomasa en la III región, año 2012.

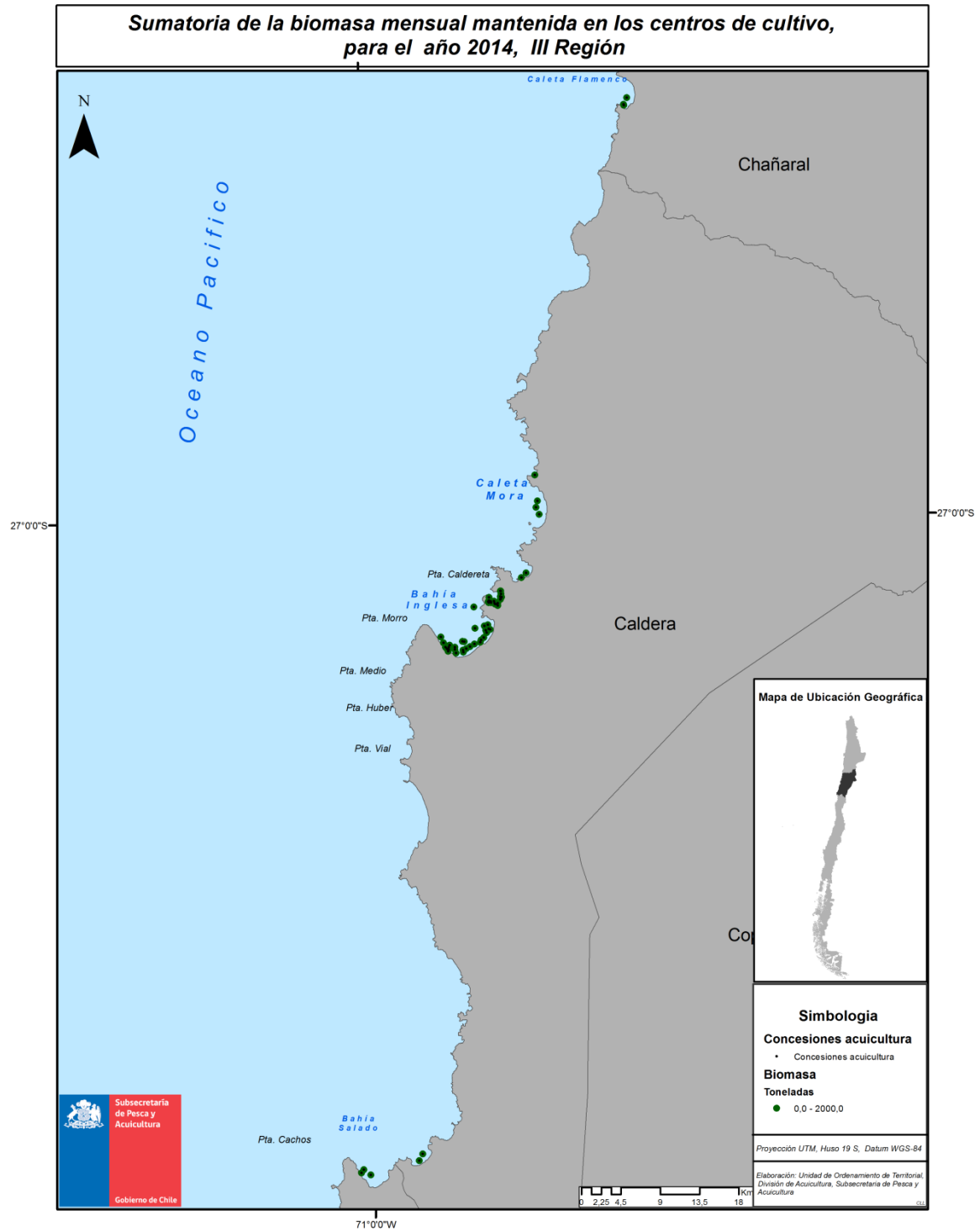




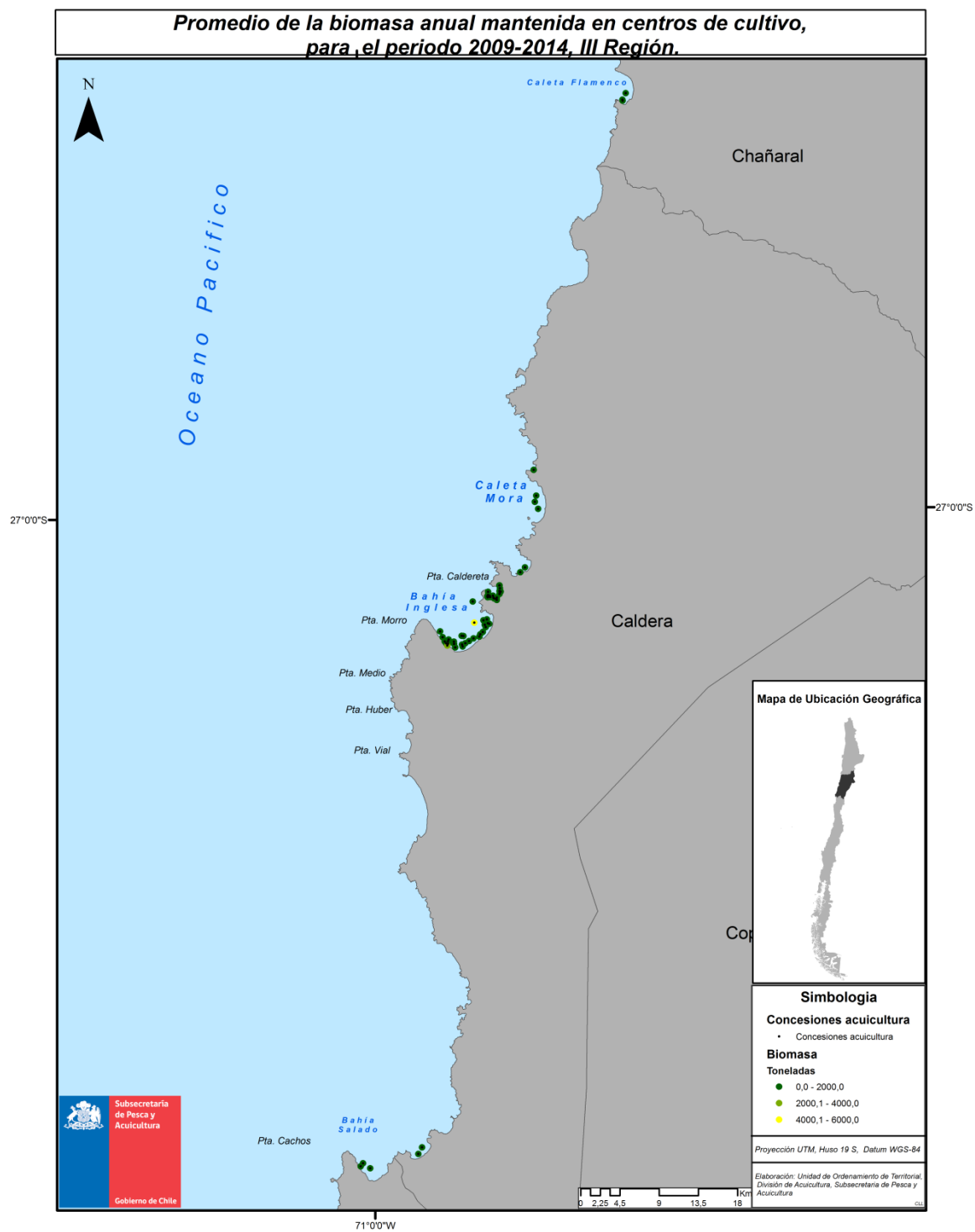


Mapa 5.- Distribución espacial de biomasa en la III región, año 2013.





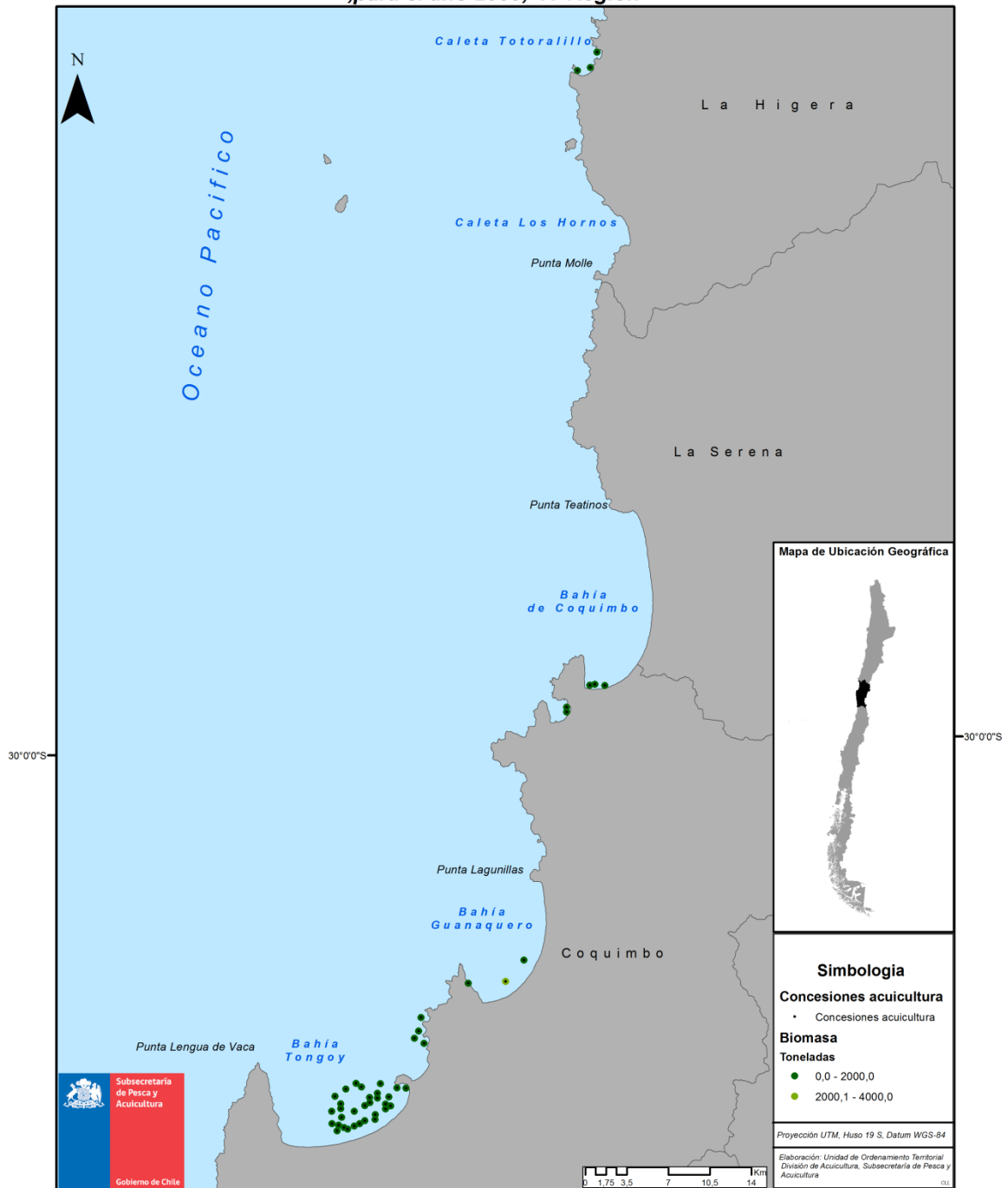
Mapa 6.- Distribución espacial de biomasa en la III región, año 2014.



Mapa 7.- Distribución espacial de biomasa en la III región, promedio anual de los años 2009 a 2014.

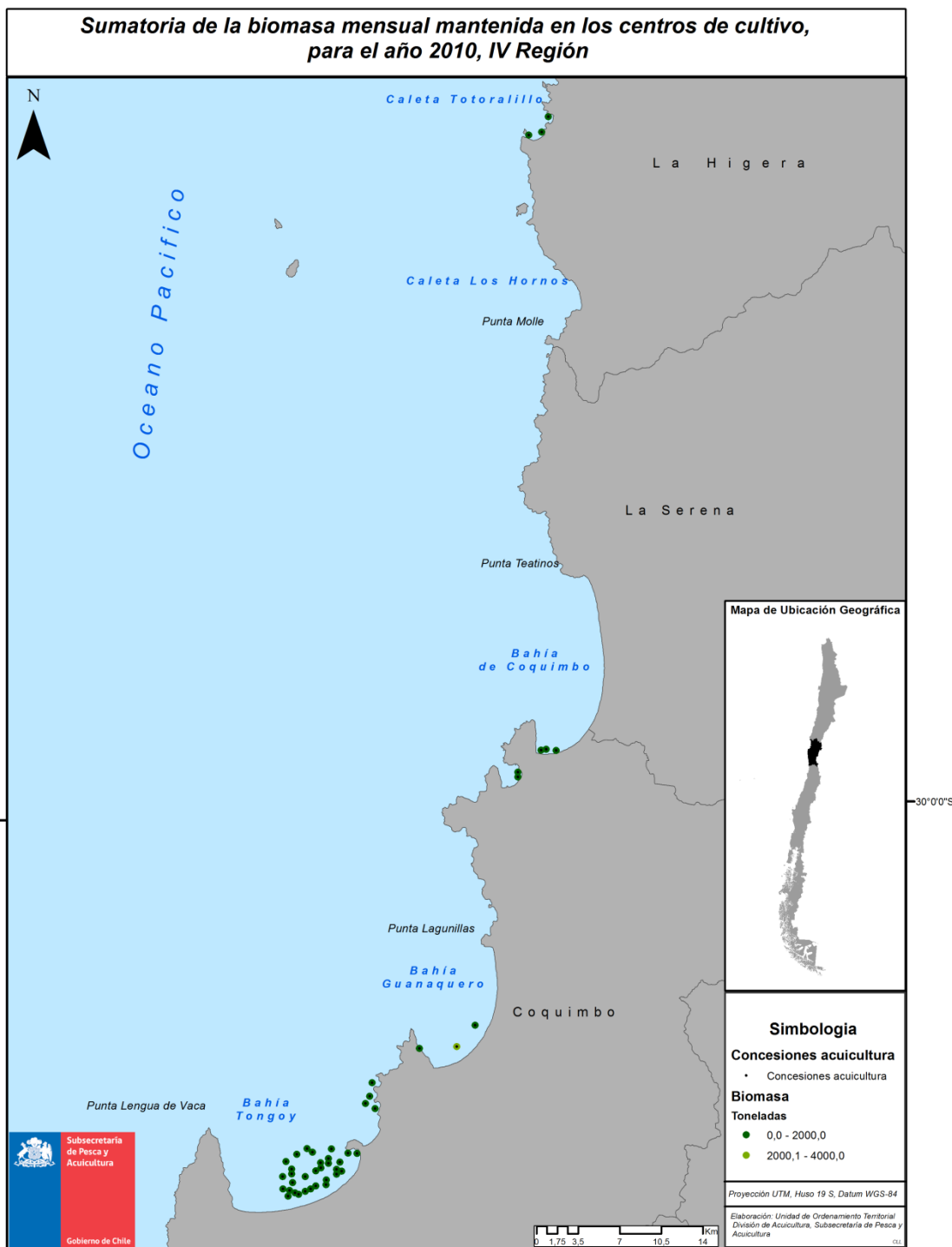


**Sumatoria de la biomasa mensual mantenida en los centros de cultivo para el año 2009, IV Región**

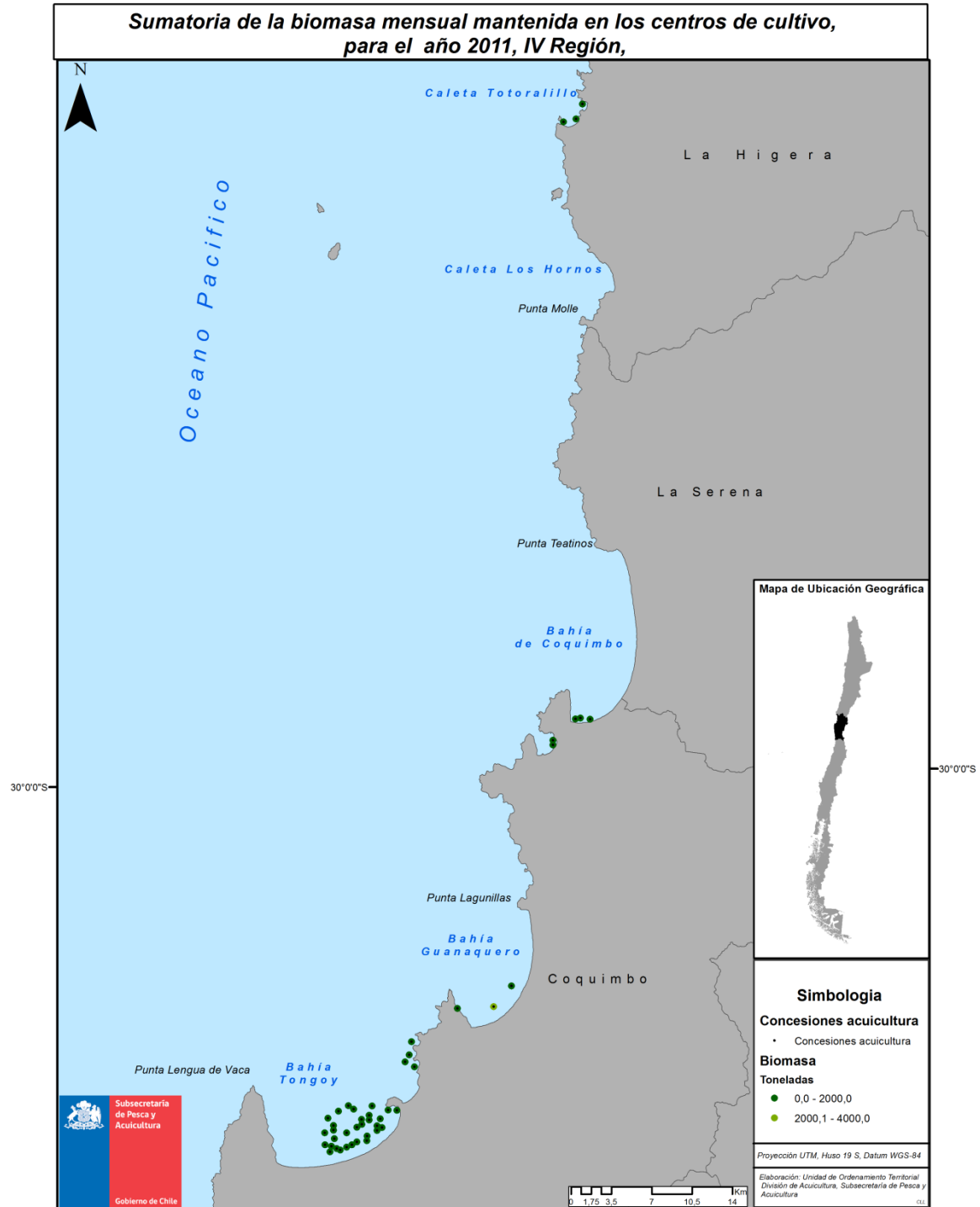


Mapa 8.- Distribución espacial de biomasa en la IV región, año 2009.

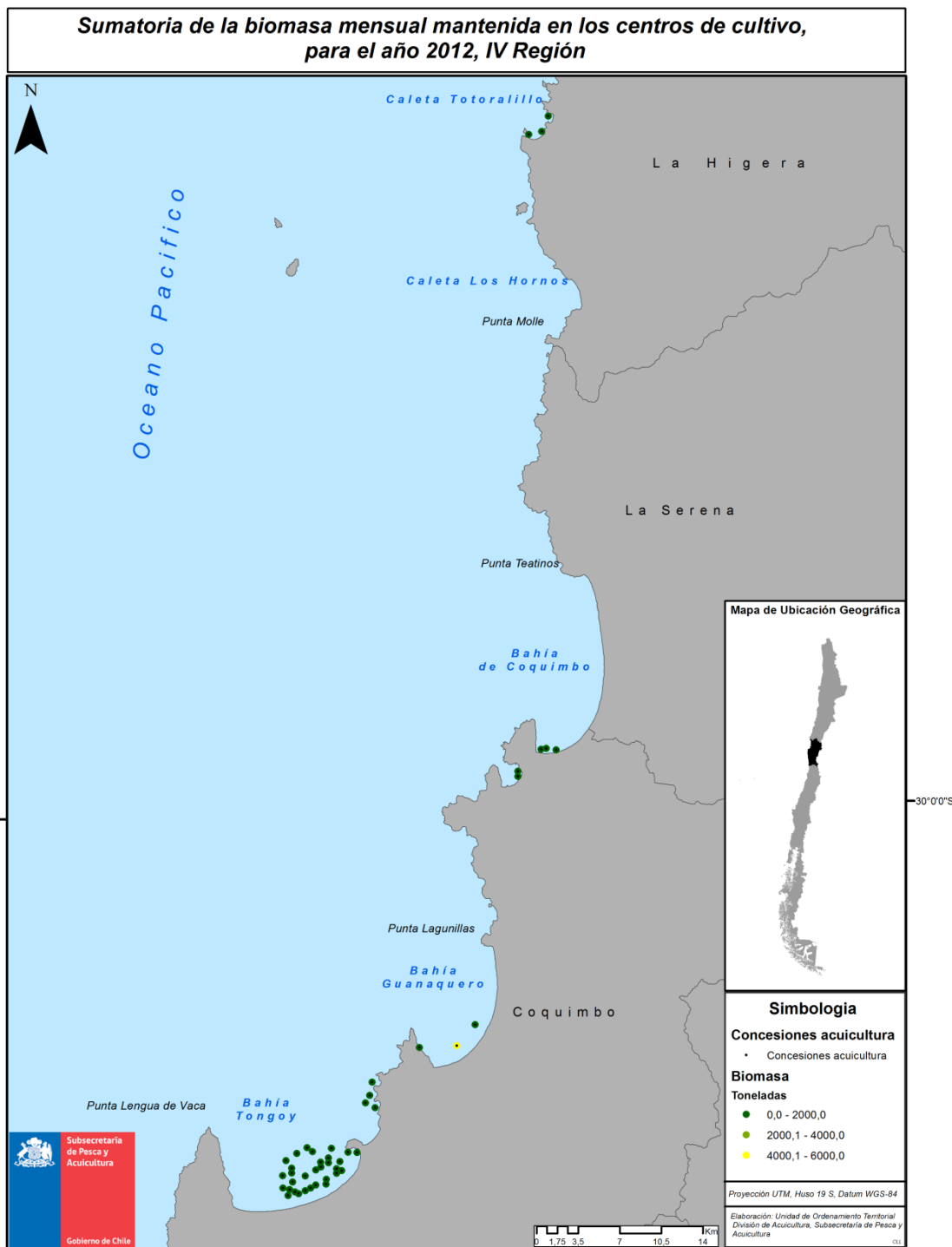




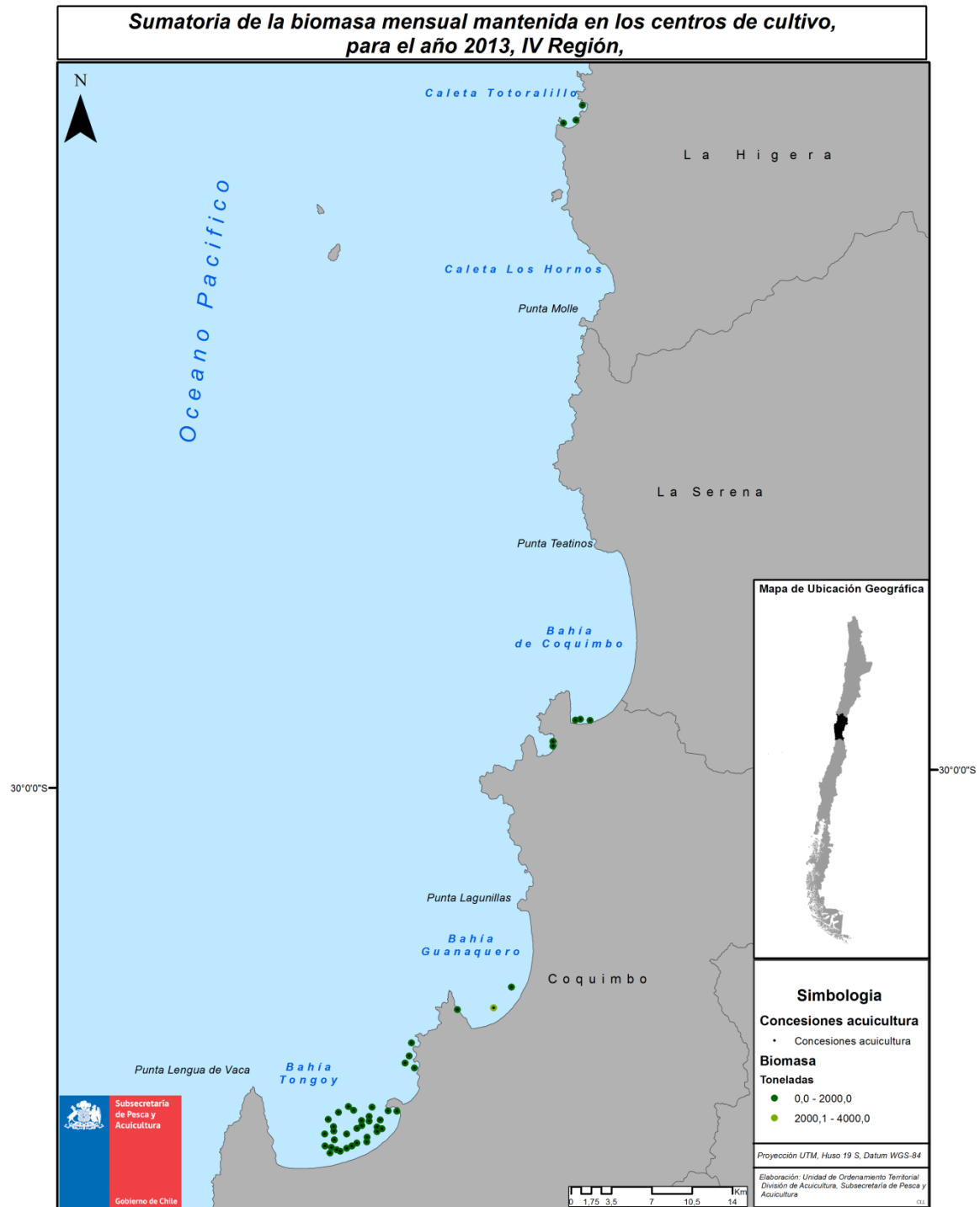
Mapa 9.- Distribución espacial de biomasa en la IV región, año 2010.



Mapa 10.- Distribución espacial de biomasa en la IV región, año 2011.

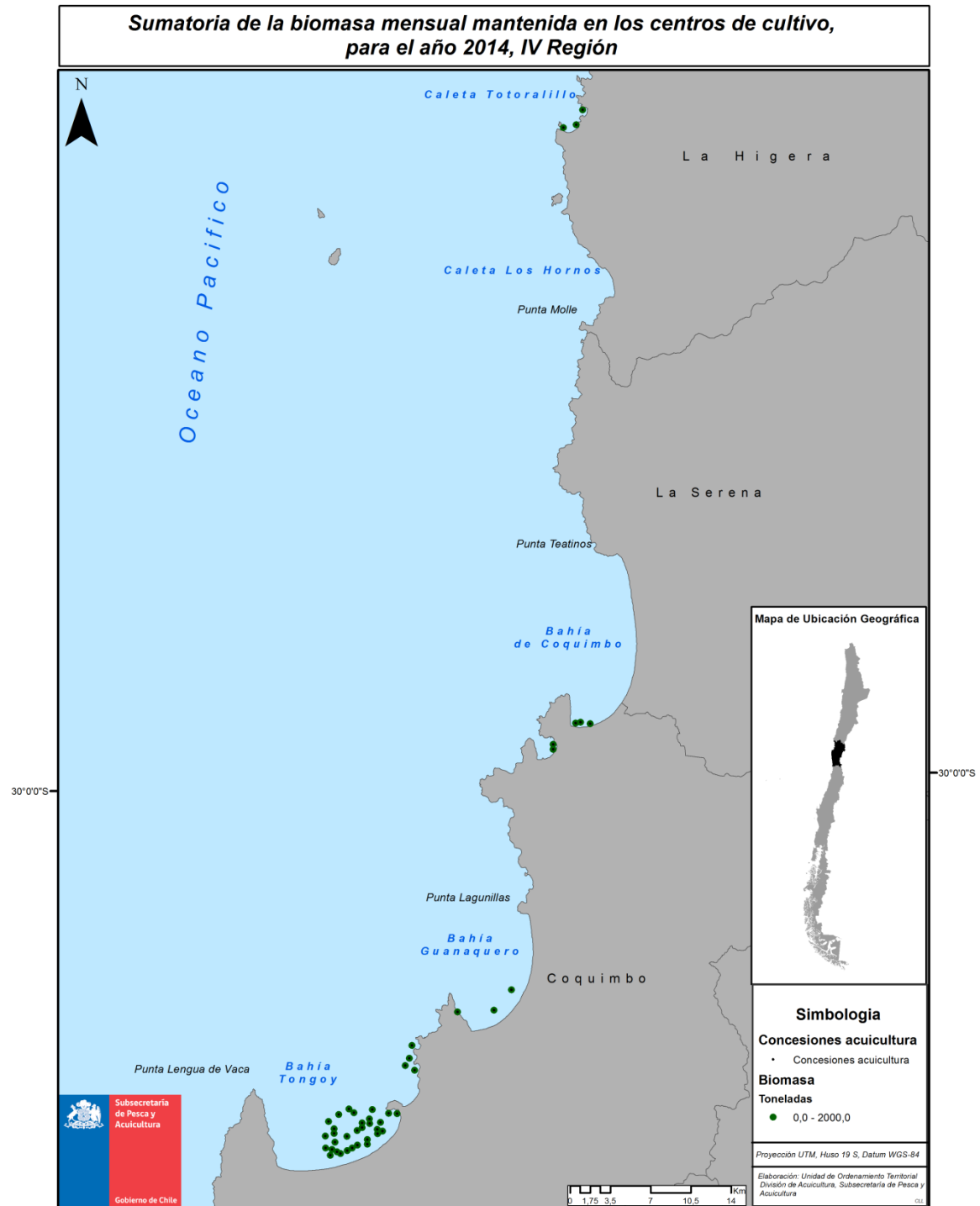


Mapa 11.- Distribución espacial de biomasa en la IV región, año 2012.

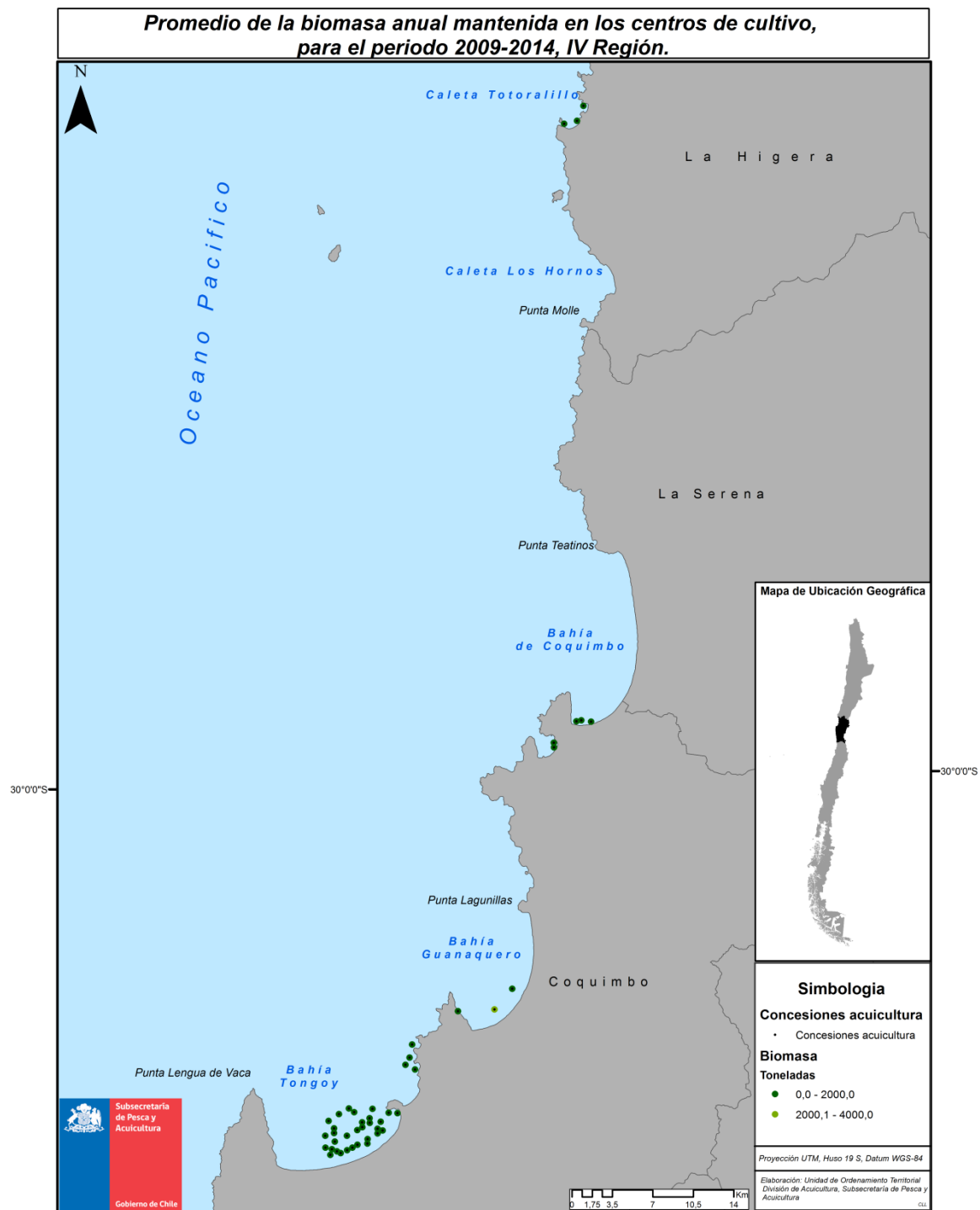


Mapa 12.- Distribución espacial de biomasa en la IV región, año 2013.

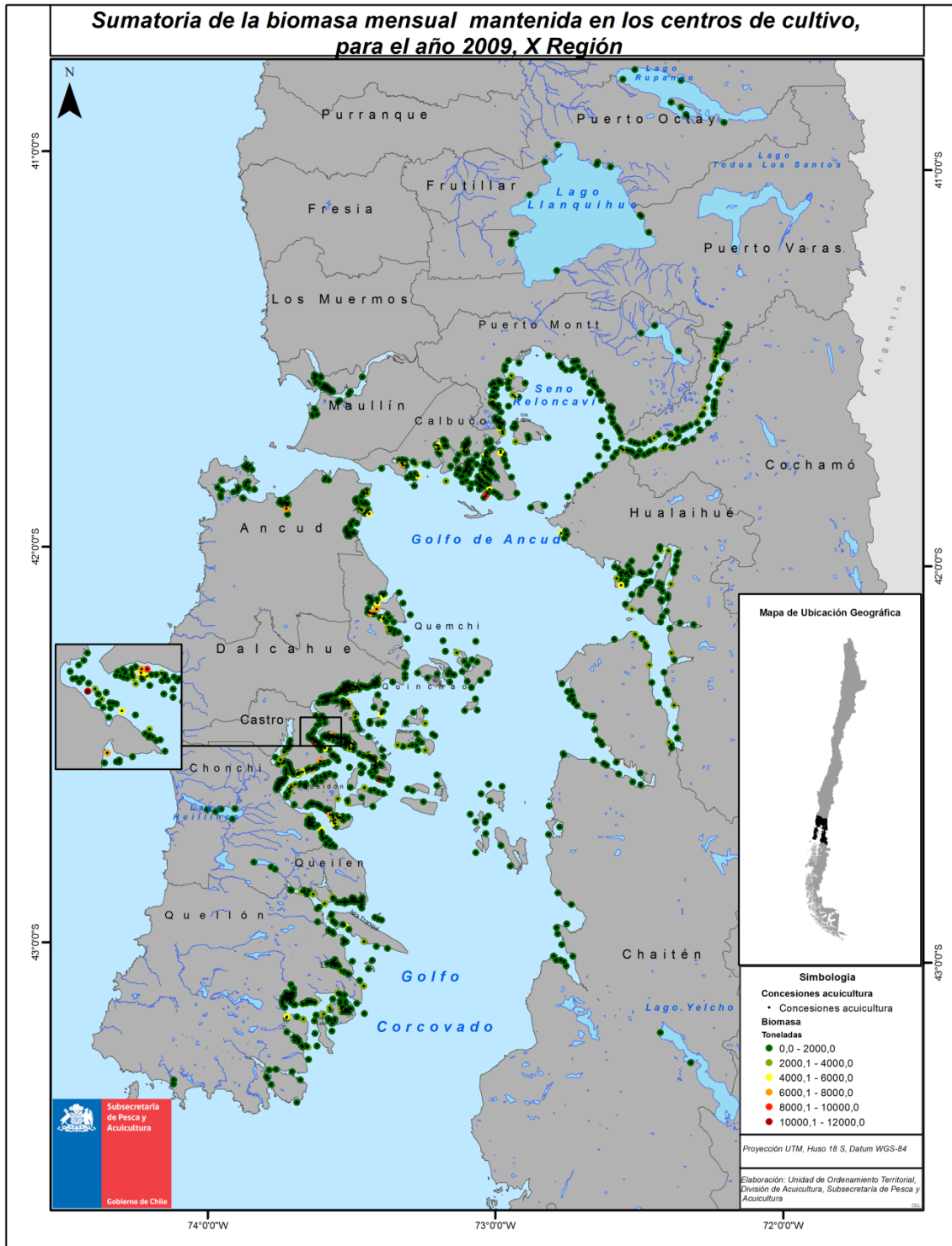




Mapa 13.- Distribución espacial de biomasa en la IV región, año 2014.

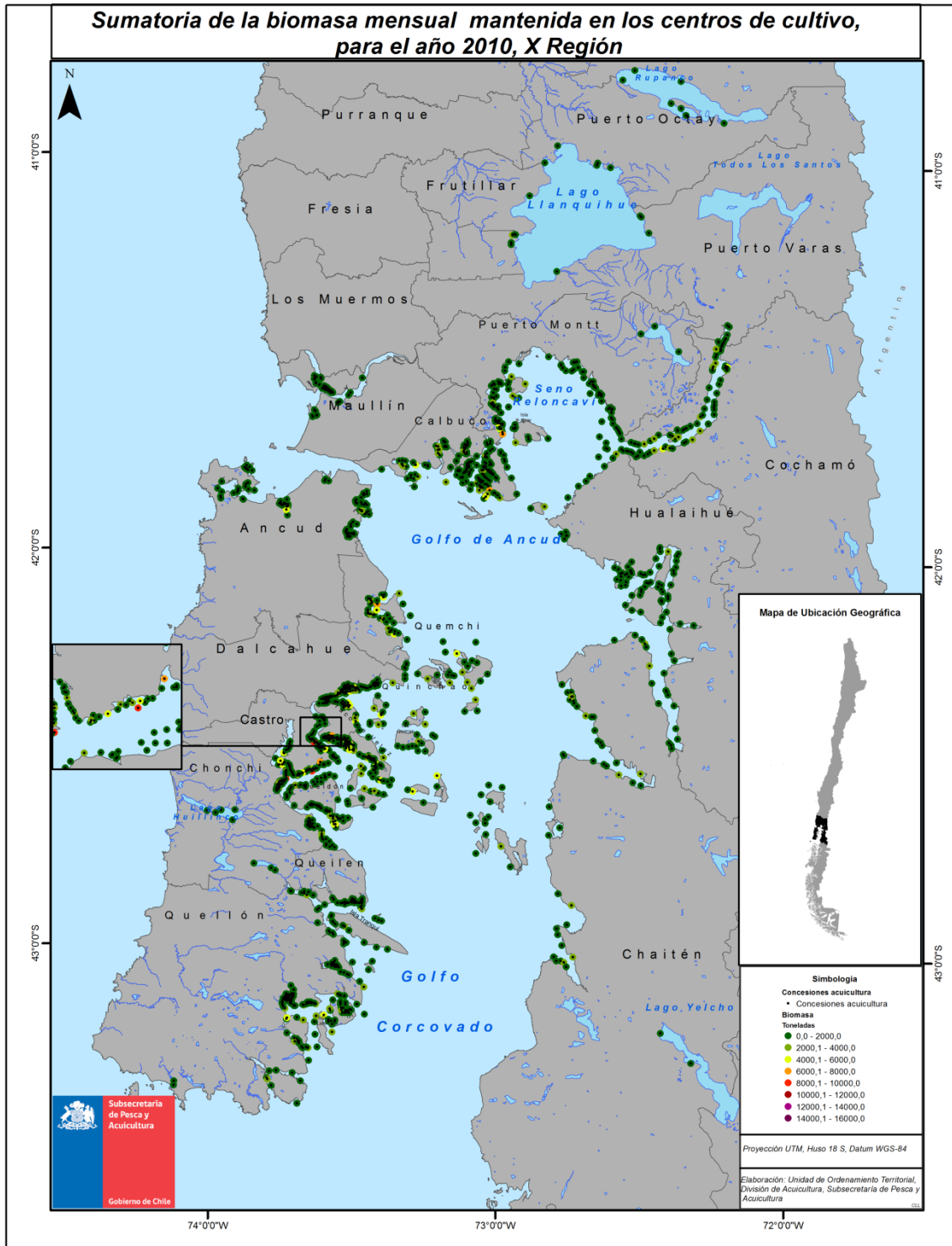


Mapa 14.- Distribución espacial de biomasa en la IV región, promedio anual de los años 2009 a 2014.



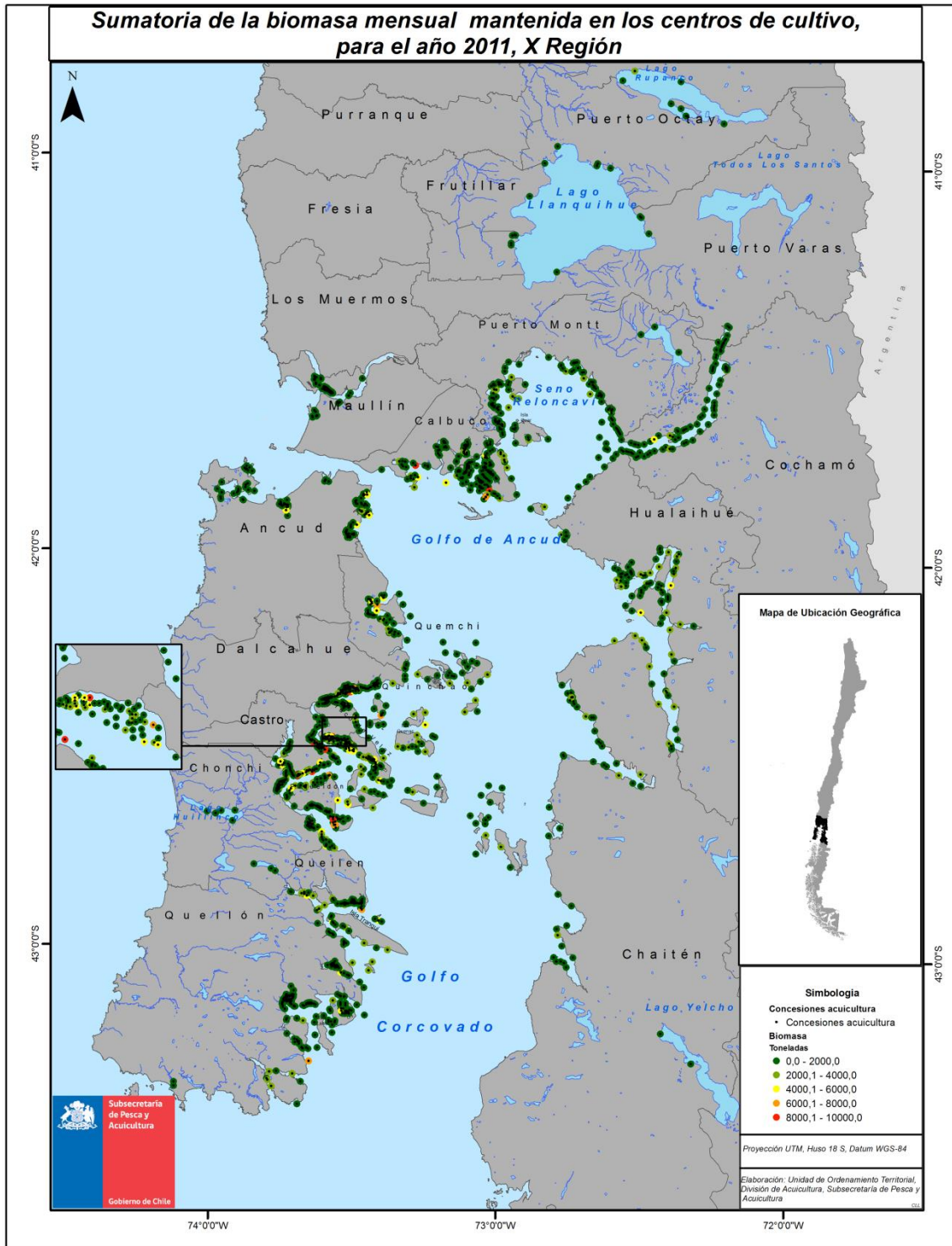
Mapa 15.- Distribución espacial de biomasa en la X región, año 2009.





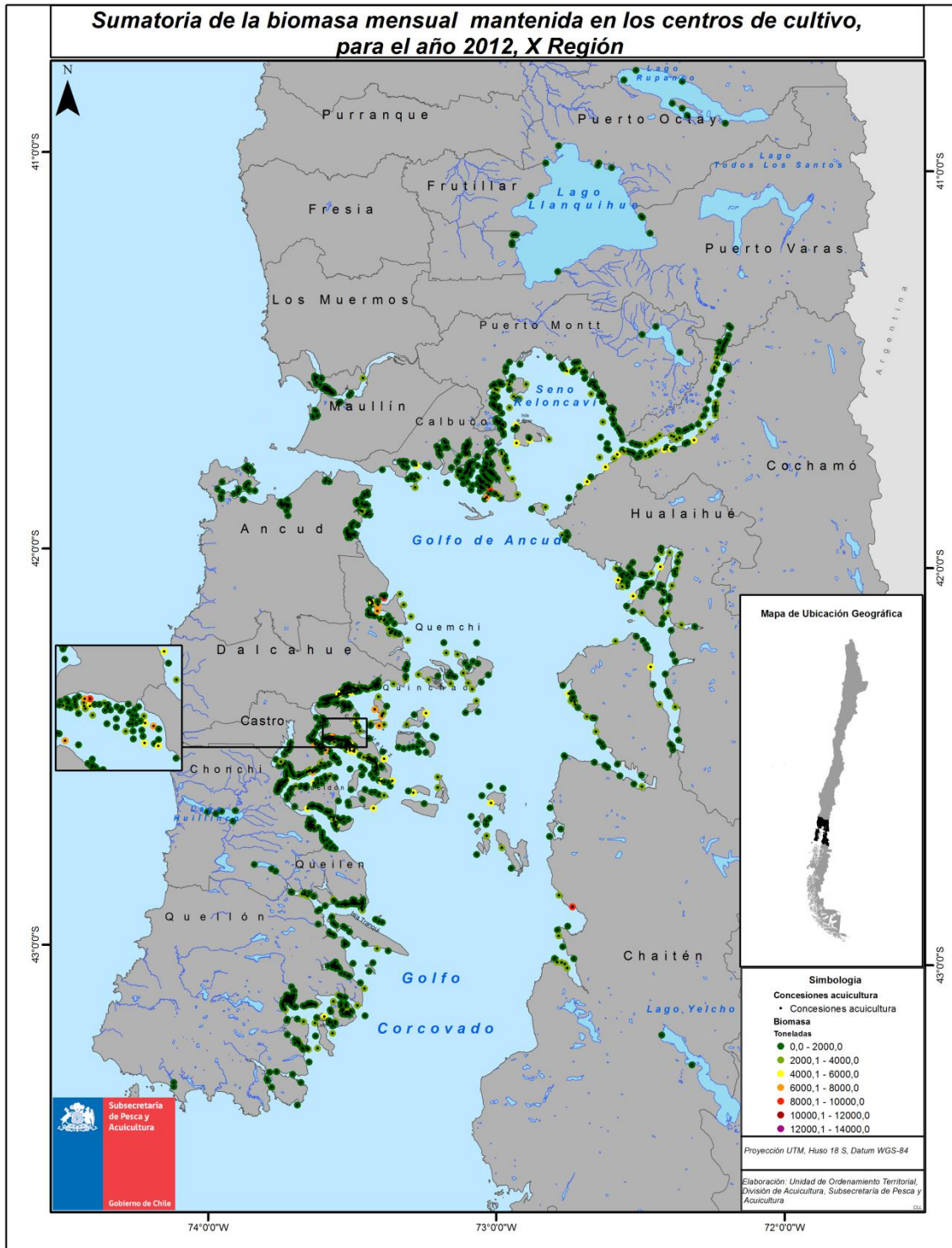
Mapa 16.- Distribución espacial de biomasa en la X región, año 2010.





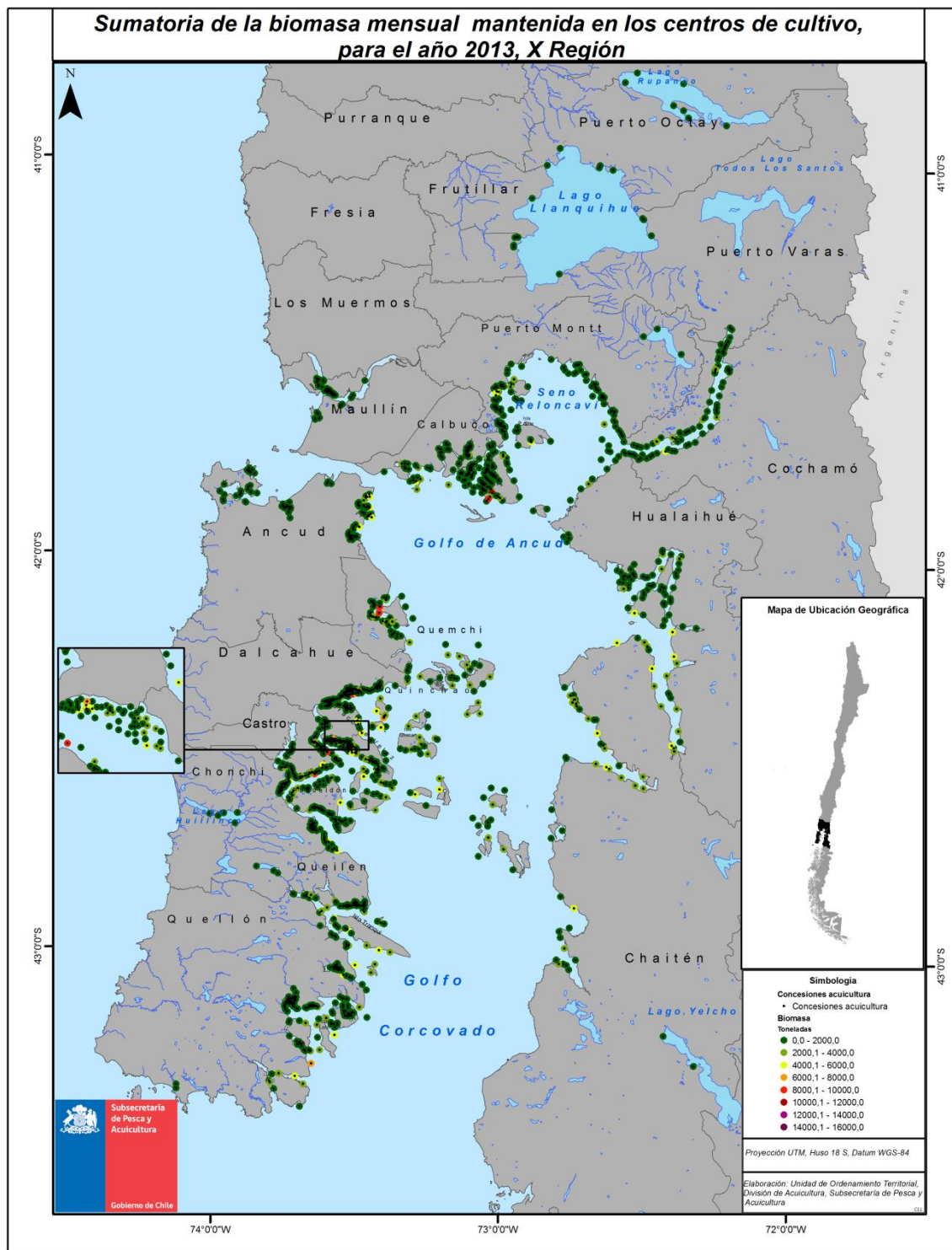
Mapa 17.- Distribución espacial de biomasa en la X región, año 2011.





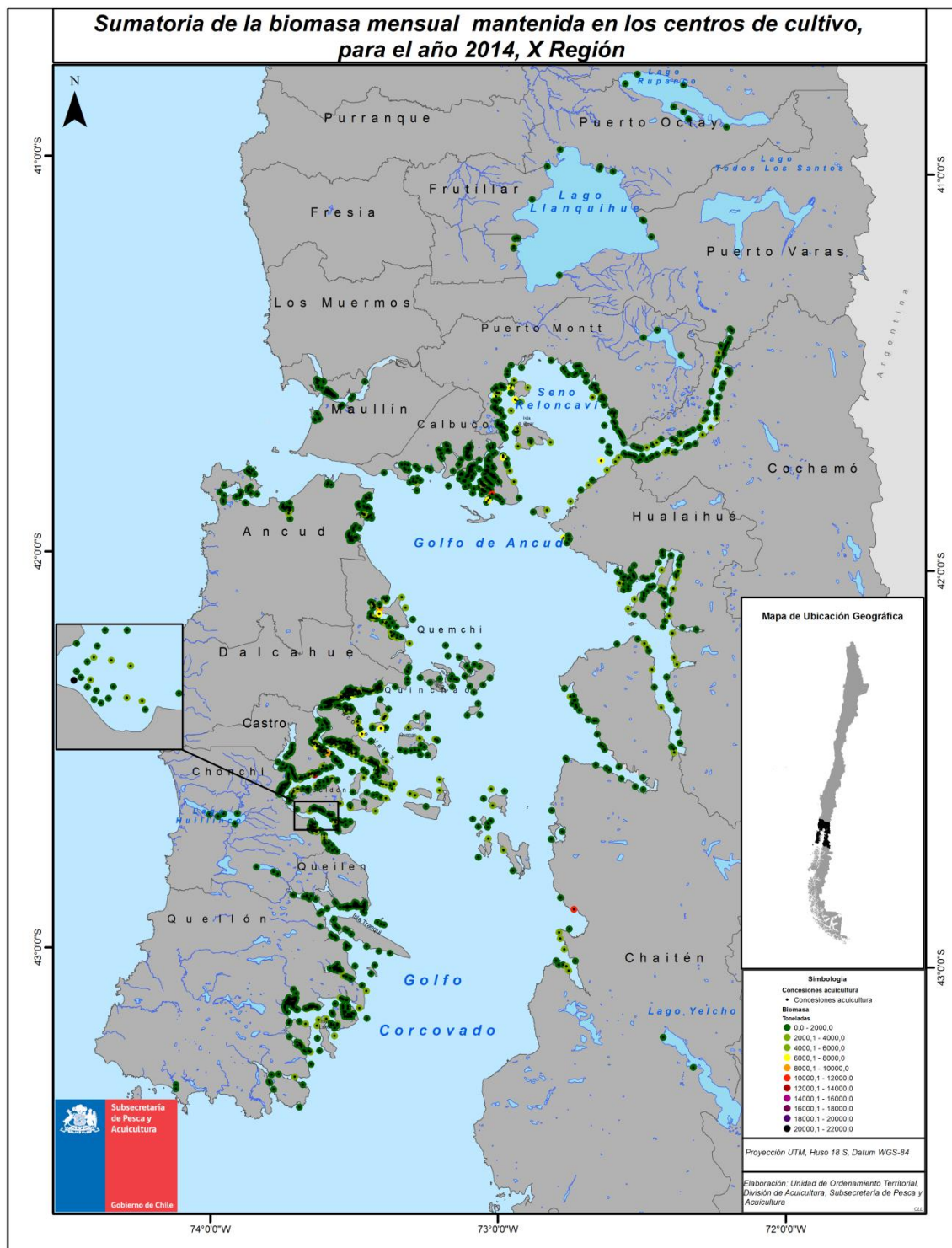
Mapa 18.- Distribución espacial de biomasa en la X región, año 2012.





Mapa 19.- Distribución espacial de biomasa en la X región, año 2013.

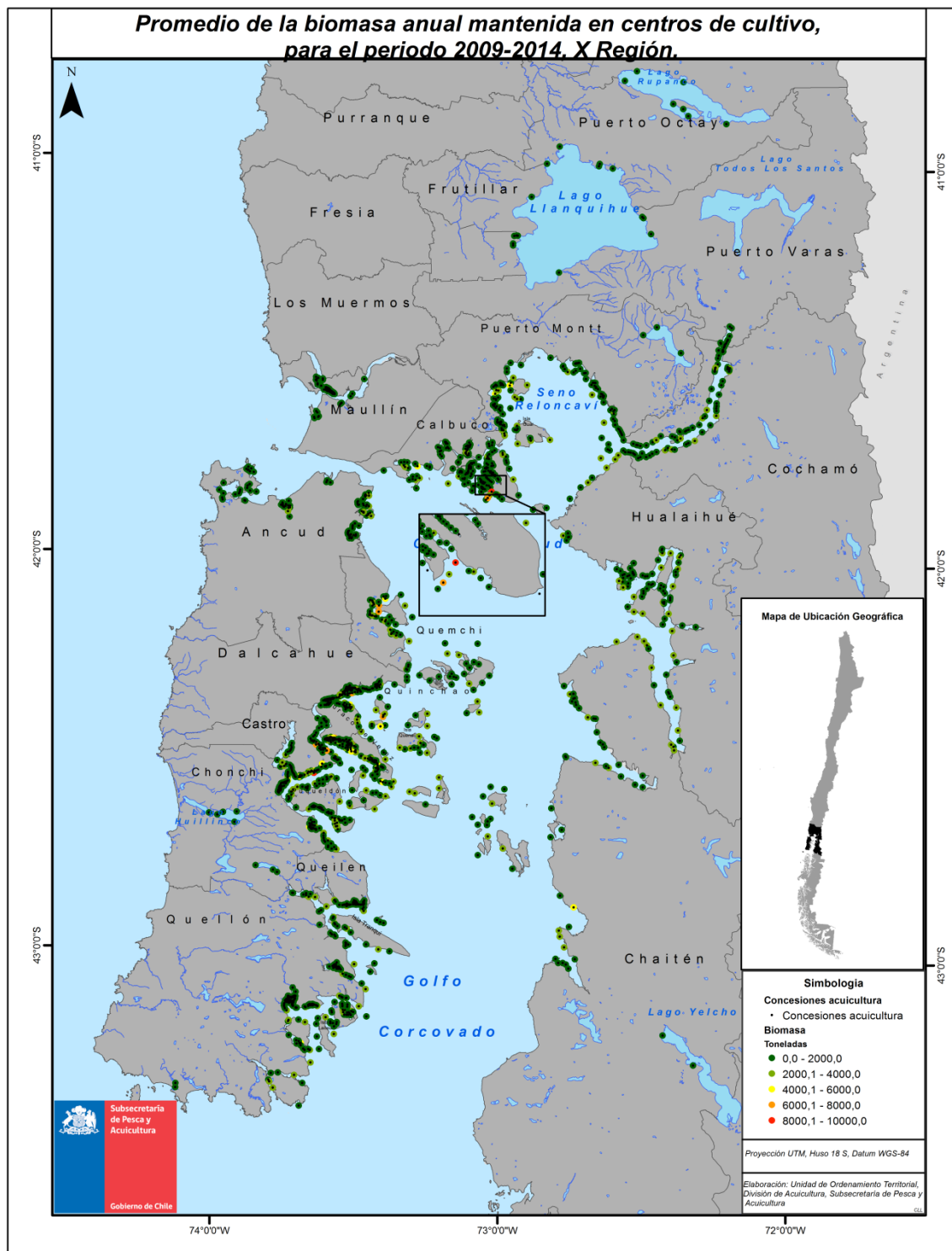




Mapa 20.- Distribución espacial de biomasa en la X región, año 2014.

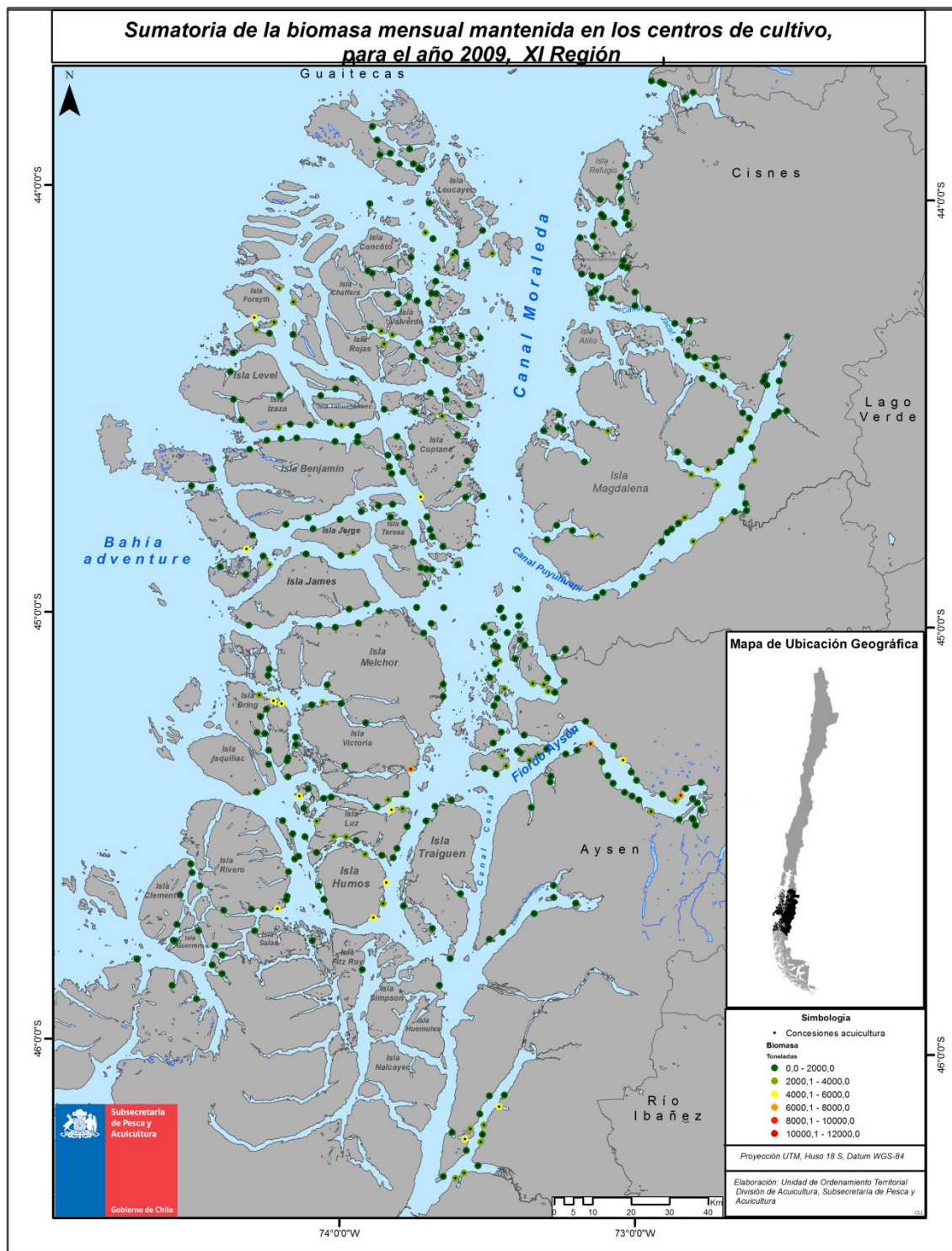






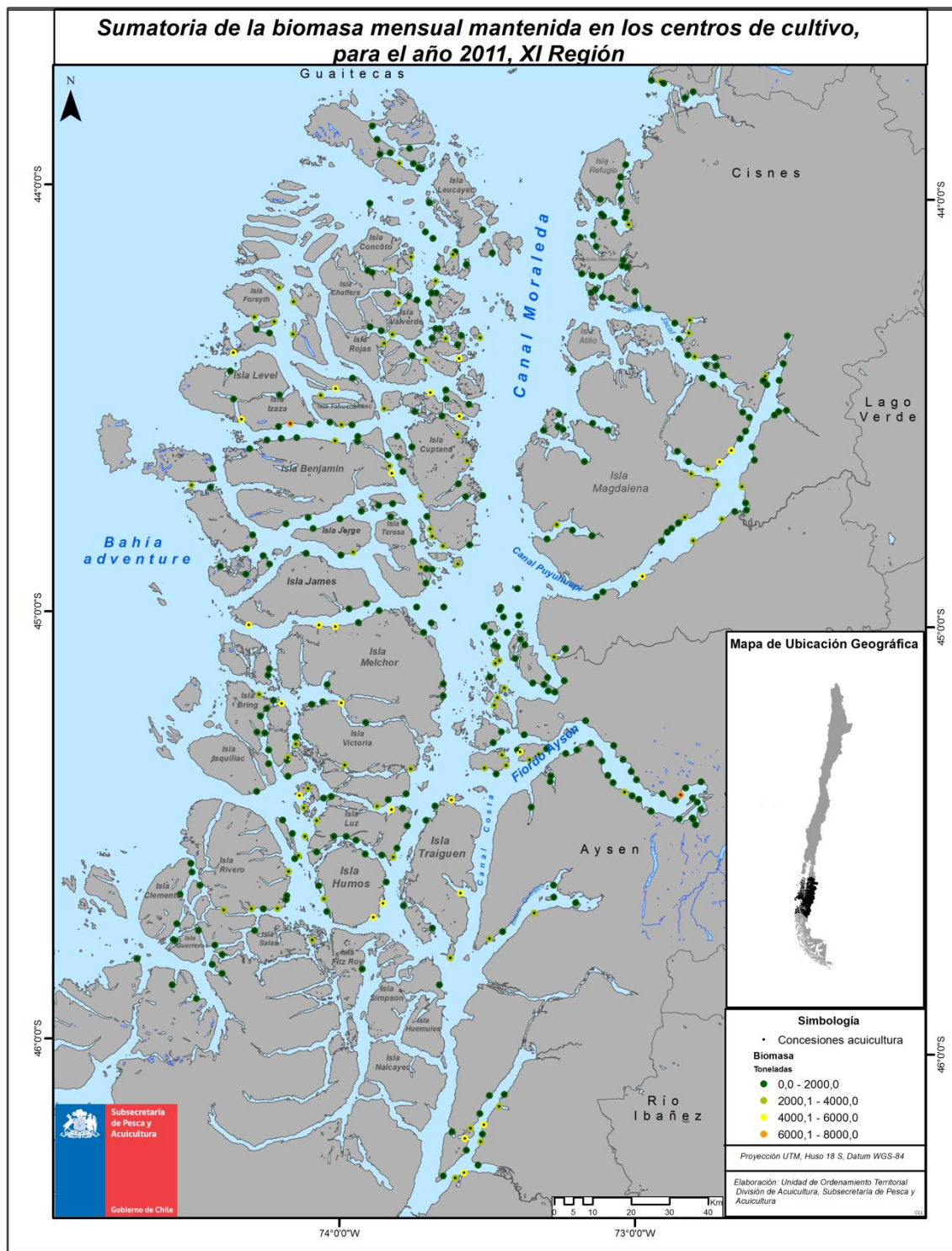
Mapa 21.- Distribución espacial de biomasa en la X región, promedio anual de los años 2009 a 2014.



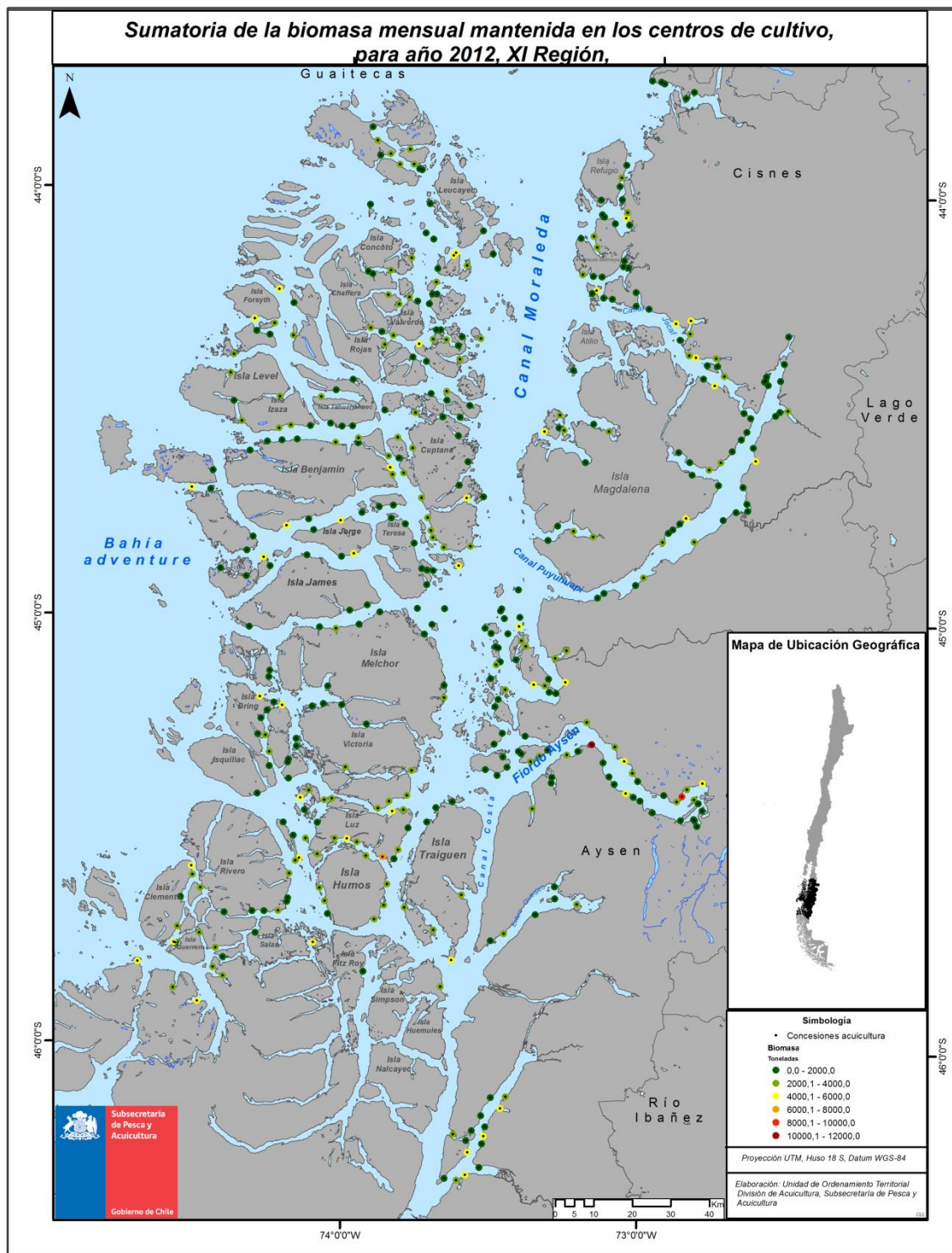


Mapa 22.- Distribución espacial de biomasa en la XI región, año 2009.



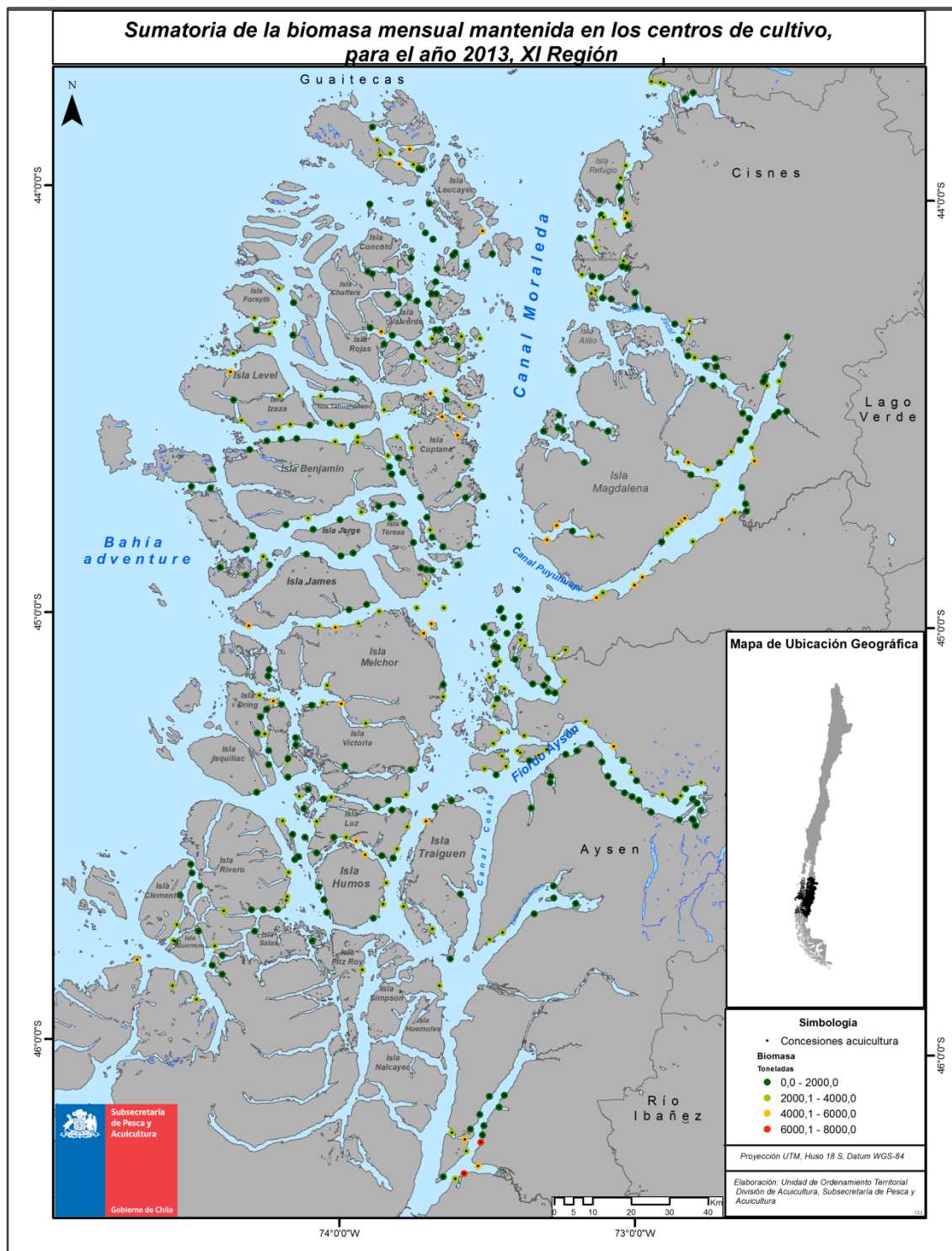


Mapa 24.- Distribución espacial de biomasa en la XI región, año 2011.

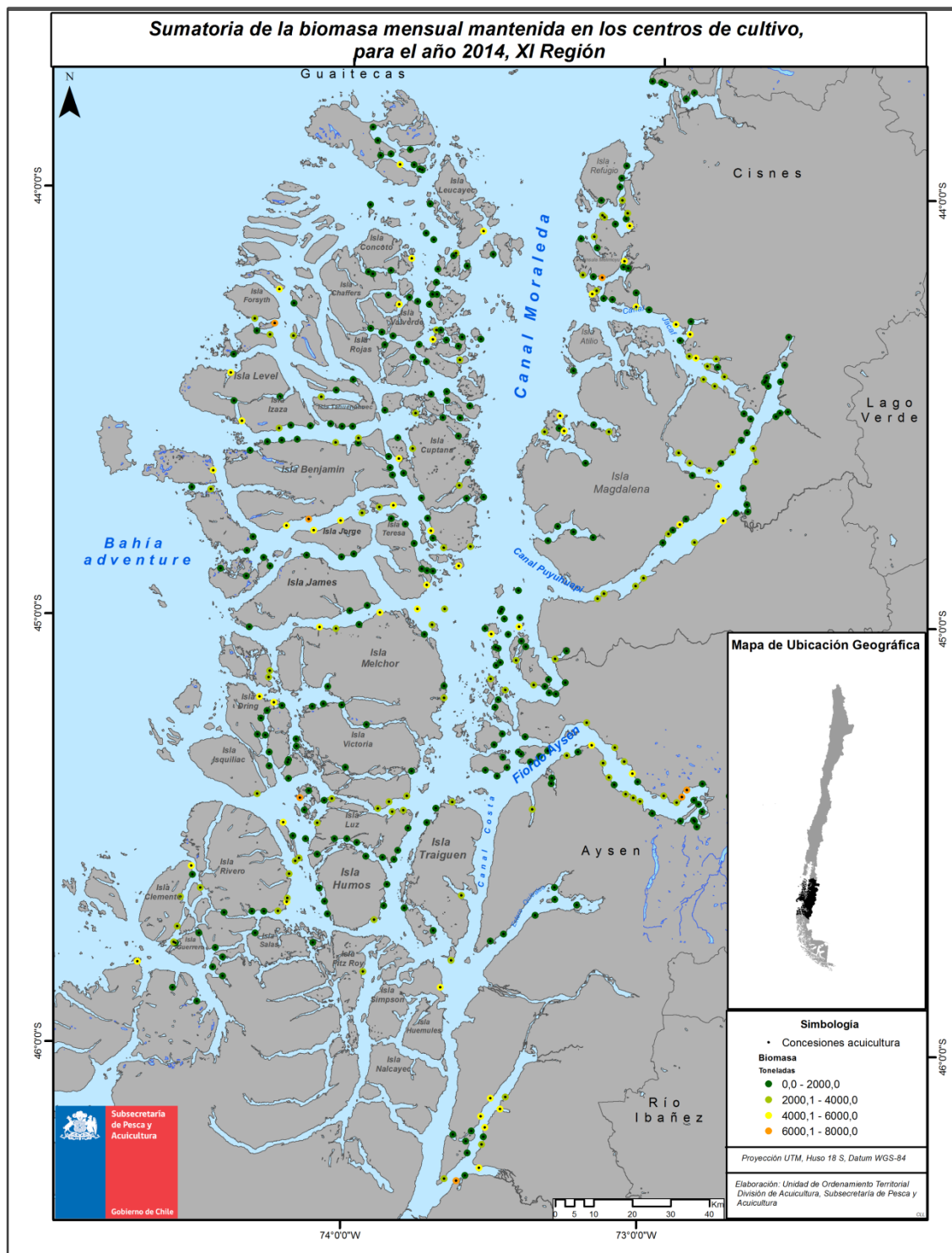


Mapa 25.- Distribución espacial de biomasa en la XI región, año 2012.

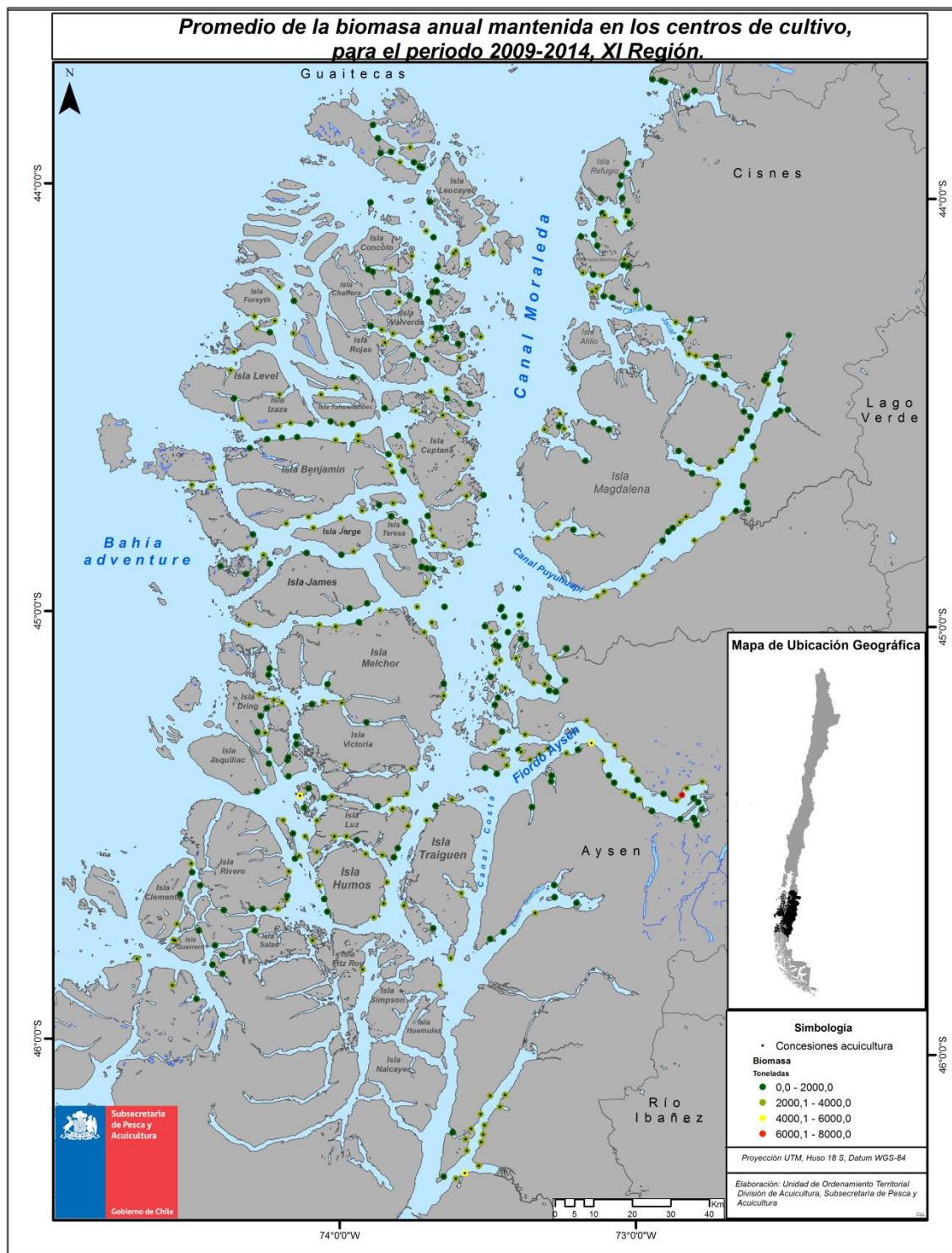




Mapa 26.- Distribución espacial de biomasa en la XI región, año 2013.



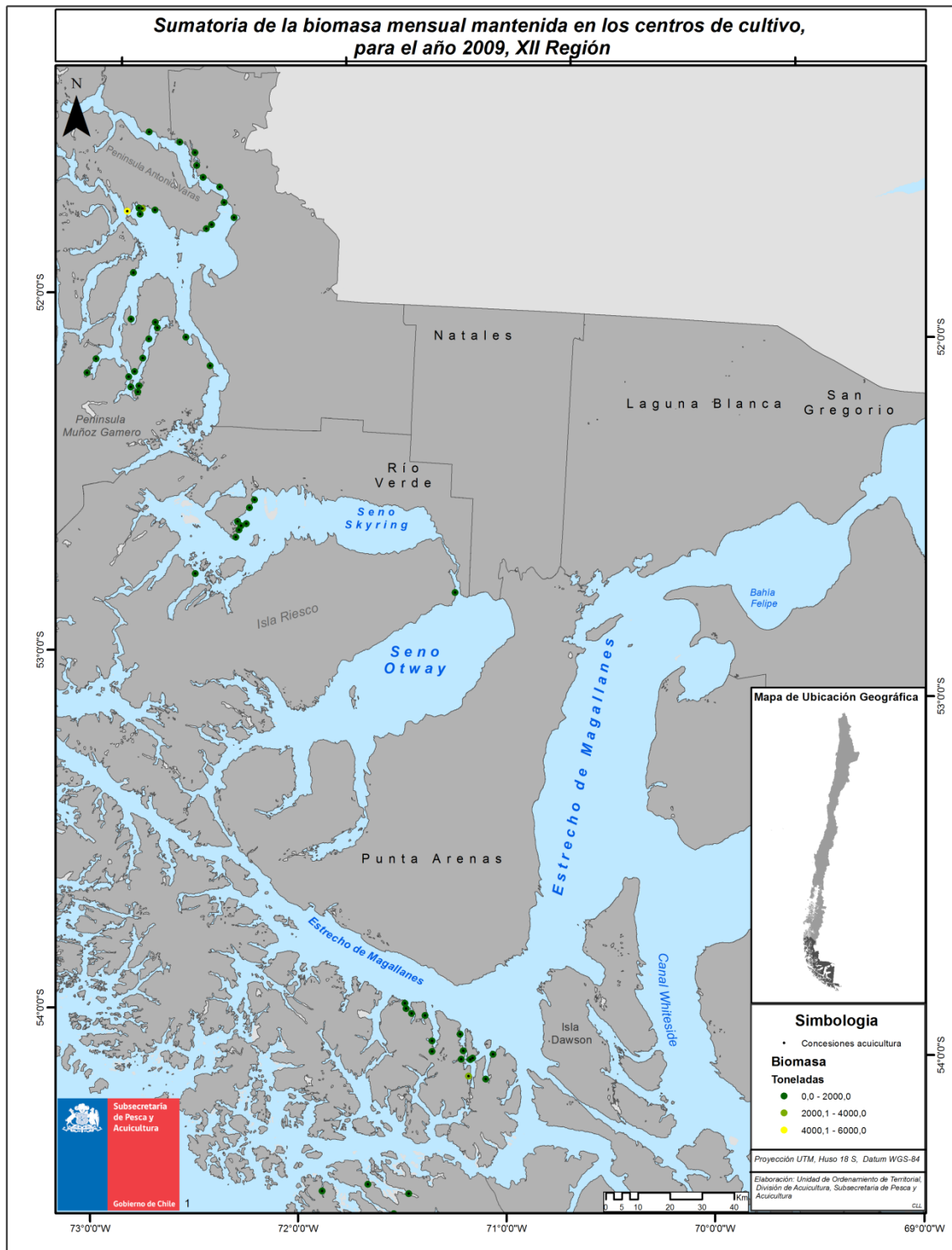
Mapa 27.- Distribución espacial de biomasa en la XI región, año 2014.



Mapa 28.- Distribución espacial de biomasa en la XI región, promedio anual de los años 2009 a 2014.

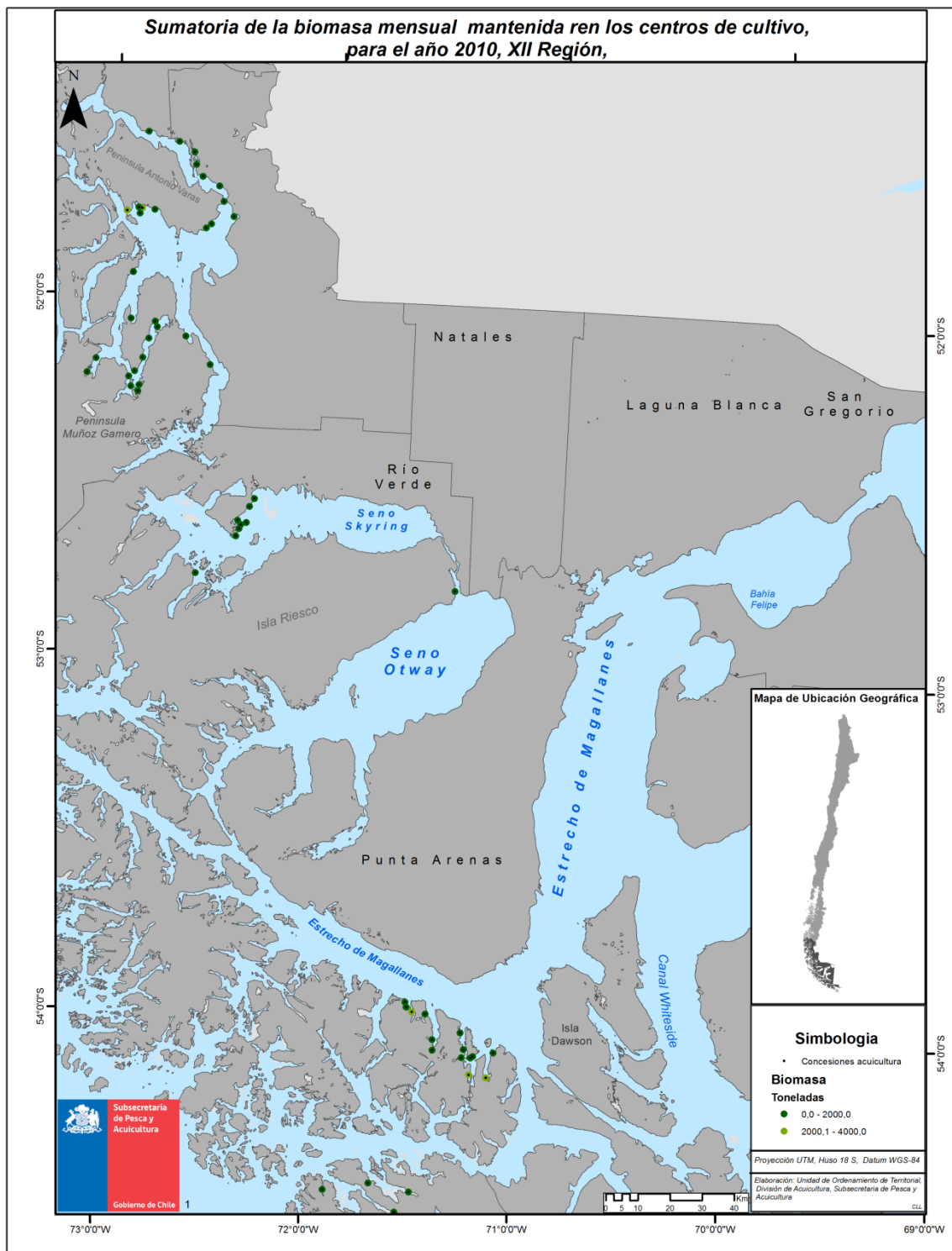






Mapa 29.- Distribución espacial de biomasa en la XII región, año 2009.

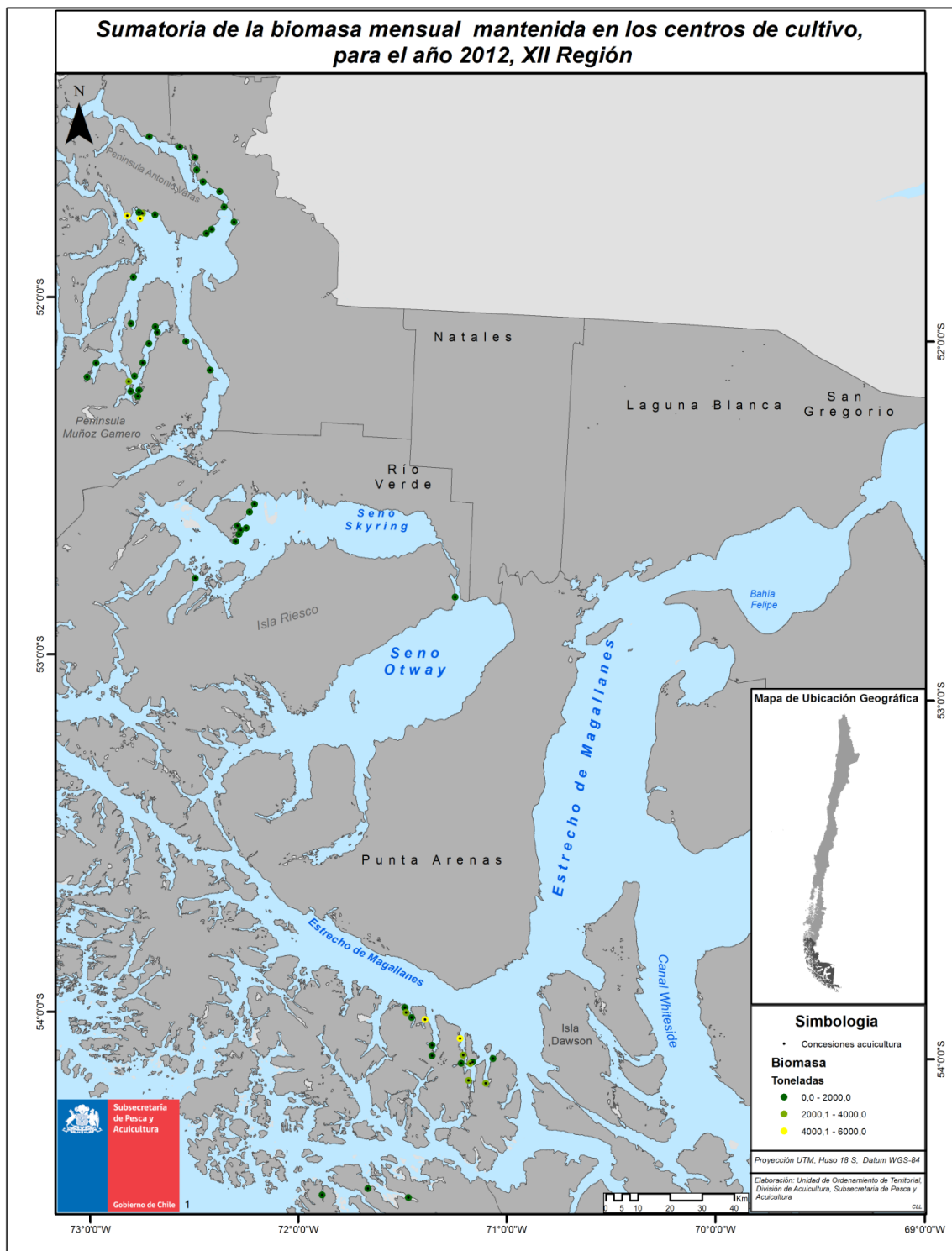




Mapa 30.- Distribución espacial de biomasa en la XII región, año 2010.

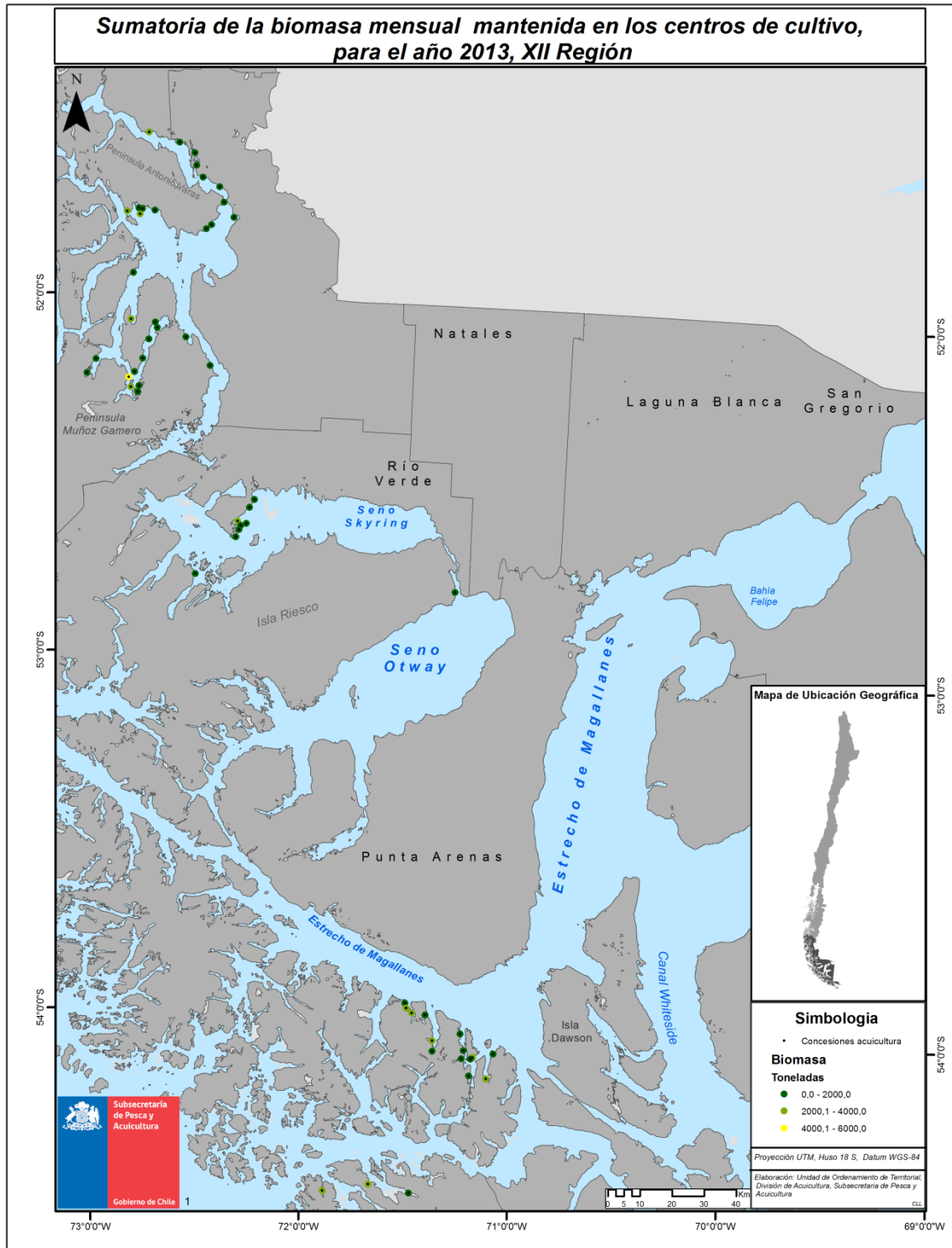




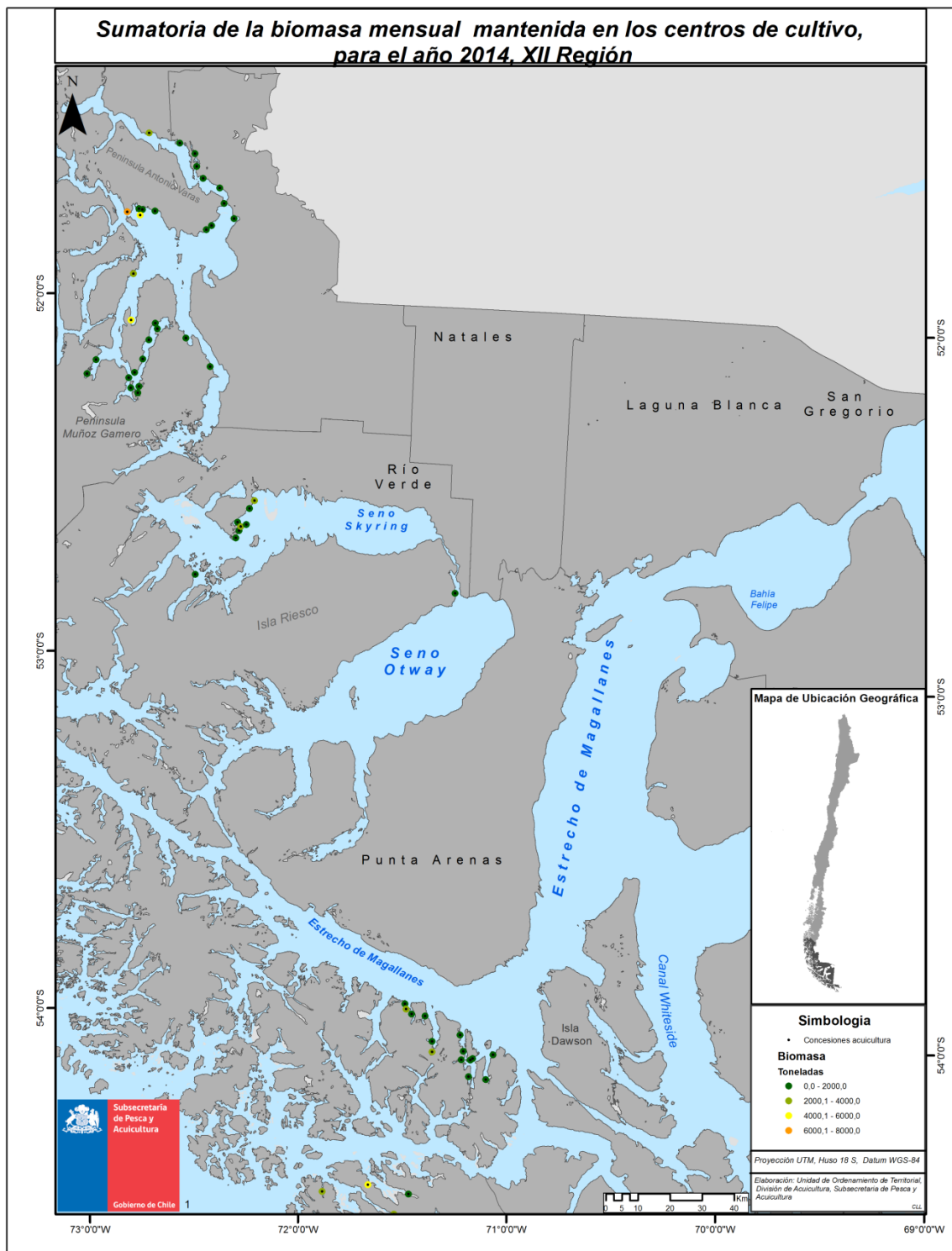


Mapa 32.- Distribución espacial de biomasa en la XII región, año 2012.



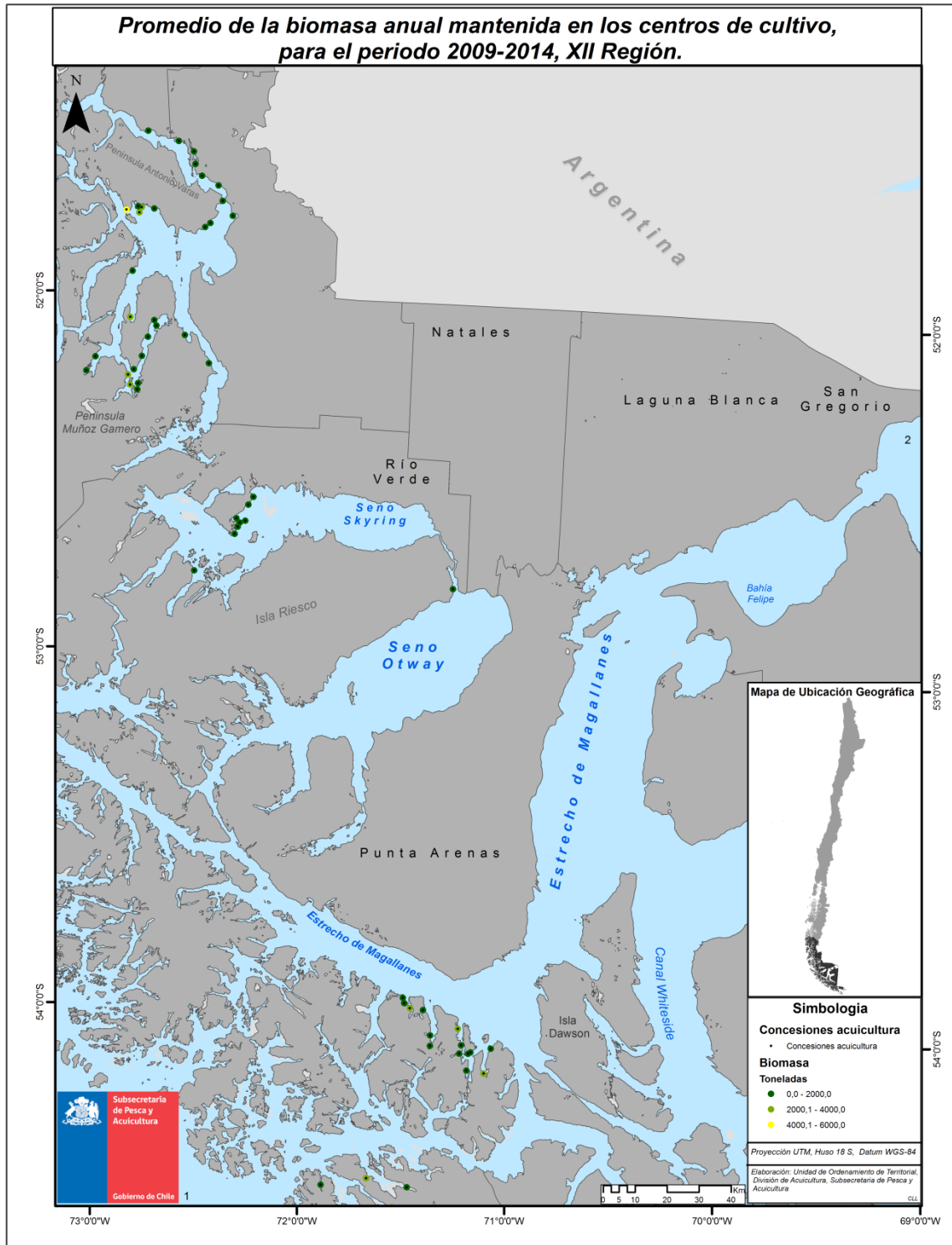


Mapa 33.- Distribución espacial de biomasa en la XII región, año 2013.



Mapa 34.- Distribución espacial de biomasa en la XII región, año 2014.





Mapa 35.- Distribución espacial de biomasa en la XII región, promedio anual de los años 2009 a 2014.



Tabla 14.- Total de especies cultivadas por grupo y su producción entre los años 2009 a 2014.

Grupo/Especie	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Algas</b>	<b>31.498.589</b>	<b>25.686.418</b>	<b>25.132.337</b>	<b>19.321.822</b>	<b>21.577.461</b>	<b>26.003.898</b>
CHASCON				1	3	1
CHASCON O HUIRO NEGRO						2.000
HUIRO	116.970	182.574	556.163	586.162	529.249	1.629.064
HUIRO PALO	1	3	1	2	2	1
LUCHE					1	12
LUGA NEGRA O CRESPA		35.800			9.000	3.689
LUGA-LUGA	2.650	36.000	35.800			
LUGA-ROJA	2.155			36.000	7.000	4.500
PELILLO	31.376.813	25.432.041	24.540.373	18.699.657	21.032.206	24.364.631
<b>Chordata</b>			<b>1.500</b>	<b>6.000</b>	<b>7.500</b>	<b>5.000</b>
PIURE			1.500	6.000	7.500	5.000
<b>Crustáceos</b>	<b>180</b>	<b>53</b>	<b>127</b>	<b>434</b>	<b>207</b>	<b>67</b>
CAMARON DE RIO DEL NORTE	155	20	77	72	69	47
CAMARON DE ROCA		2				
CENTOLLA	13	13	13	13	18	16
JAIBA					26	4
LANGOSTA AUSTRALIANA	12	18	37	349	94	
<b>Equinodermos</b>	<b>52.813</b>	<b>56.821</b>	<b>67.336</b>	<b>70.846</b>	<b>692.361</b>	<b>255.630</b>
ERIZO	52.813	56.821	67.336	70.846	692.361	255.630
<b>Microalgas</b>	<b>242.666</b>	<b>421.128</b>	<b>235.366</b>	<b>28.996</b>	<b>63.933</b>	<b>21.560</b>
HAEMATOCOCCUS	37.652	11.608	15.365	27.596	56.233	21.560
SPIRULINA	205.014	409.520	220.001	1.400	7.700	
<b>Moluscos</b>	<b>801.632.438</b>	<b>932.496.921</b>	<b>883.145.921</b>	<b>702.909.087</b>	<b>665.408.151</b>	<b>719.493.136</b>
ABALON JAPONES	10.501	1.183	41.177	50.112	44.264	35.165
ABALON ROJO	6.040.087	5.672.172	7.026.492	5.505.229	6.293.098	4.658.707
ALMEJA	20	20	20	24	1	1
CARACOL TRUMULCO	800	400	380	40	45	50
CHOLGA	8.442.184	8.642.949	12.111.798	9.761.147	22.381.389	27.239.153
CHORITO	734.437.146	883.779.660	834.568.570	669.320.356	611.954.766	671.057.664
CHORO	2.687.704	3.449.831	3.906.219	2.689.286	3.950.222	4.699.017
HUEPO O NAVAJA DE MAR					15	6.246
LAPA	50	14	15	15	8	17
LAPA NEGRA					17	
LOCO	202	102	2	40	424	608
MACHA				2		1
OSTION DEL NORTE	45.936.887	28.108.885	23.185.944	13.387.726	18.106.577	10.586.211
OSTRA CHILENA	567.883	677.935	773.411	1.543.772	2.179.937	847.630
OSTRA DEL PACIFICO	3.508.975	2.163.769	1.531.810	651.254	497.266	362.618
PULPO DEL NORTE			84	73	122	36
PULPO DEL SUR				10		12
<b>Peces</b>	<b>770.735.119</b>	<b>767.220.632</b>	<b>1.097.227.674</b>	<b>1.436.926.336</b>	<b>1.402.941.225</b>	<b>1.257.040.255</b>
BACALAO DE PROFUNDIDAD				75	59	85
CORVINA			3.414	4.059		
DORADO DE ALTURA / MAHI MAHI	13.176	3.100	152.180	4.706	6.719	
ESTURION BLANCO	3.398	4.605	4.594	4.212	2.597	11.272
ESTURION DE SIBERIA	5.196	8.020	7.785	9.783	16.668	8.400
ESTURION OSETRA					5.680	
HALIBUT O FLETAN				7.536	4.582	1.393
HIRAME	117.705	52.796	369	219	212	102
LENGUADO DE OJOS CHICOS		114	455	220	122	44
LENGUADO FINO	104	45	927	1.712	1.951	2.124
LISA						3
PALOMETA			203	62		
PESCADO NO CLASIFICADO			1	361	913	
PUYE		124	23	2	27	
SALMON DEL ATLANTICO	329.031.244	246.722.616	471.907.215	778.367.083	932.965.308	924.054.014
SALMON PLATEADO O COHO	167.472.490	174.377.662	232.361.056	254.087.594	207.937.886	164.503.226
SALMON REY	1.452.891	1.853.364	2.446.905	2.547.075	1.150.095	
TRUCHA ARCOIRIS	272.287.455	343.887.518	390.080.494	400.999.671	260.633.873	168.439.598
TRUCHA CAFE	2.449	2.562	1.890	3.138	2.933	2.137
TRUCHA DE ARROYO				23	824	336
TURBOT	349.012	308.106	260.107	861.601	207.456	8.045
VIDRIOLA, PALOMETA, DORADO O TOREMO			55	27.203	3.321	9.475
<b>Total</b>	<b>1.604.161.805</b>	<b>1.725.881.973</b>	<b>2.005.810.262</b>	<b>2.159.263.521</b>	<b>2.090.690.838</b>	<b>2.002.819.546</b>

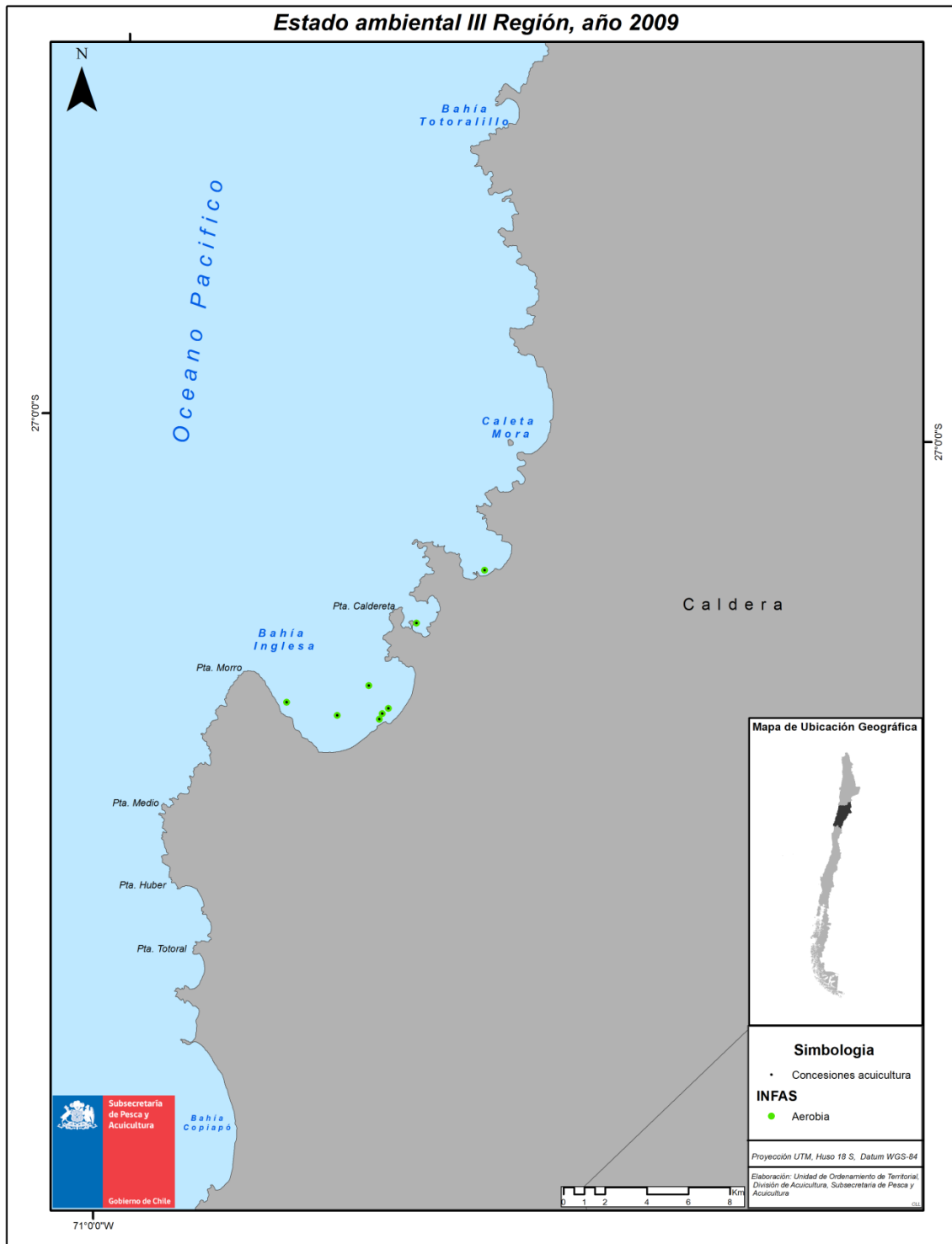


# ANEXO II

## Condición Ambiental por Región

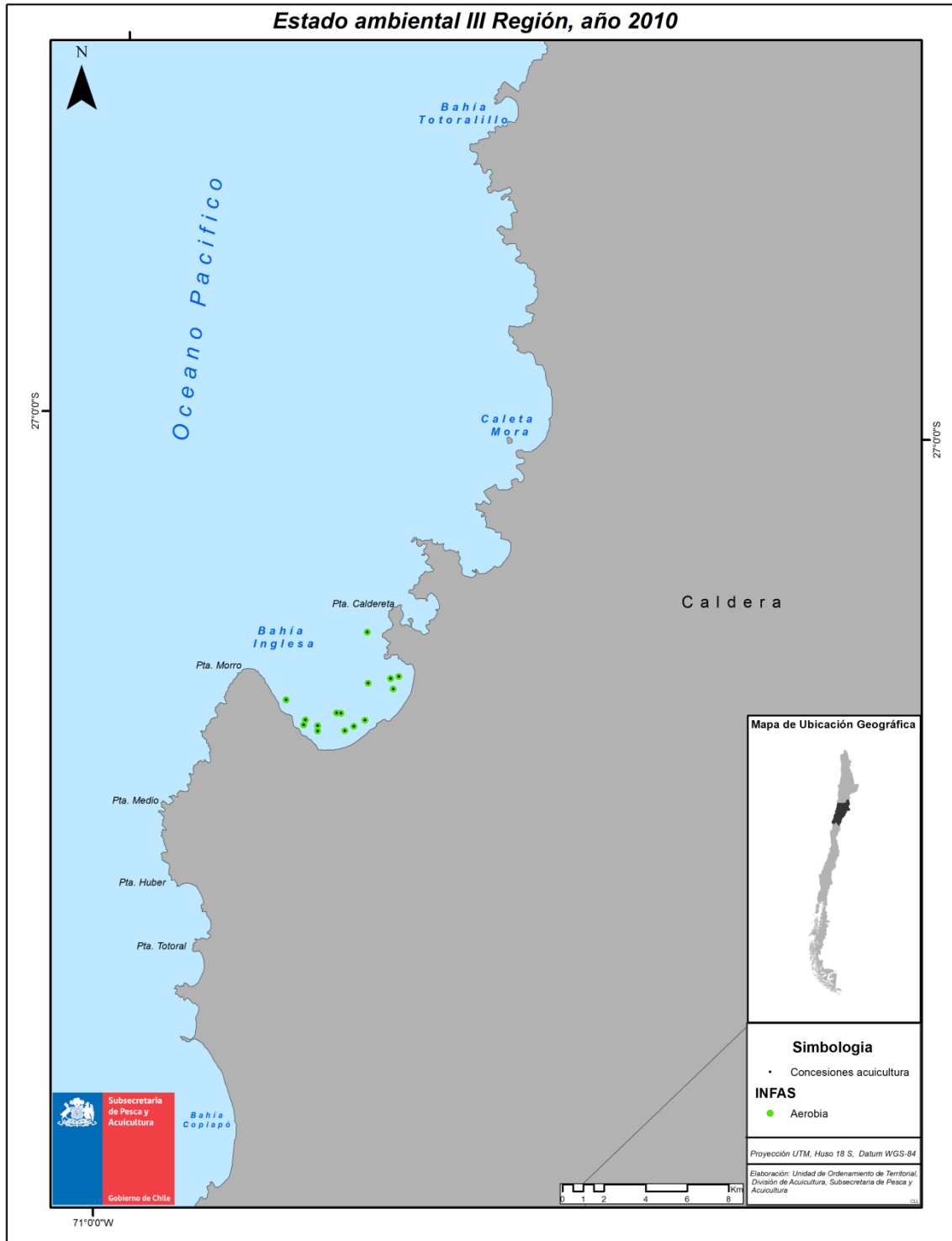
(III, IV, X, XI y XII Región)





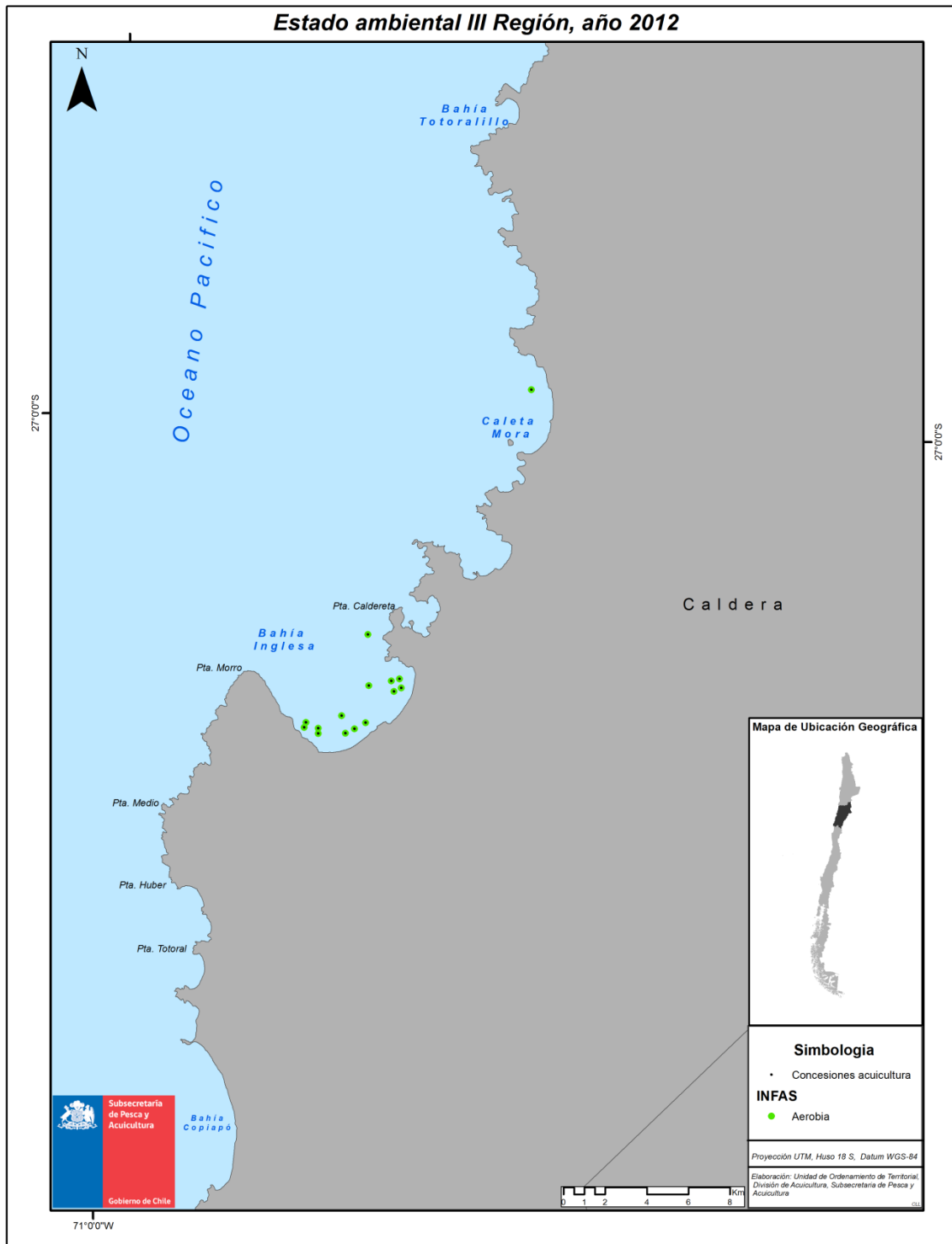
Mapa 36.- Condición ambiental en la III región según los resultados de la INFA, año 2009.





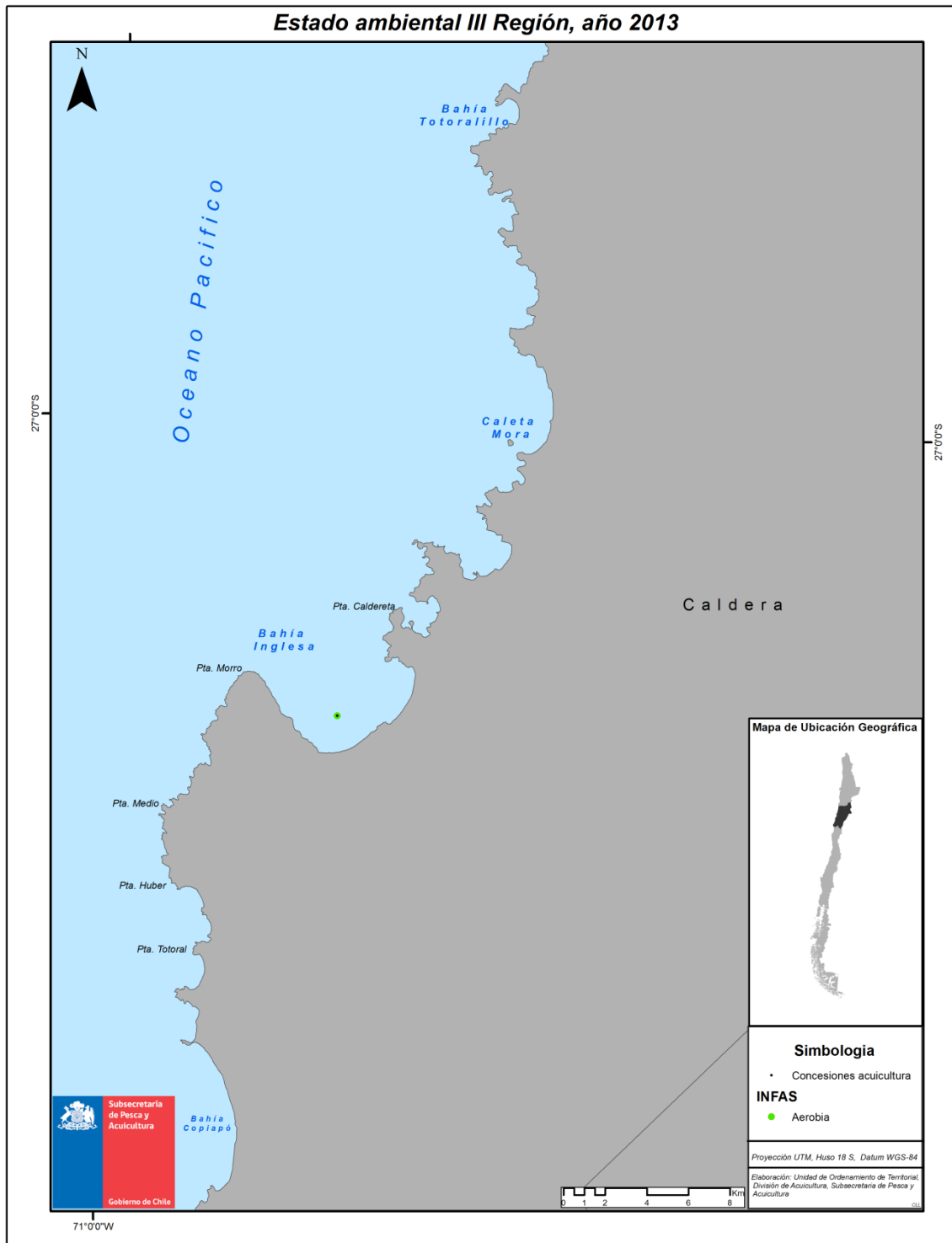
Mapa 37.- Condición ambiental en la III región según los resultados de la INFA, año 2010.





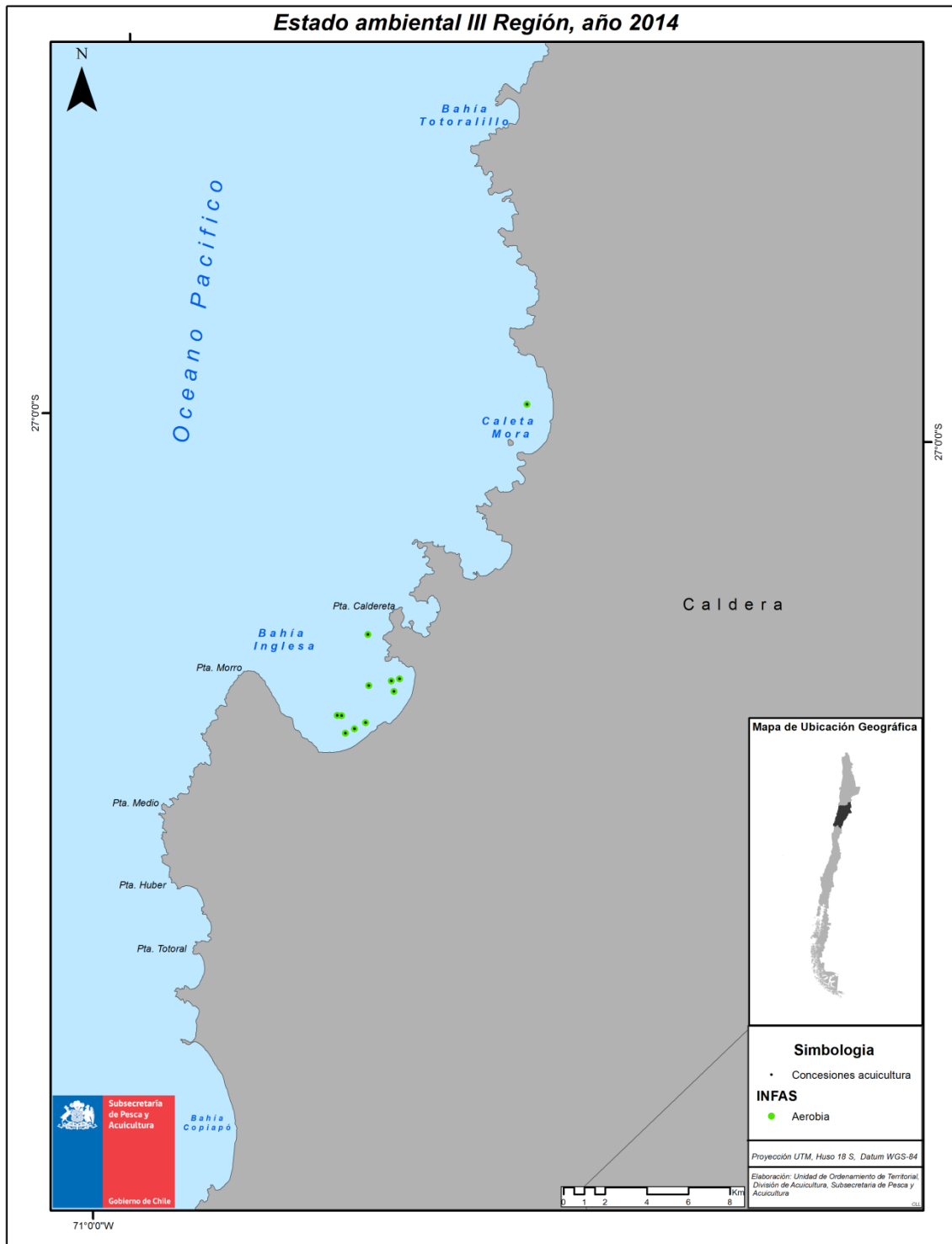
Mapa 38.- Condición ambiental en la III región según los resultados de la INFA, año 2012.





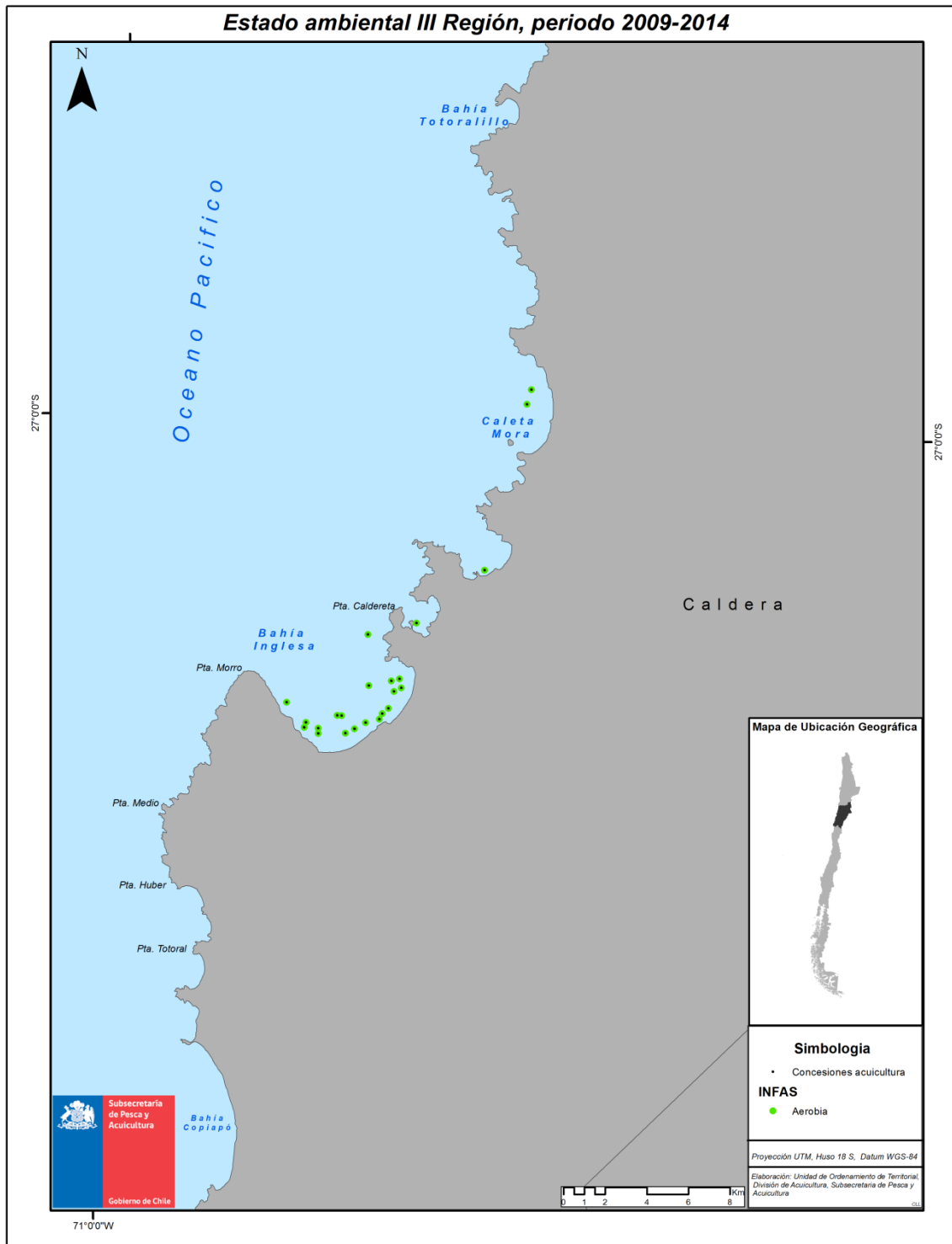
Mapa 39.- Condición ambiental en la III región según los resultados de la INFA, año 2013.





Mapa 40.- Condición ambiental en la III región según los resultados de la INFA, año 2014.

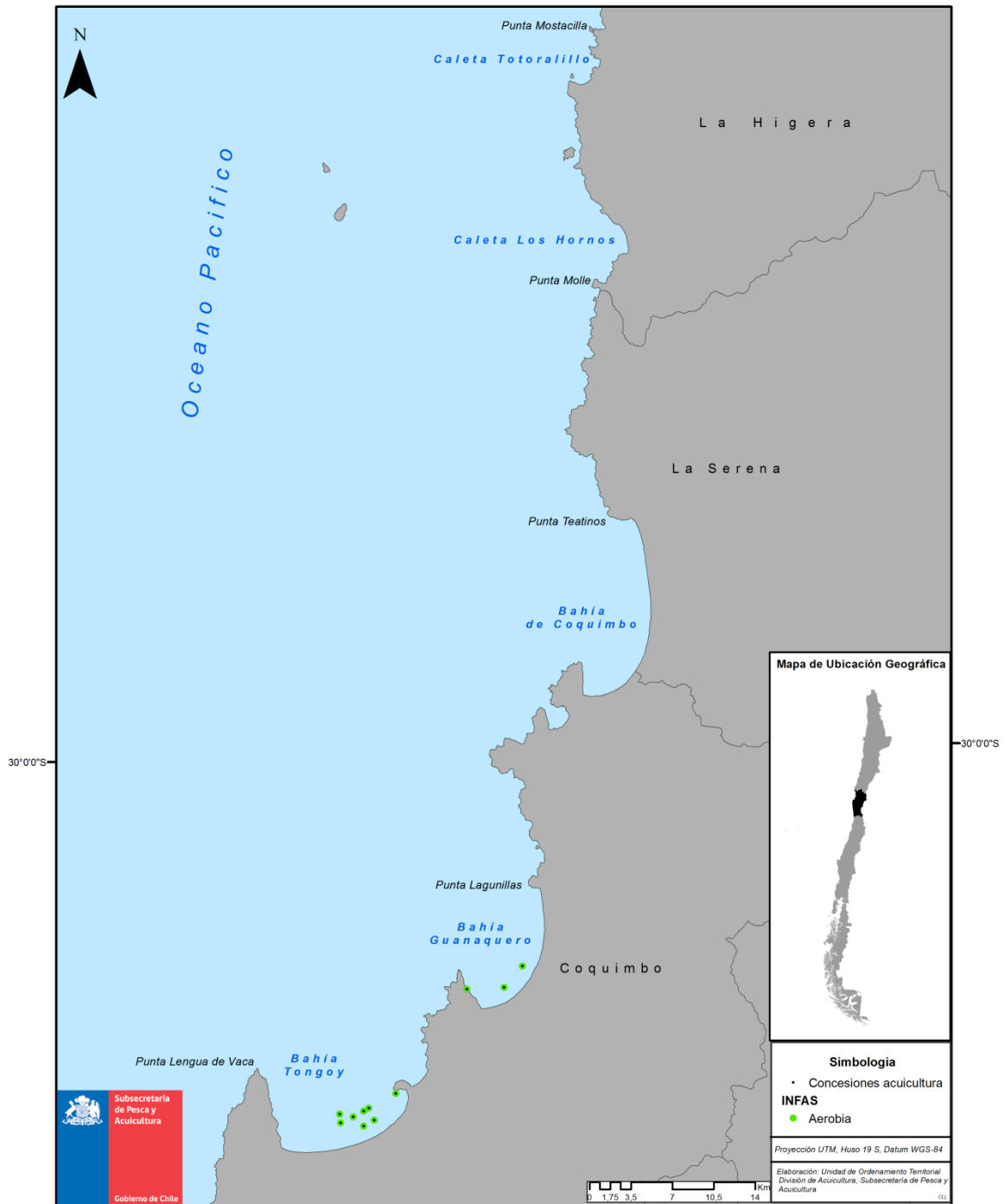




Mapa 41.- Condición ambiental en la III región según los resultados de la INFA, periodo 2009 a 2014.



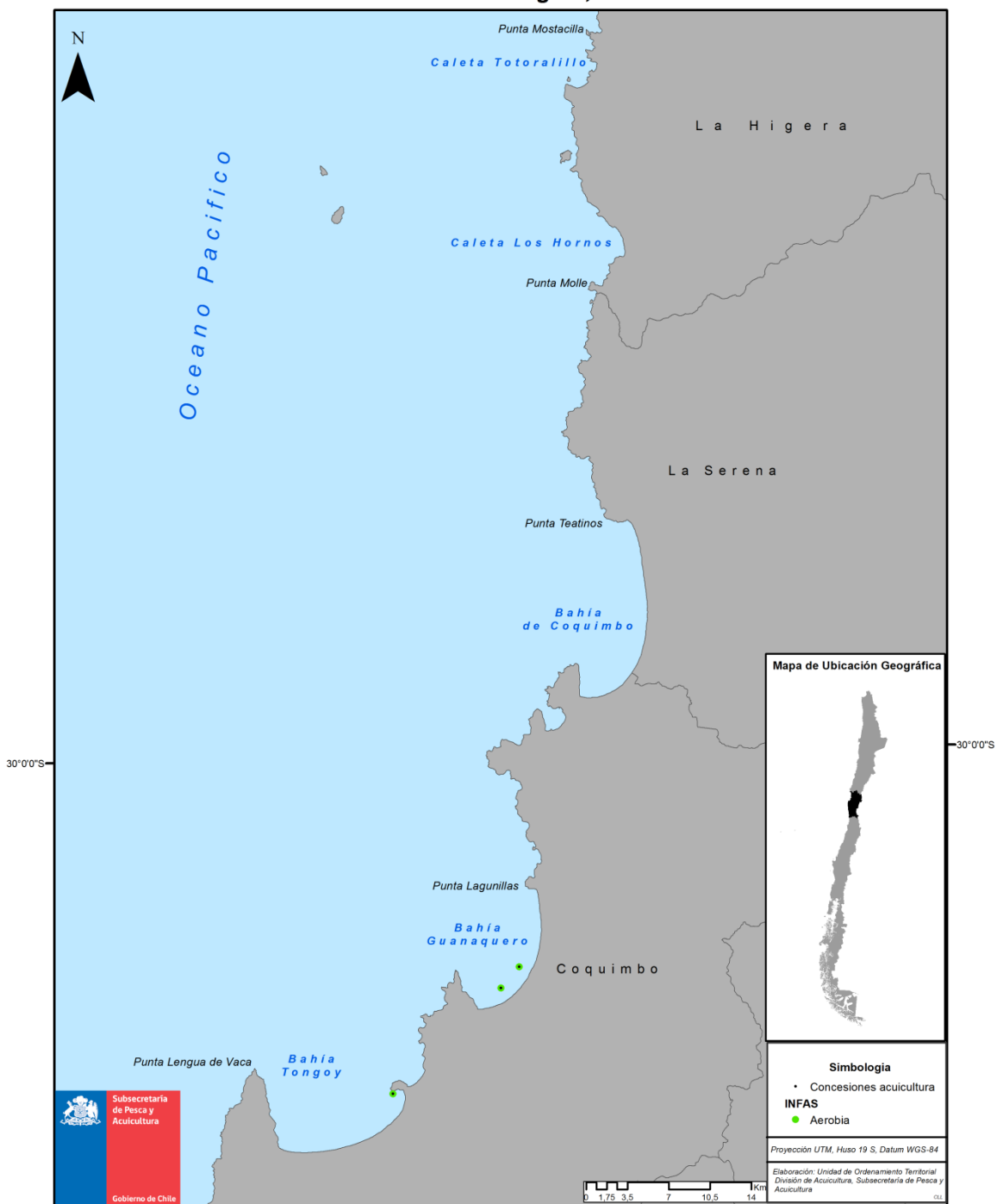
Estado ambiental IV Región, año 2009



Mapa 42.- Condición ambiental en la IV región según los resultados de la INFA, año 2009.



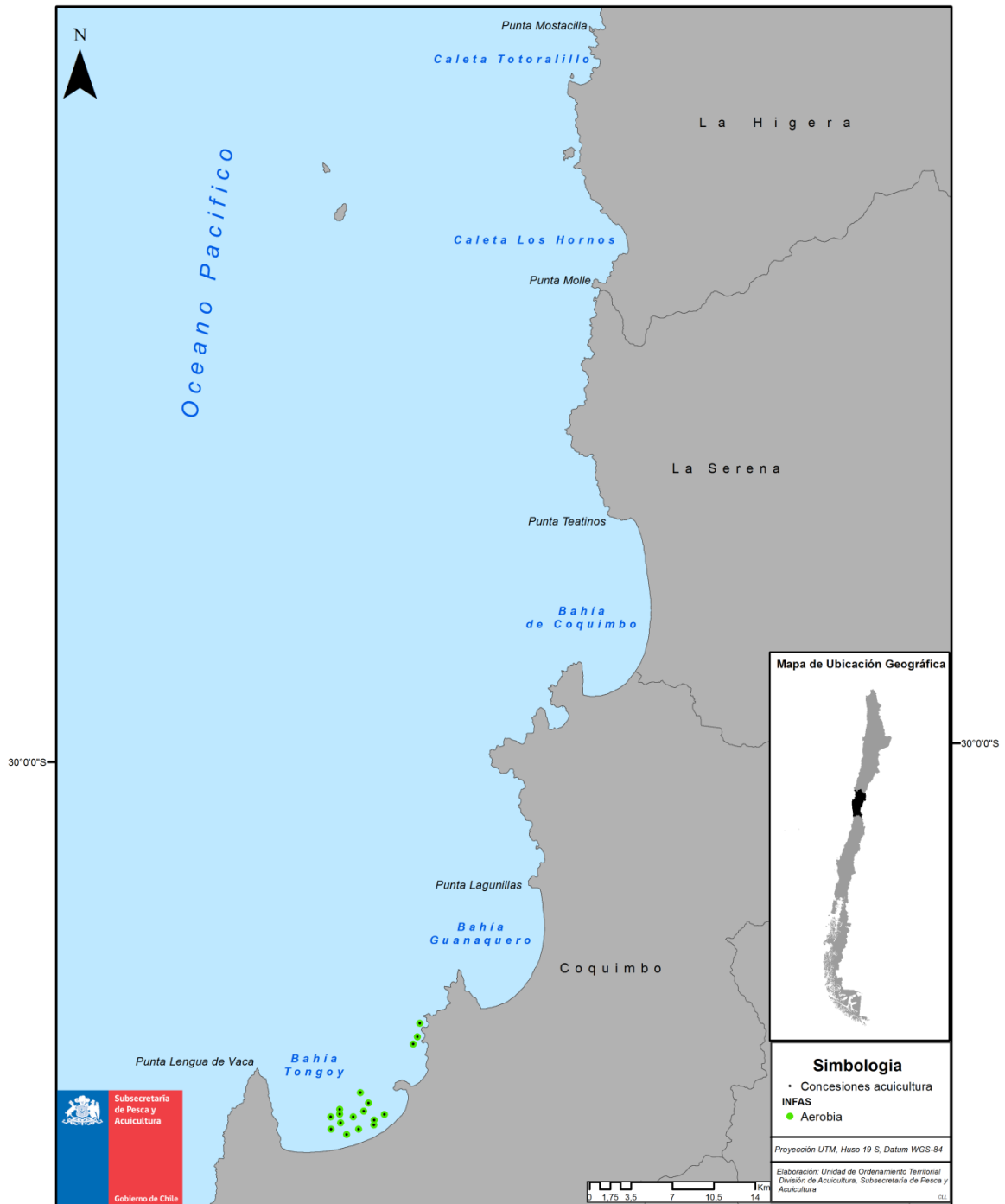
**Estado ambiental IV Región, año 2010**



Mapa 43.- Condición ambiental en la IV región según los resultados de la INFA, año 2010.



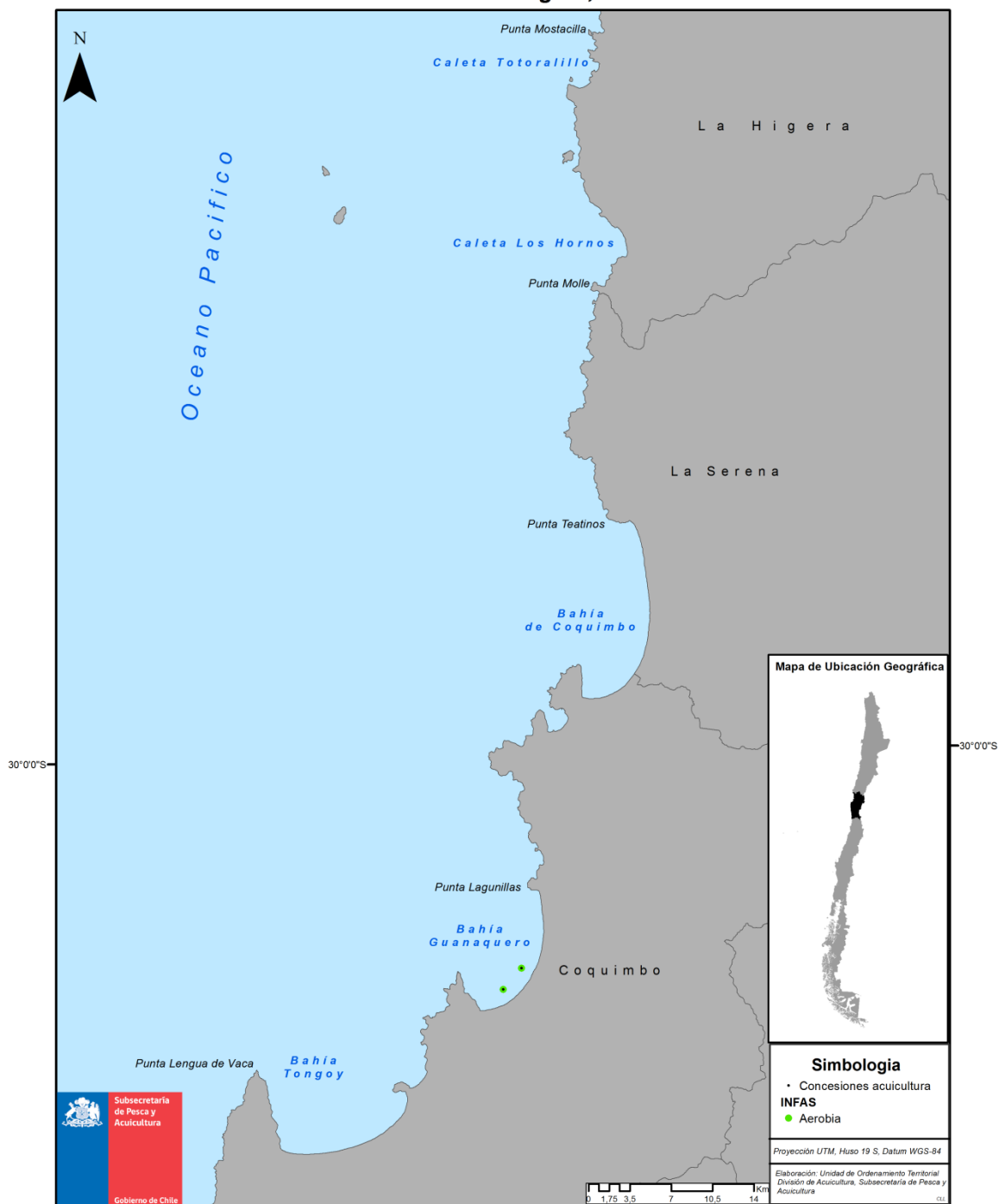
**Estado ambiental IV Región, año 2011**



Mapa 44.- Condición ambiental en la IV región según los resultados de la INFA, año 2011.



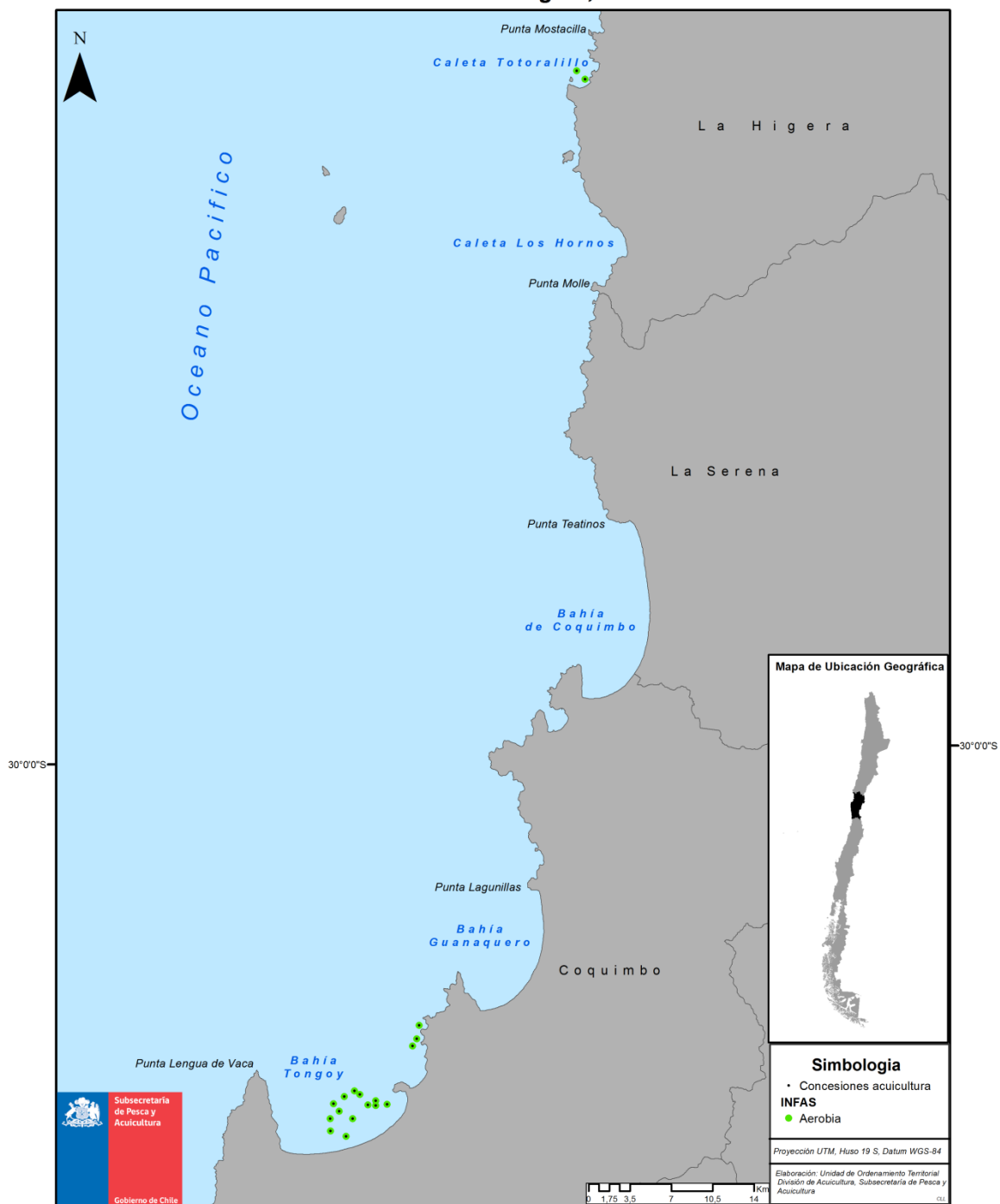
**Estado ambiental IV Región, año 2012**



Mapa 45.- Condición ambiental en la IV región según los resultados de la INFA, año 2012.



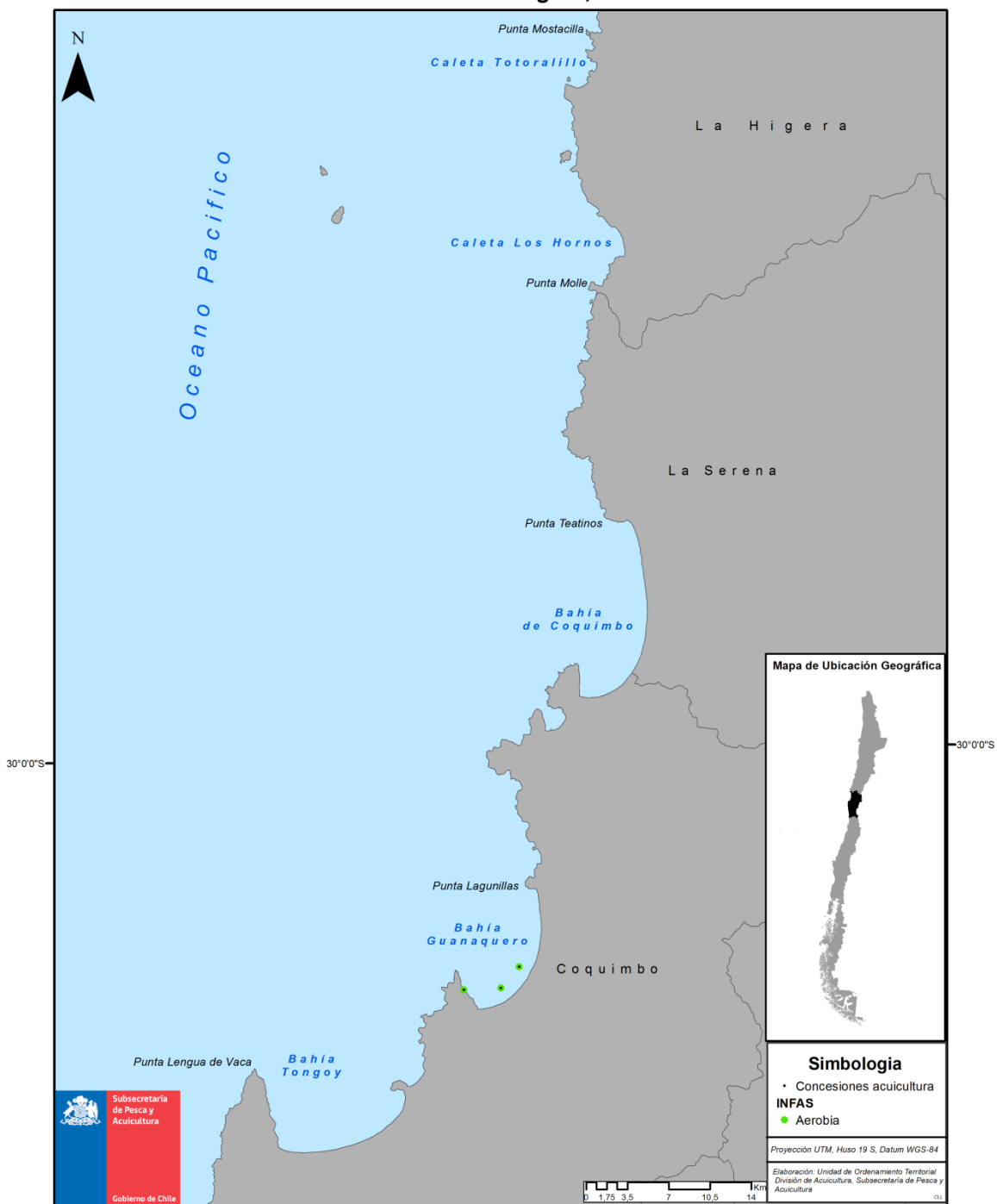
**Estado ambiental IV Región, año 2013**



Mapa 46.- Condición ambiental en la IV región según los resultados de la INFA, año 2013.

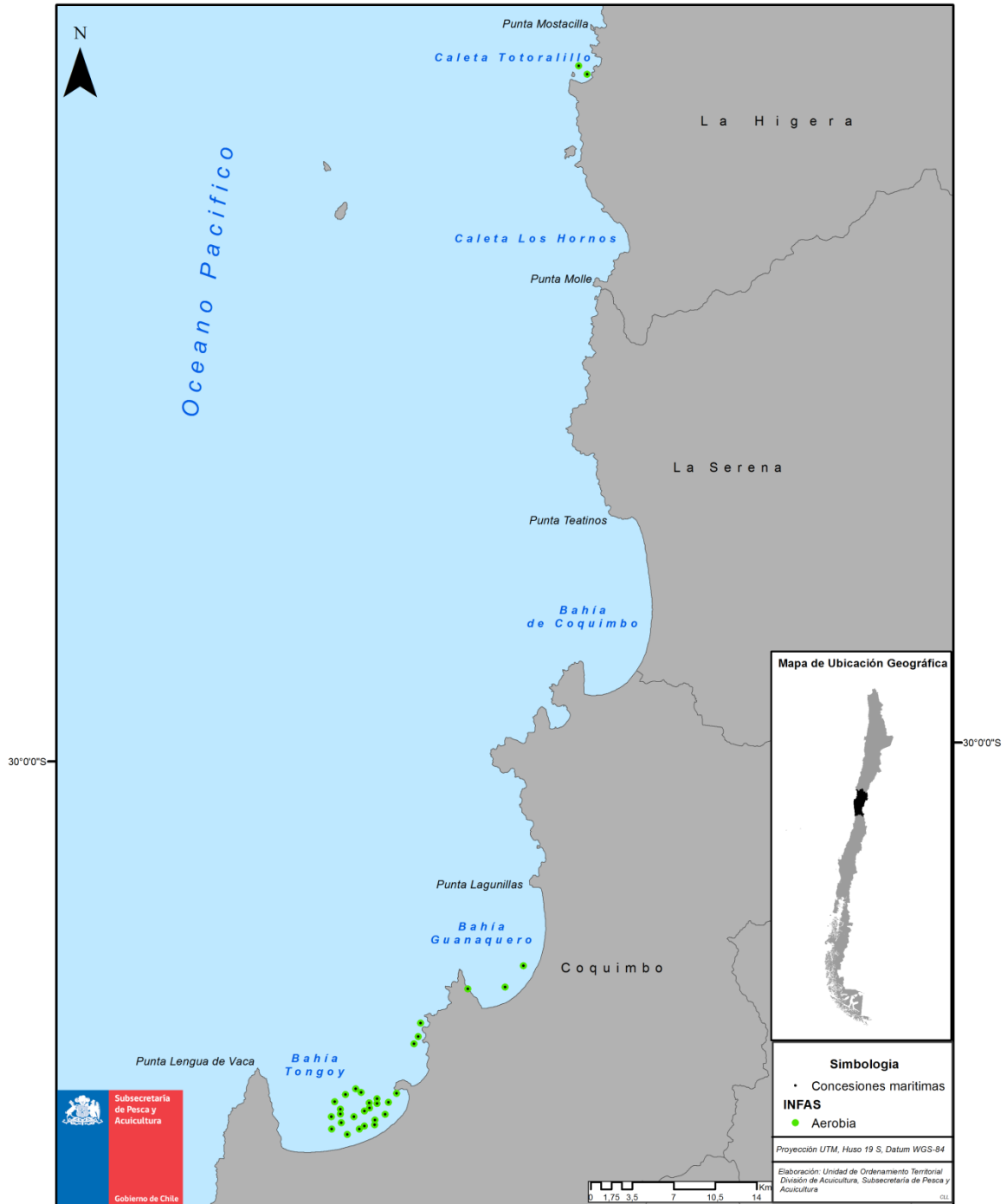


**Estado ambiental IV Región, año 2014**



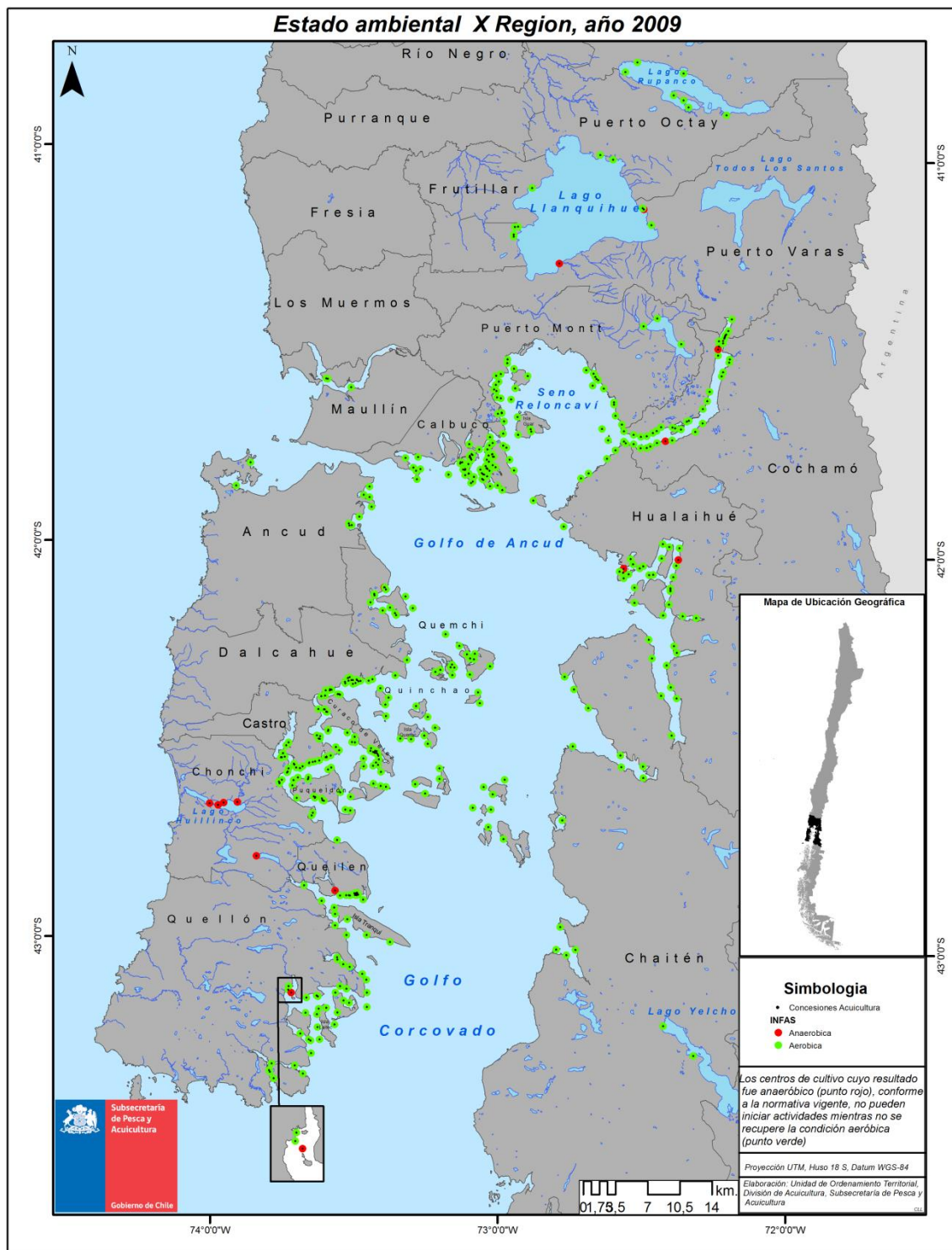
Mapa 47.- Condición ambiental en la IV región según los resultados de la INFA, año 2014.

**Estado ambiental IV Región, periodo 2009-2014**



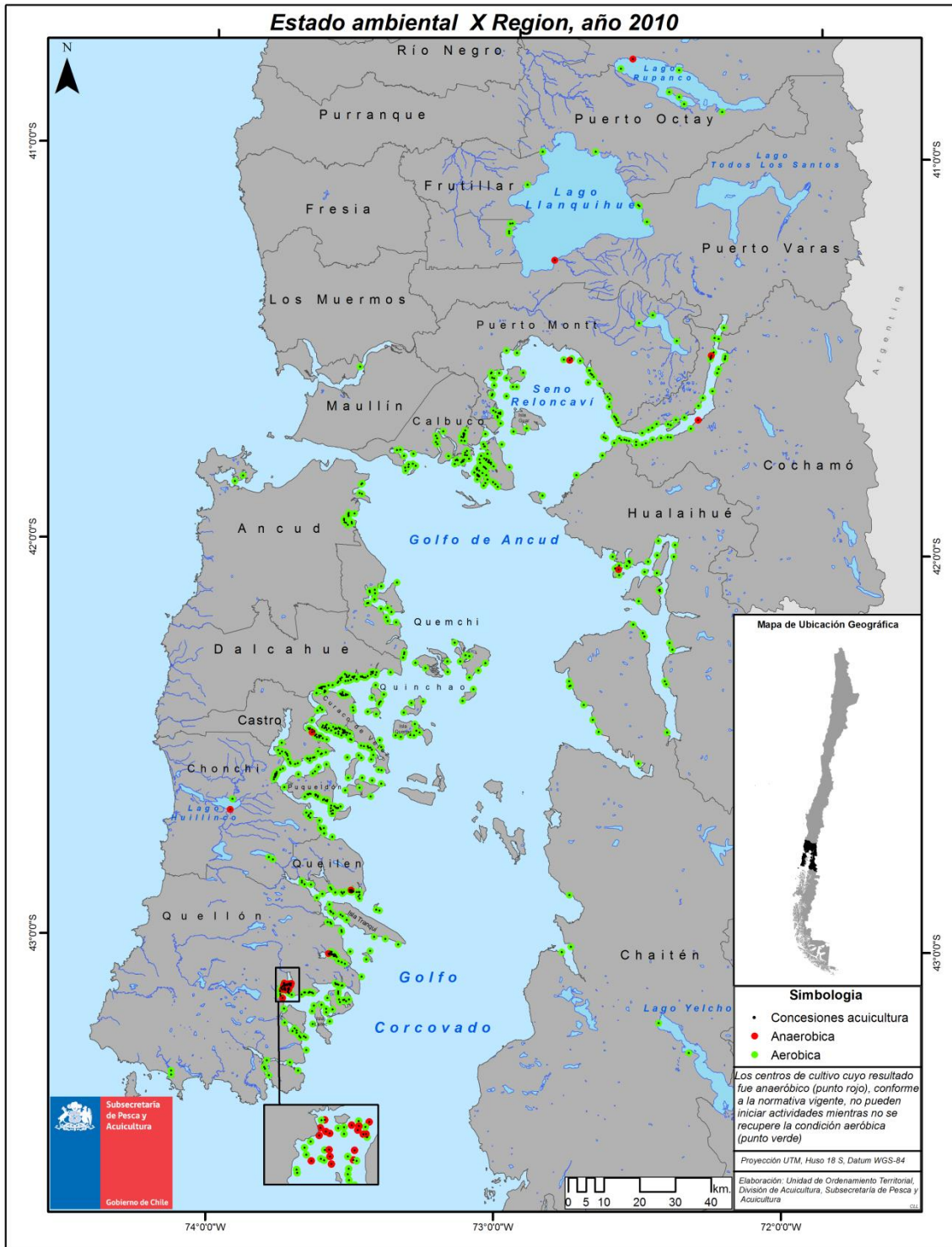
Mapa 48.- Condición ambiental en la IV región según los resultados de la INFA, periodo 2009 a 2014.





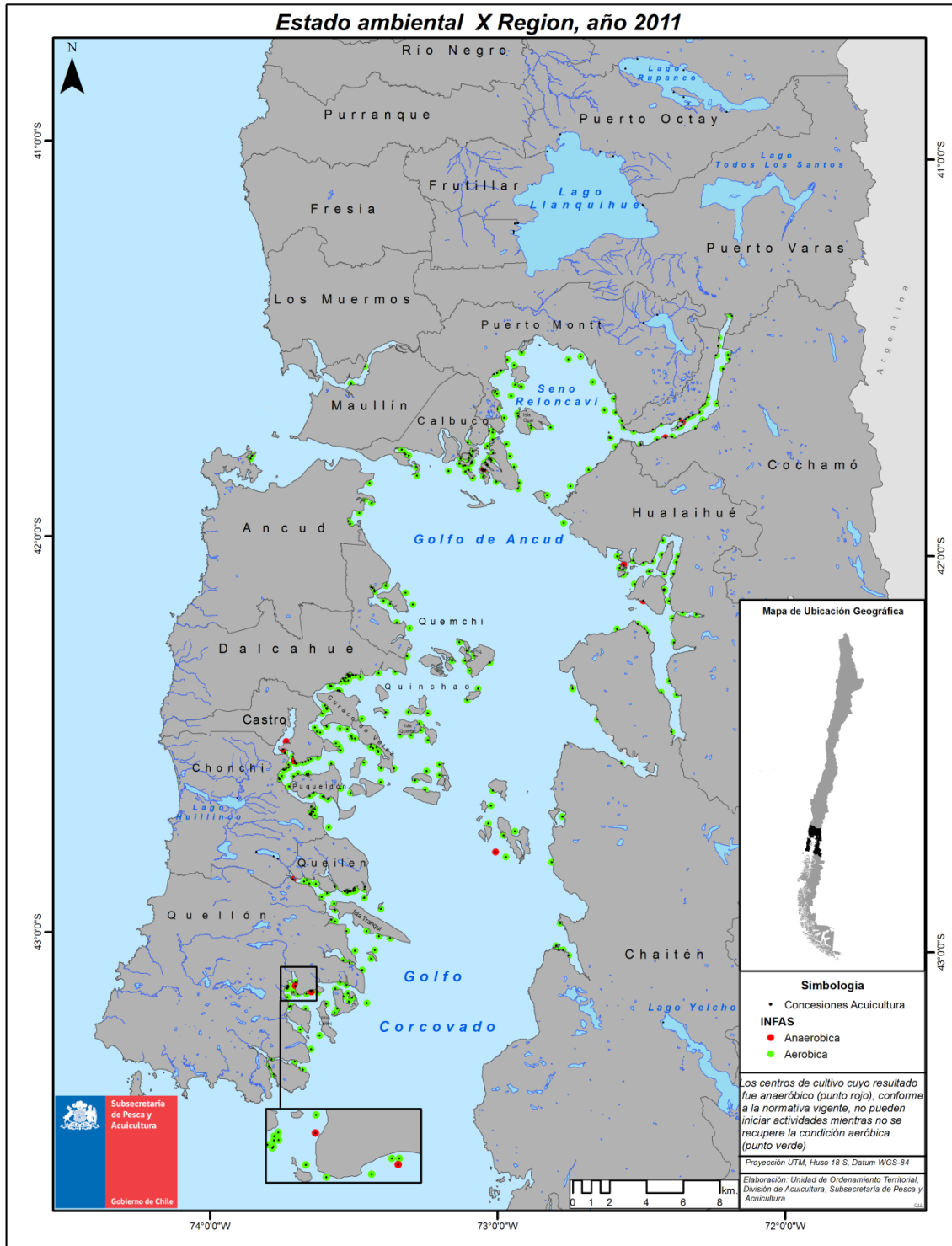
Mapa 49.- Condición ambiental en la X región según los resultados de la INFA, año 2009.





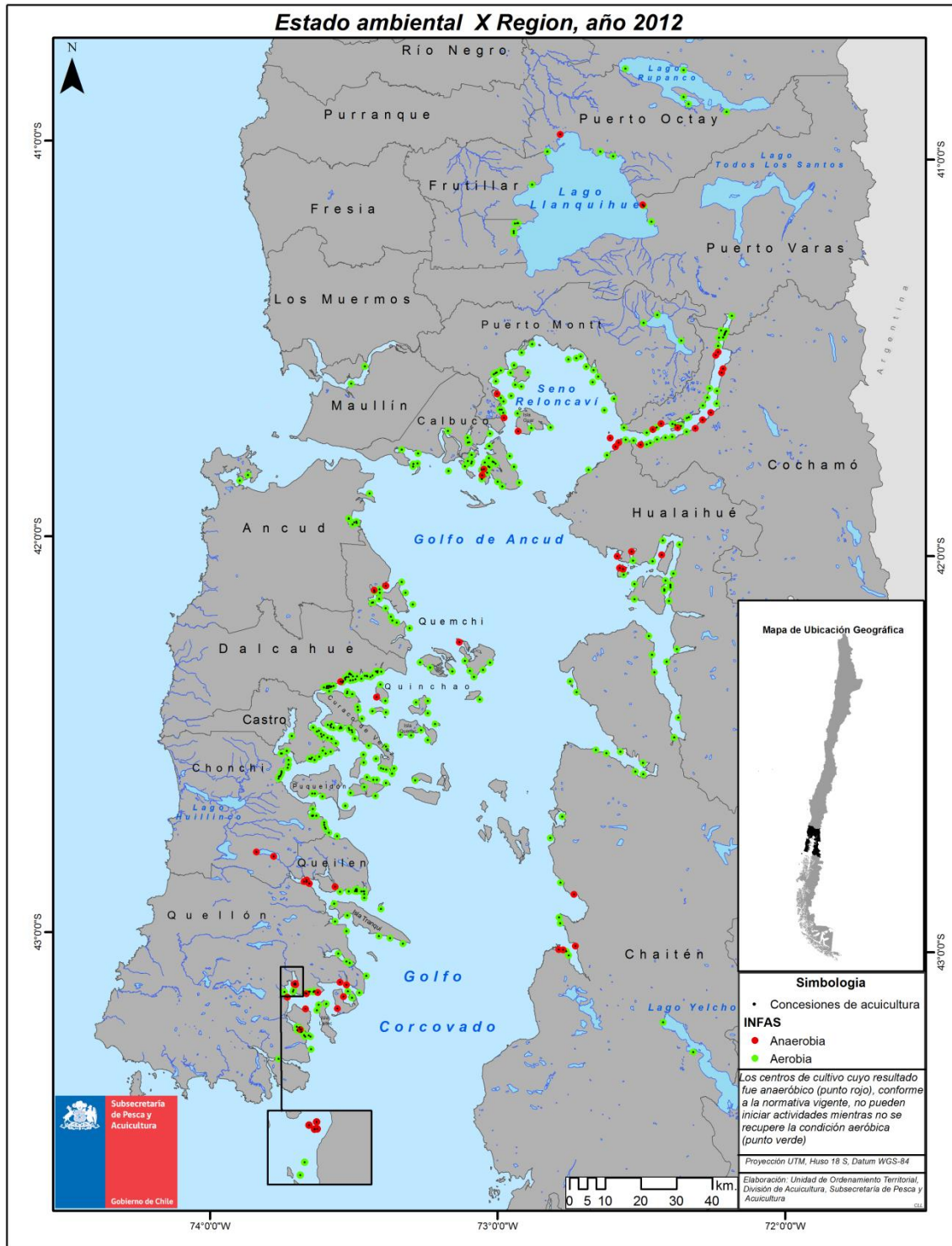
Mapa 50.- Condición ambiental en la X región según los resultados de la INFA, año 2010.



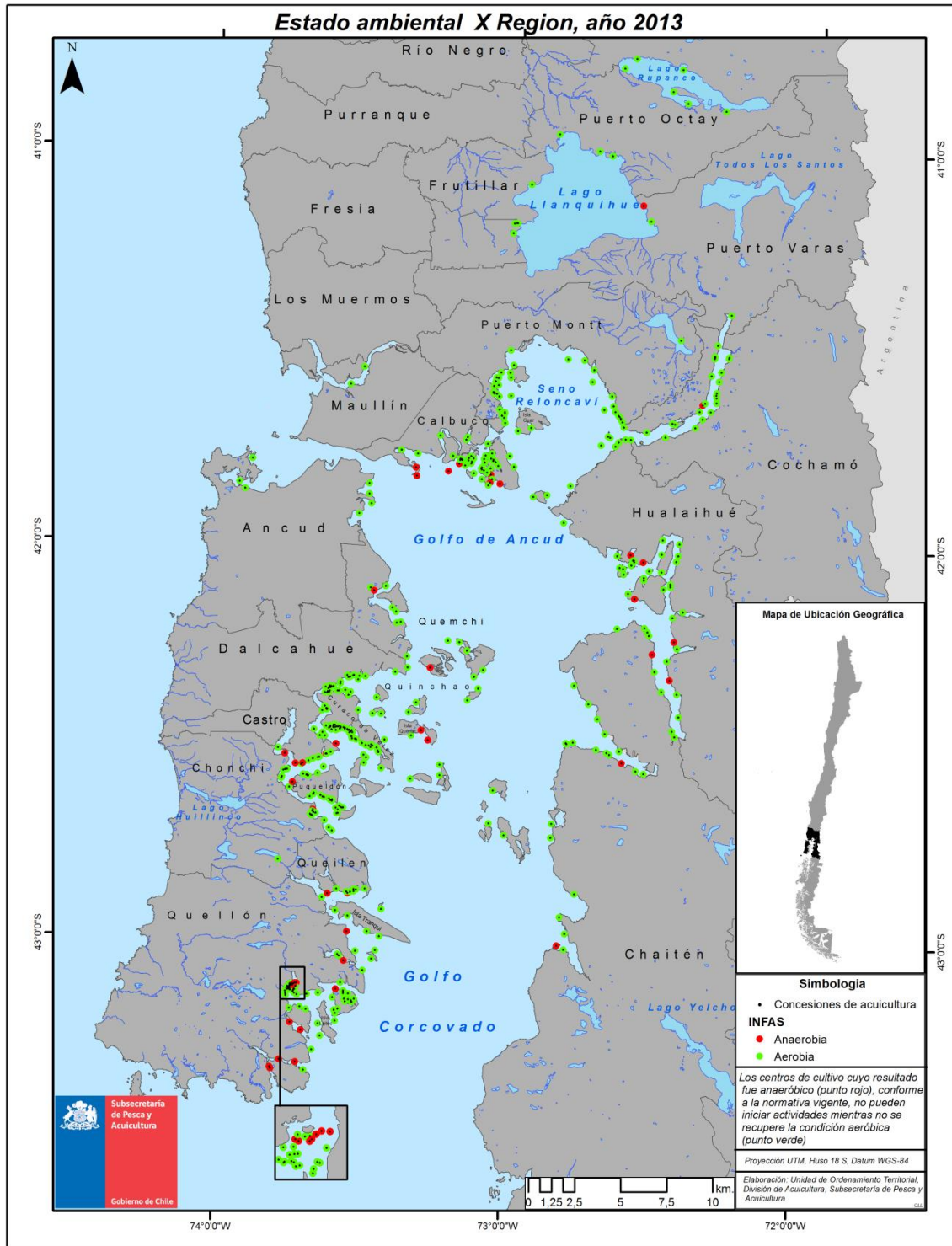


Mapa 51.- Condición ambiental en la X región según los resultados de la INFA, año 2011.



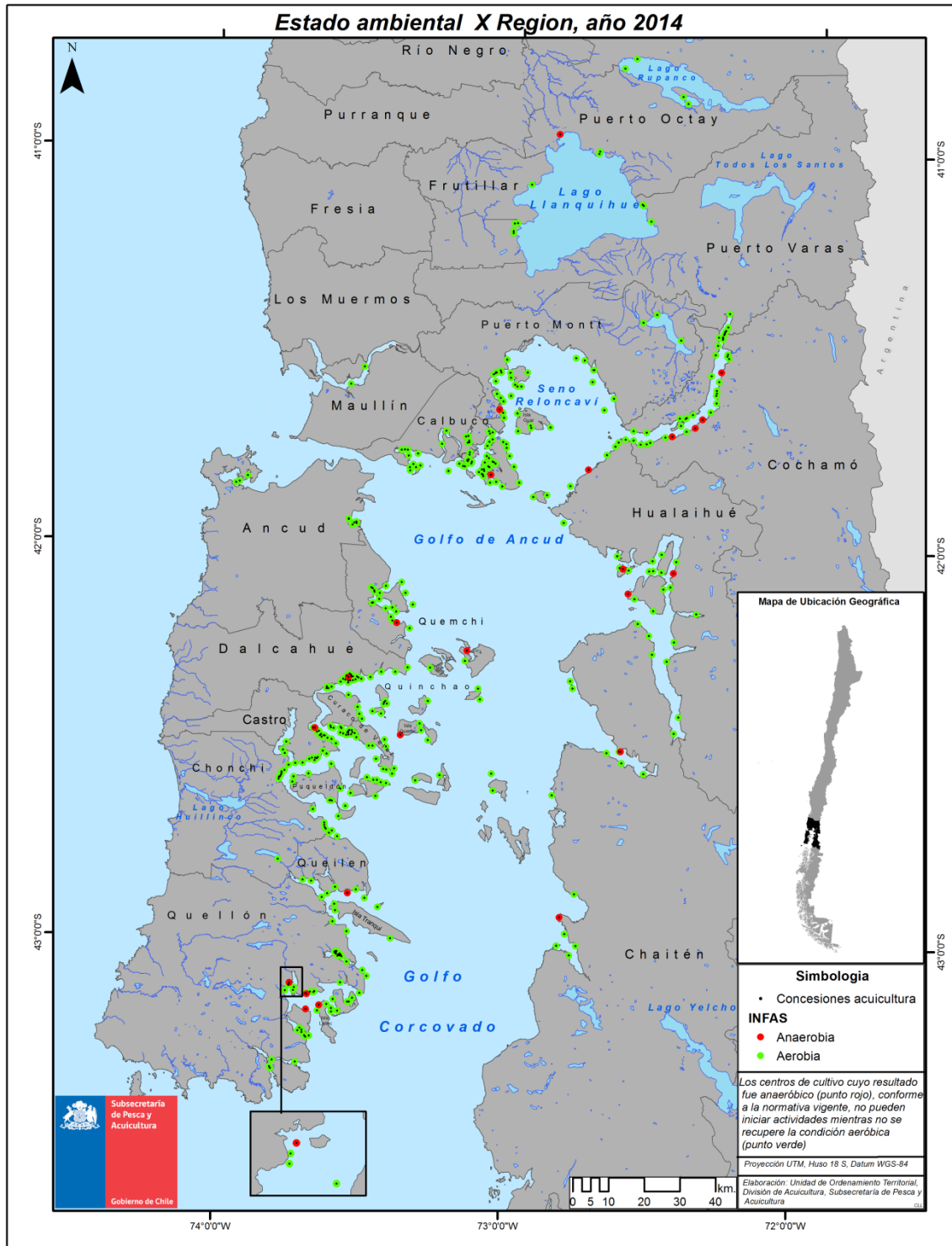


Mapa 52.- Condición ambiental en la X región según los resultados de la INFA, año 2012.



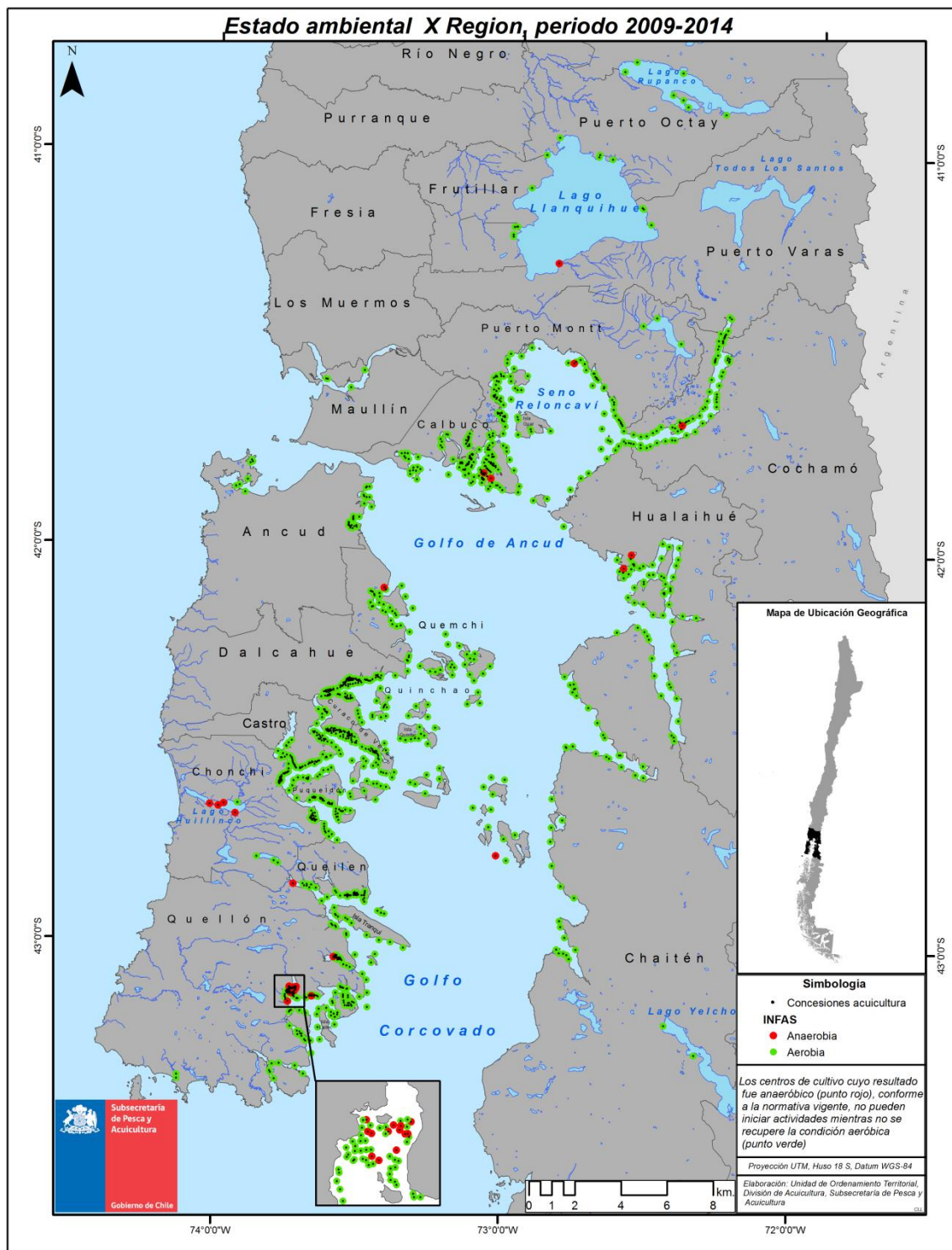
Mapa 53.- Condición ambiental en la X región según los resultados de la INFAS, año 2013.





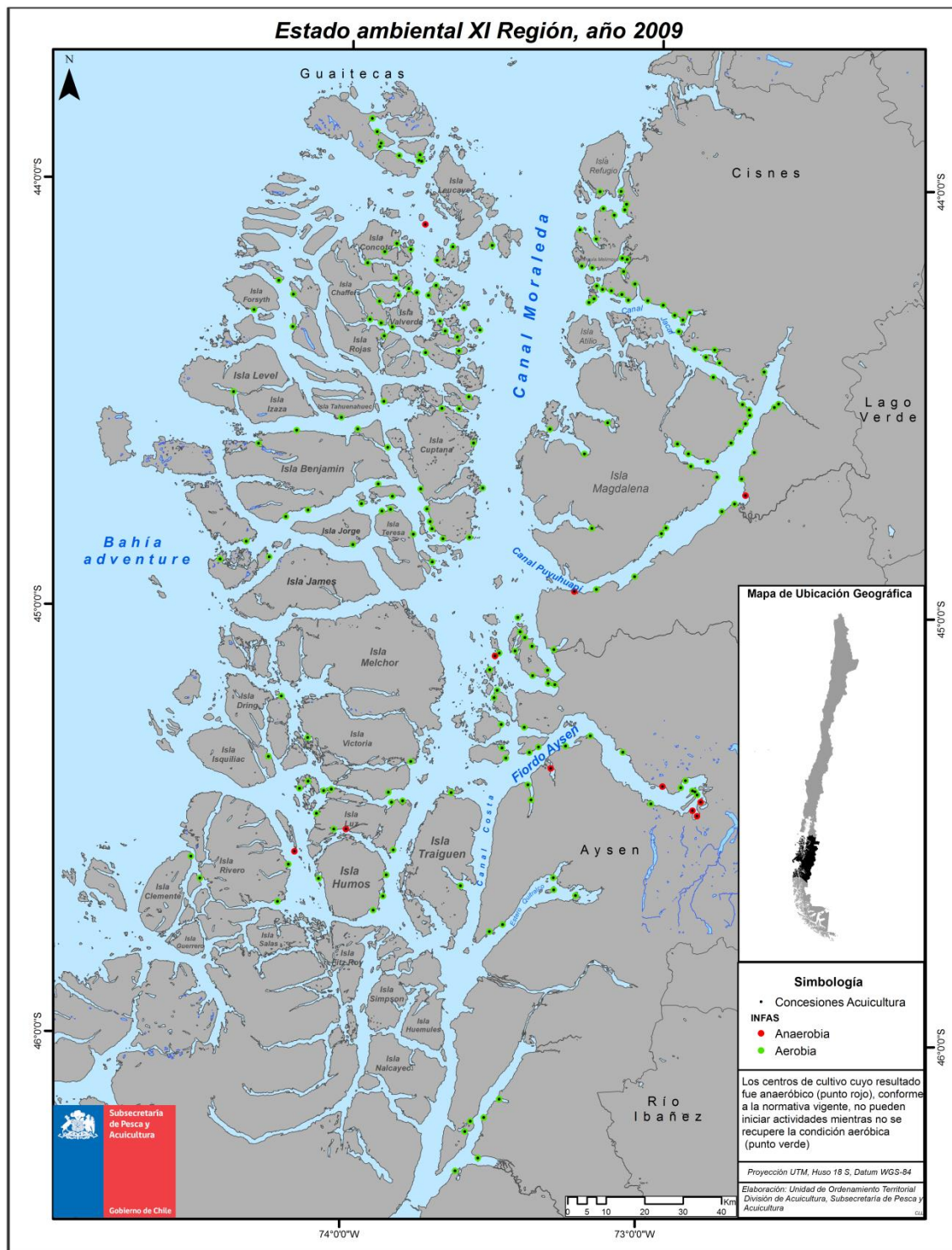
Mapa 54.- Condición ambiental en la X región según los resultados de la INFA, año 2014.





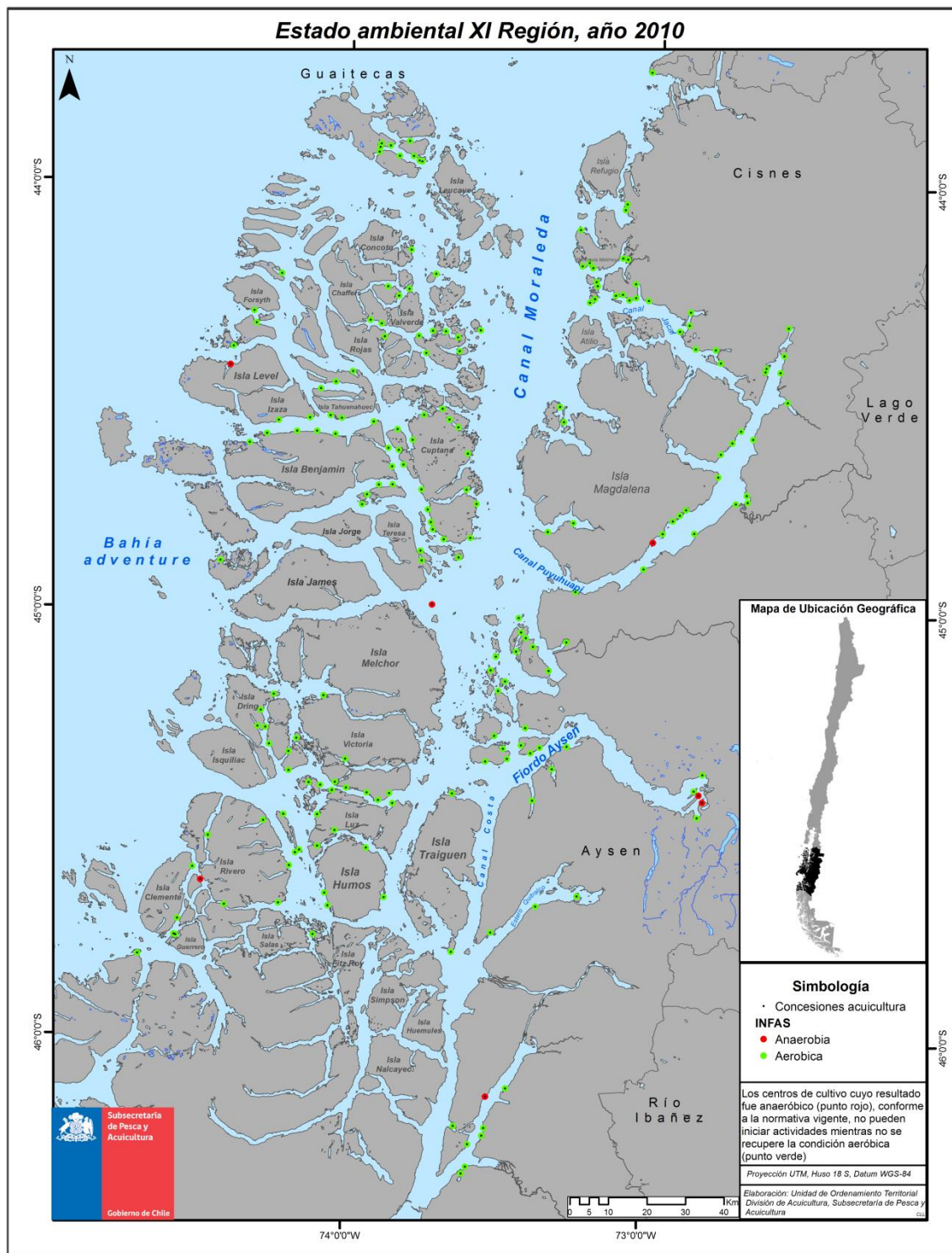
Mapa 55.- Condición ambiental en la X región según los resultados de la INFA, periodo 2009 a 2014.





Mapa 56.- Condición ambiental en la XI región según los resultados de la INFA, año 2009.



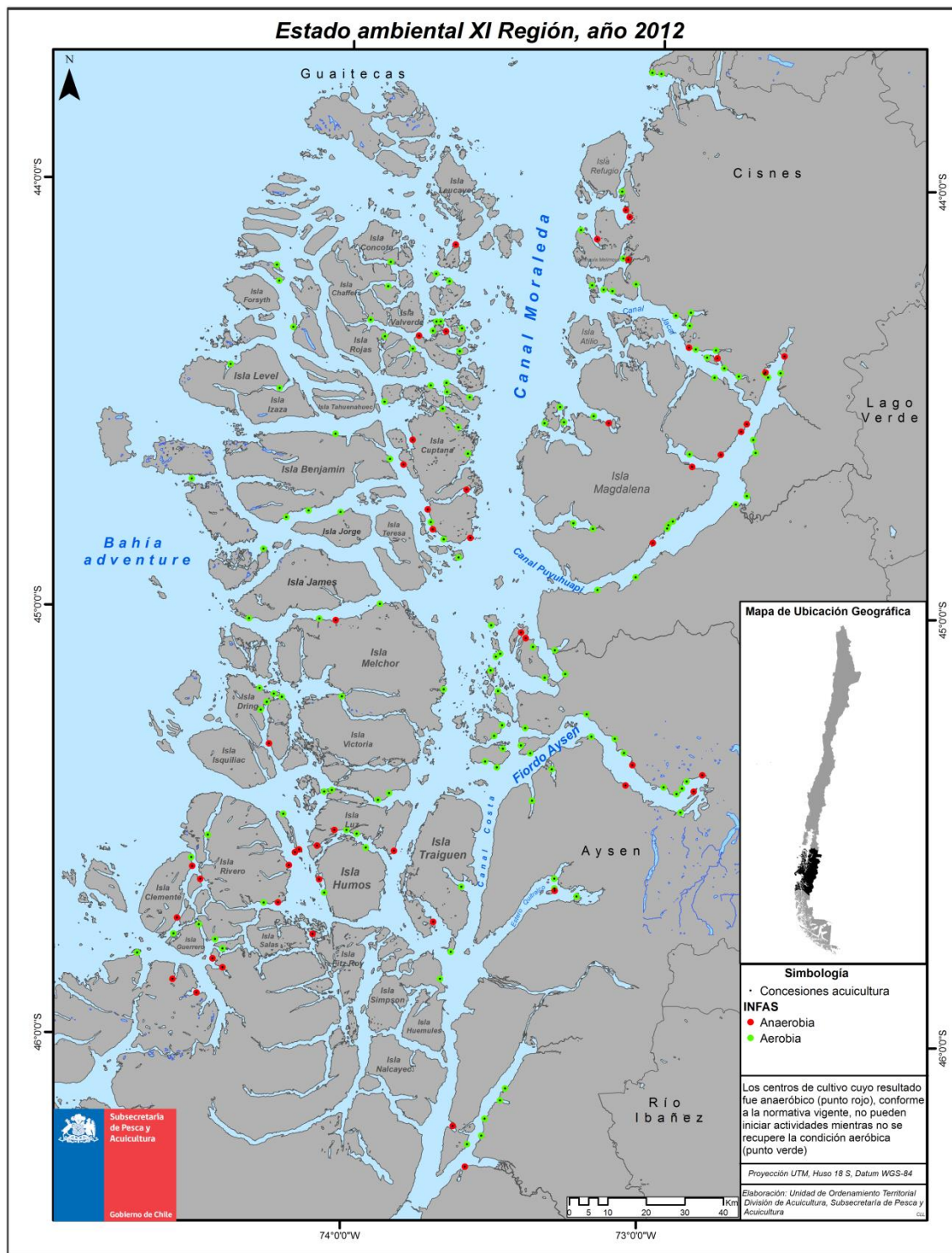


Mapa 57.- Condición ambiental en la XI región según los resultados de la INFA, año 2010.

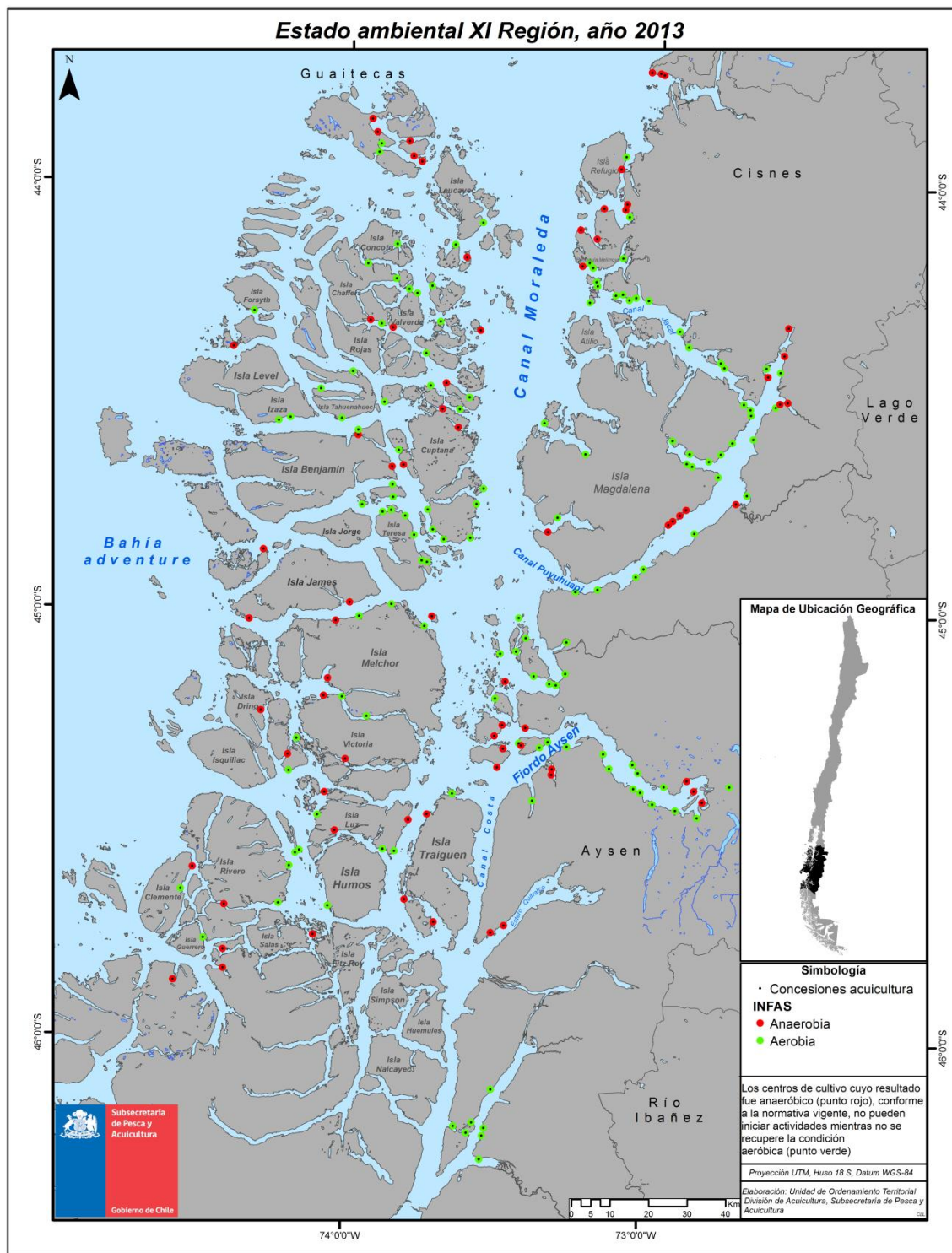




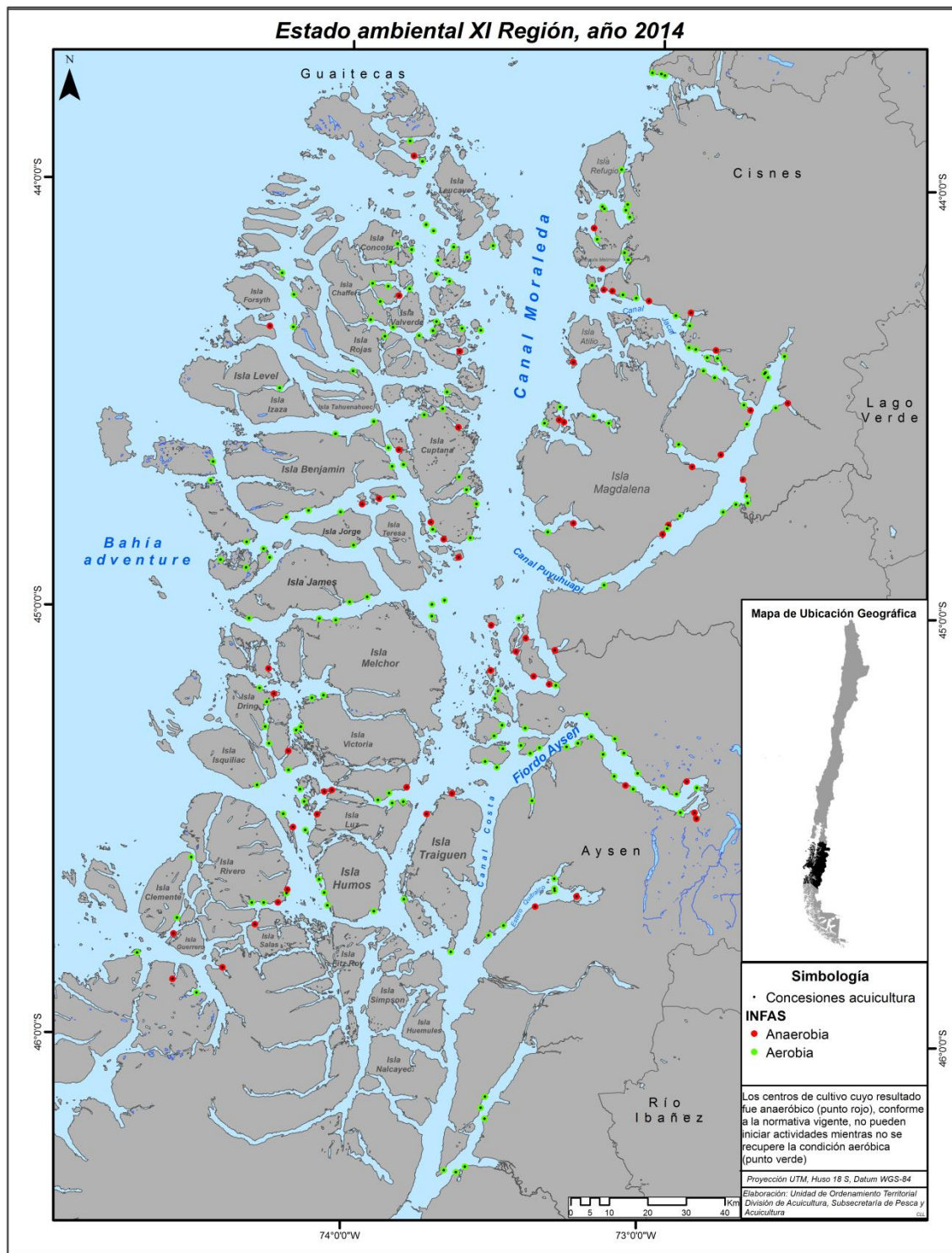




Mapa 59.- Condición ambiental en la XI región según los resultados de la INFA, año 2012.



Mapa 60.- Condición ambiental en la XI región según los resultados de la INFA, año 2013.



Mapa 61.- Condición ambiental en la XI región según los resultados de la INFA, año 2014.





Mapa 63.- Condición ambiental en la XII región según los resultados de la INFA, año 2009.





Mapa 64.- Condición ambiental en la XII región según los resultados de la INFA, año 2010.





Mapa 65.- Condición ambiental en la XII región según los resultados de la INFA, año 2011.

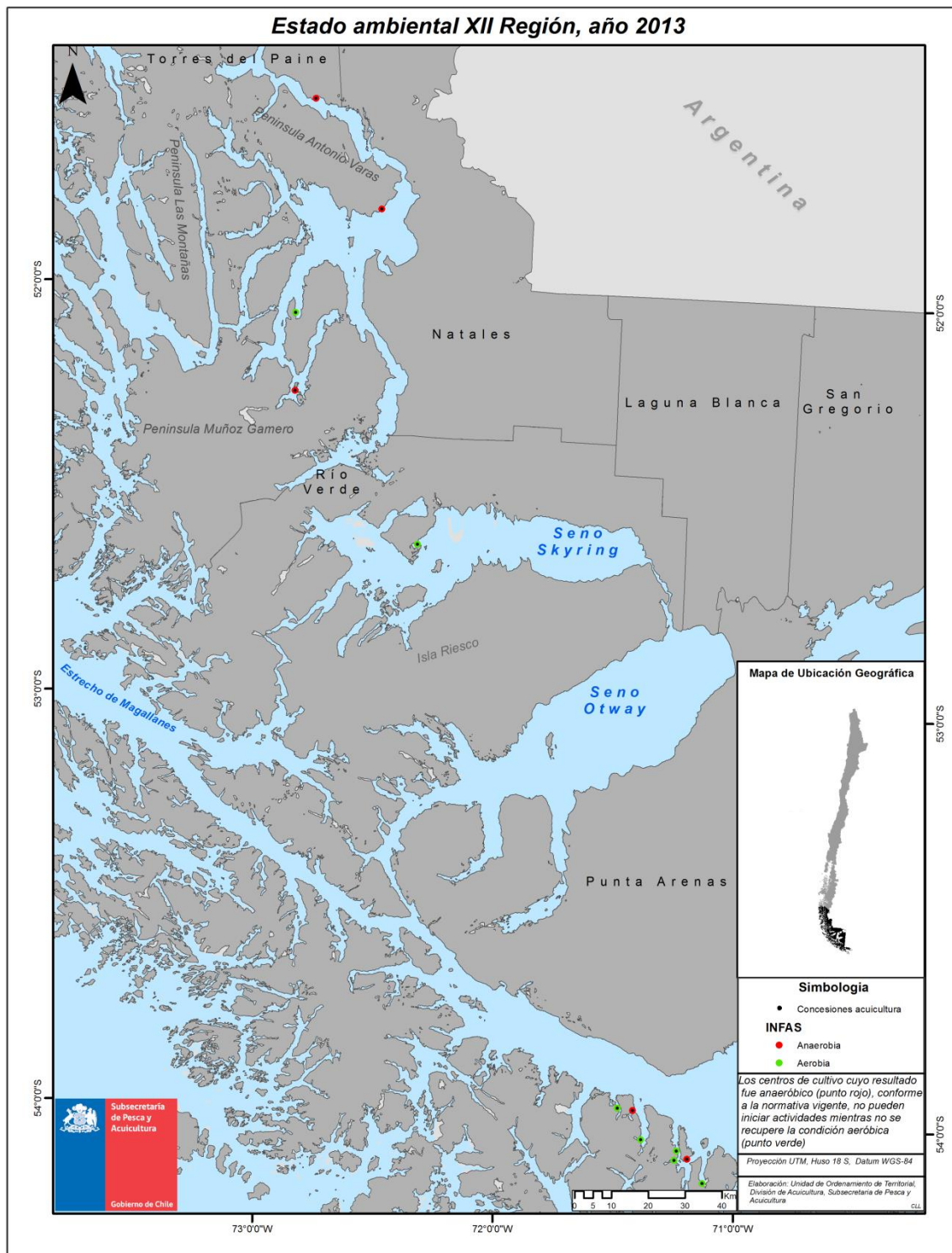




Mapa 66.- Condición ambiental en la XII región según los resultados de la INFAS, año 2012.

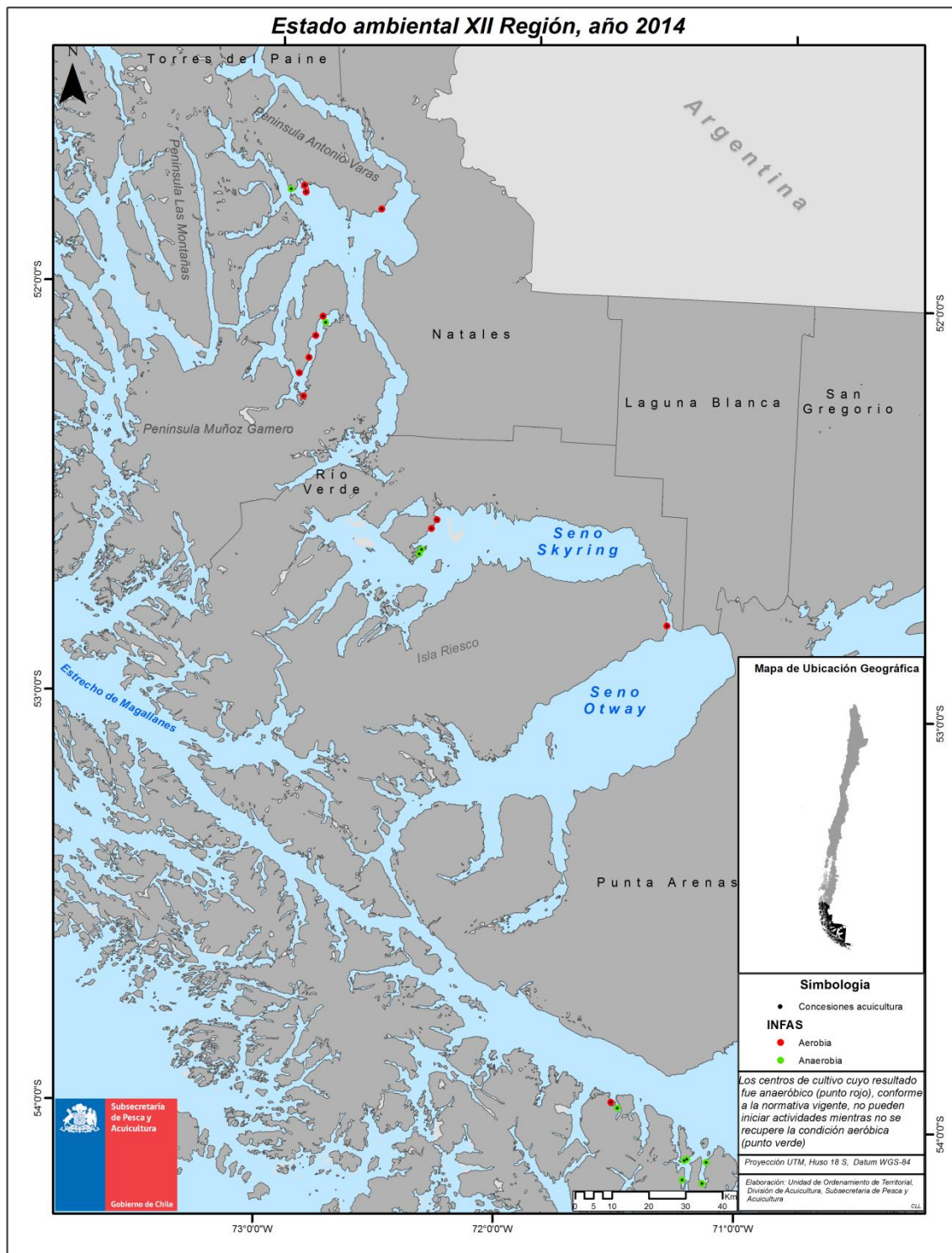






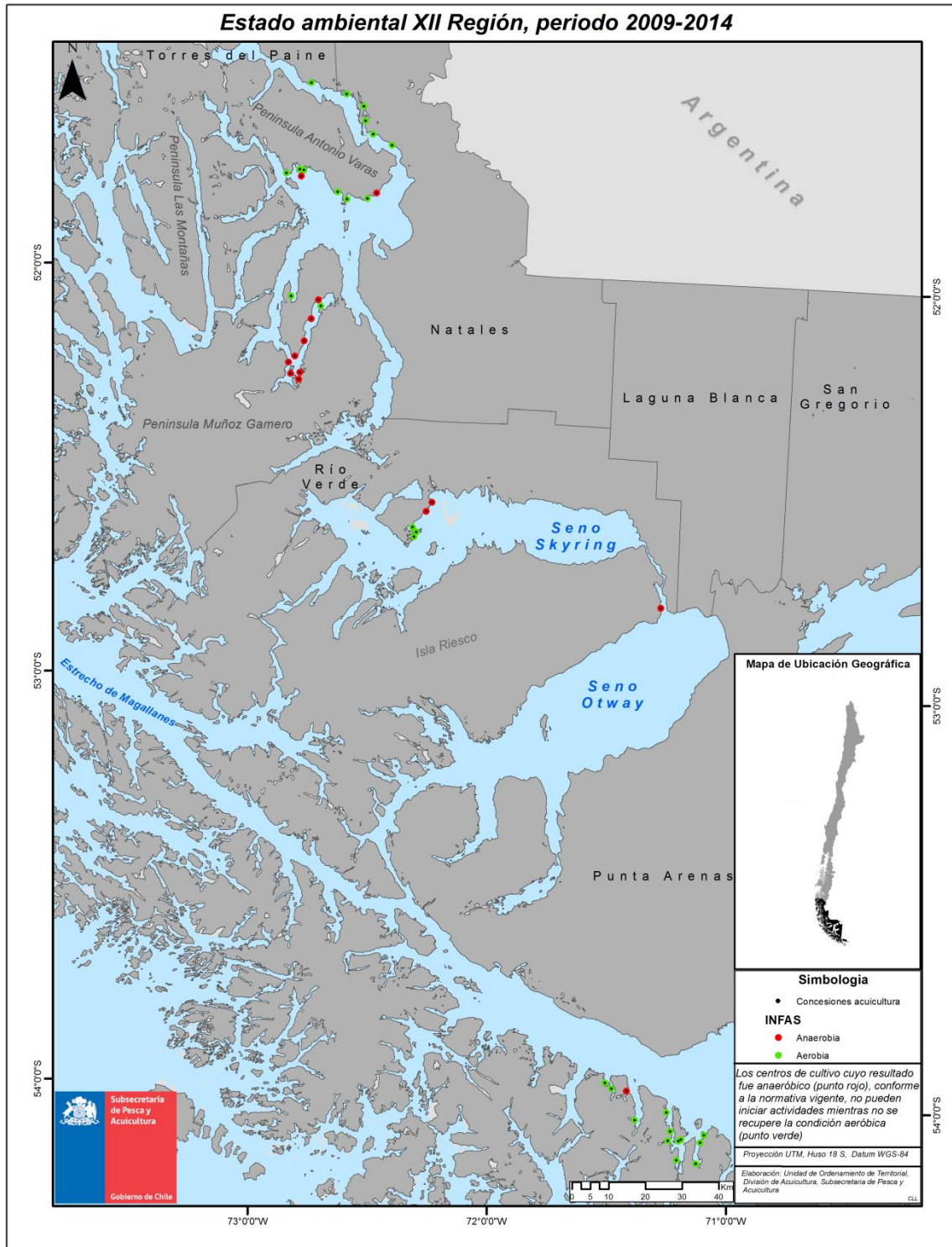
Mapa 67.- Condición ambiental en la XII región según los resultados de la INFA, año 2013.





Mapa 68.- Condición ambiental en la XII región según los resultados de la INFAS, año 2014.





Mapa 69.- Condición ambiental en la XII región según los resultados de la INFAS, periodo 2009 a 2014.

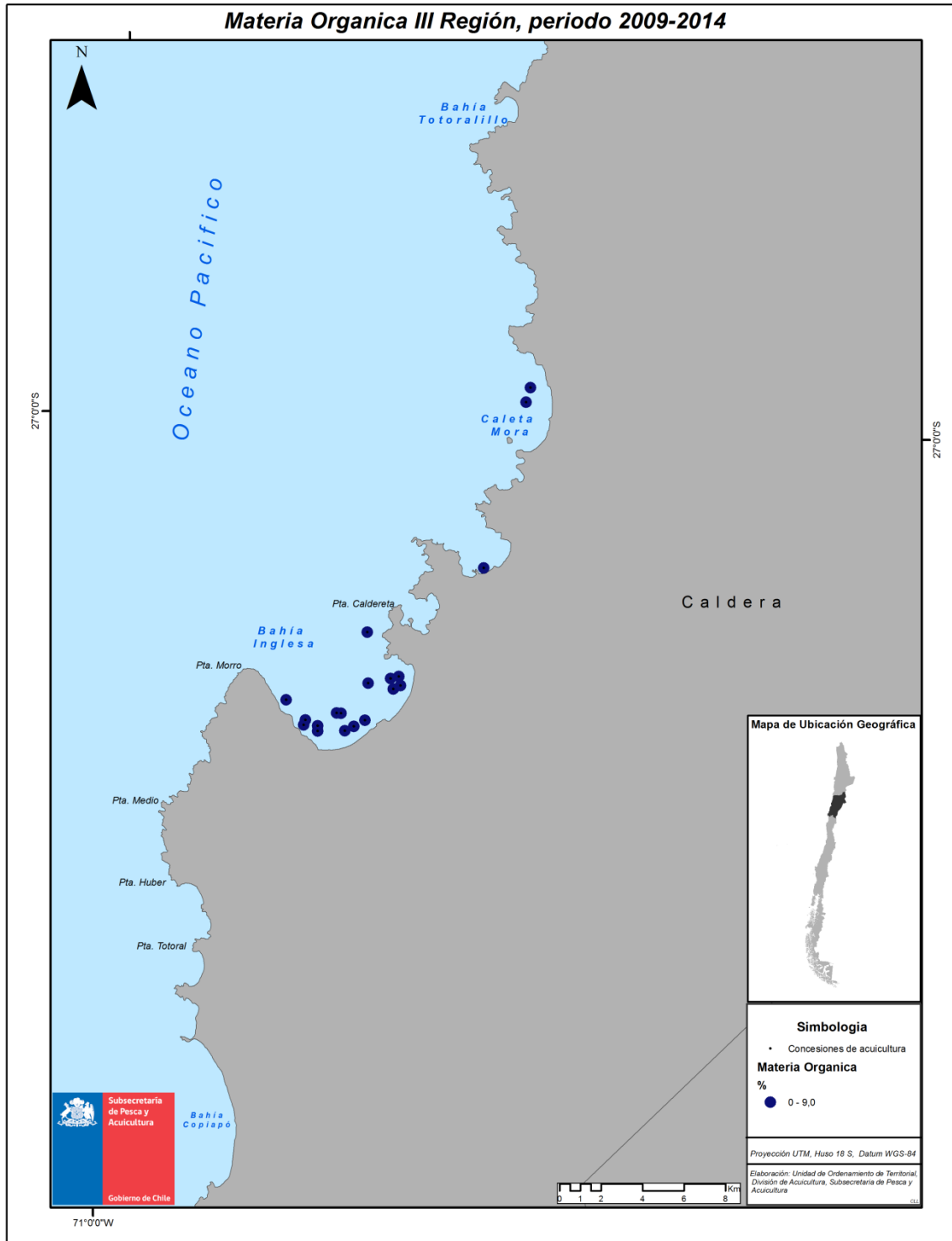


# ANEXO III

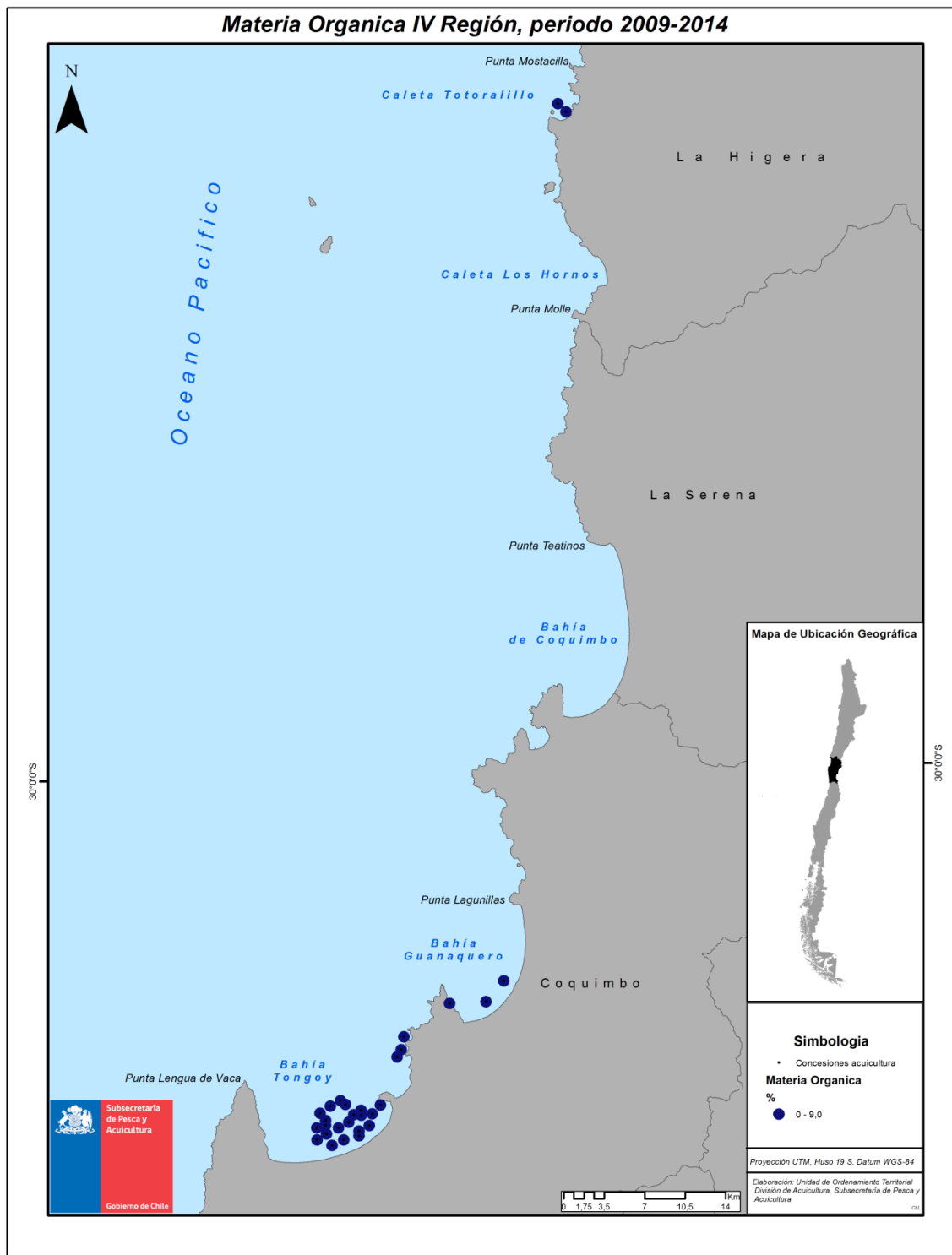
## Distribución de las Variables Ambientales por Región

(III, IV, X, XI y XII Región)

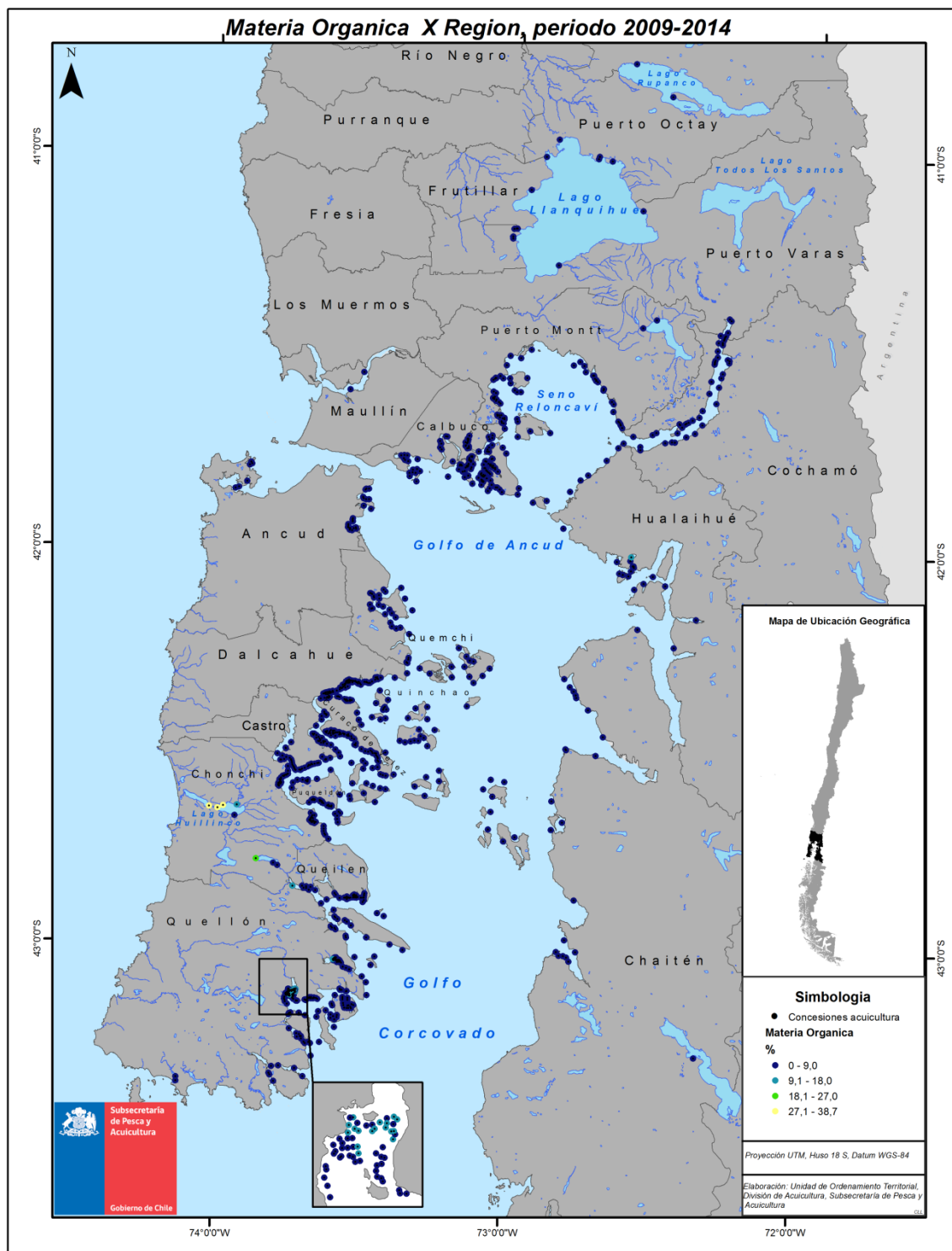




Mapa 70.- Distribución y concentración de materia orgánica en la III región, promedio anual de los años 2009 a 2014.

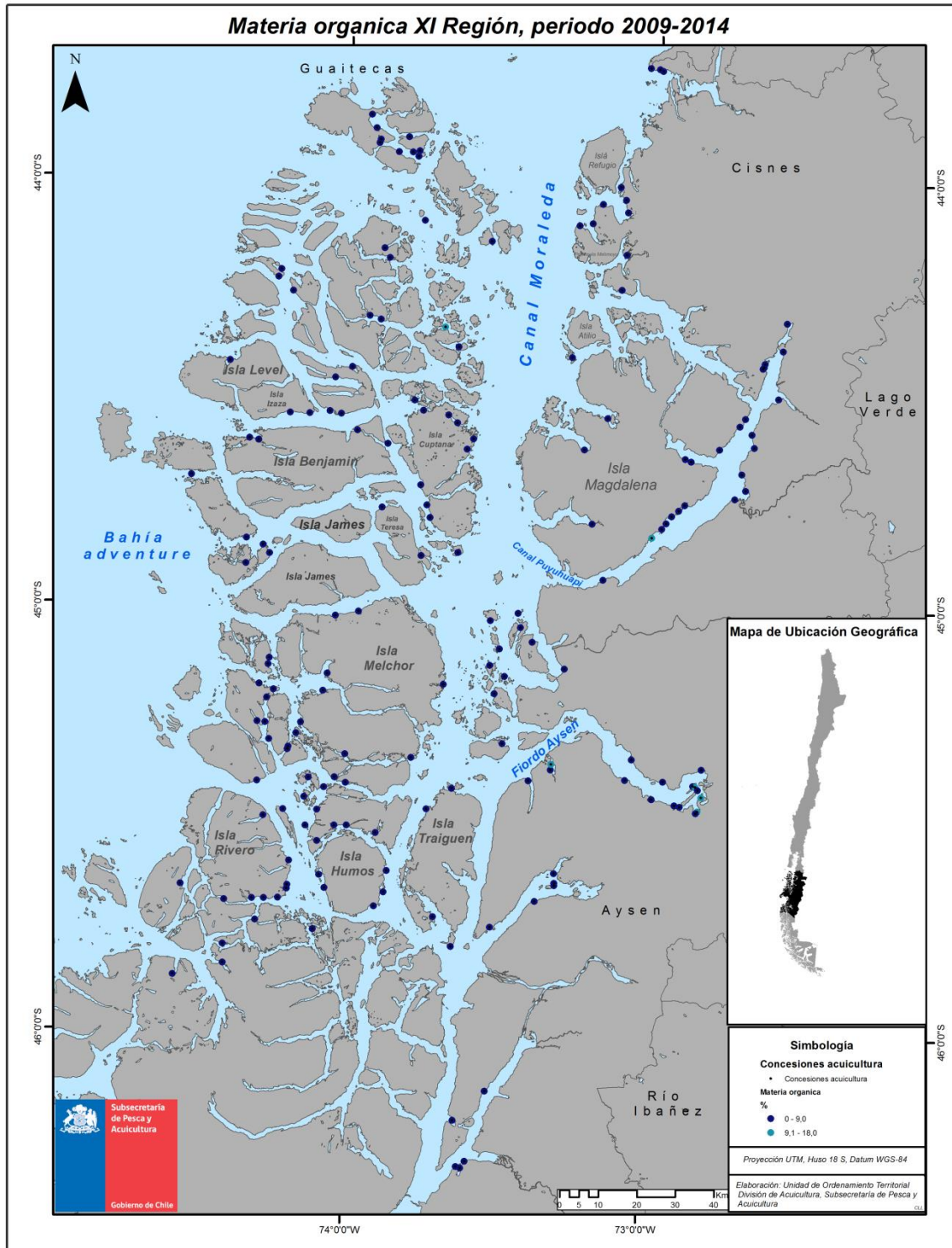


Mapa 71.- Distribución y concentración de materia orgánica en la IV región, promedio anual de los años 2009 a 2014.



Mapa 72.- Distribución y concentración de materia orgánica en la X región, promedio anual de los años 2009 a 2014.

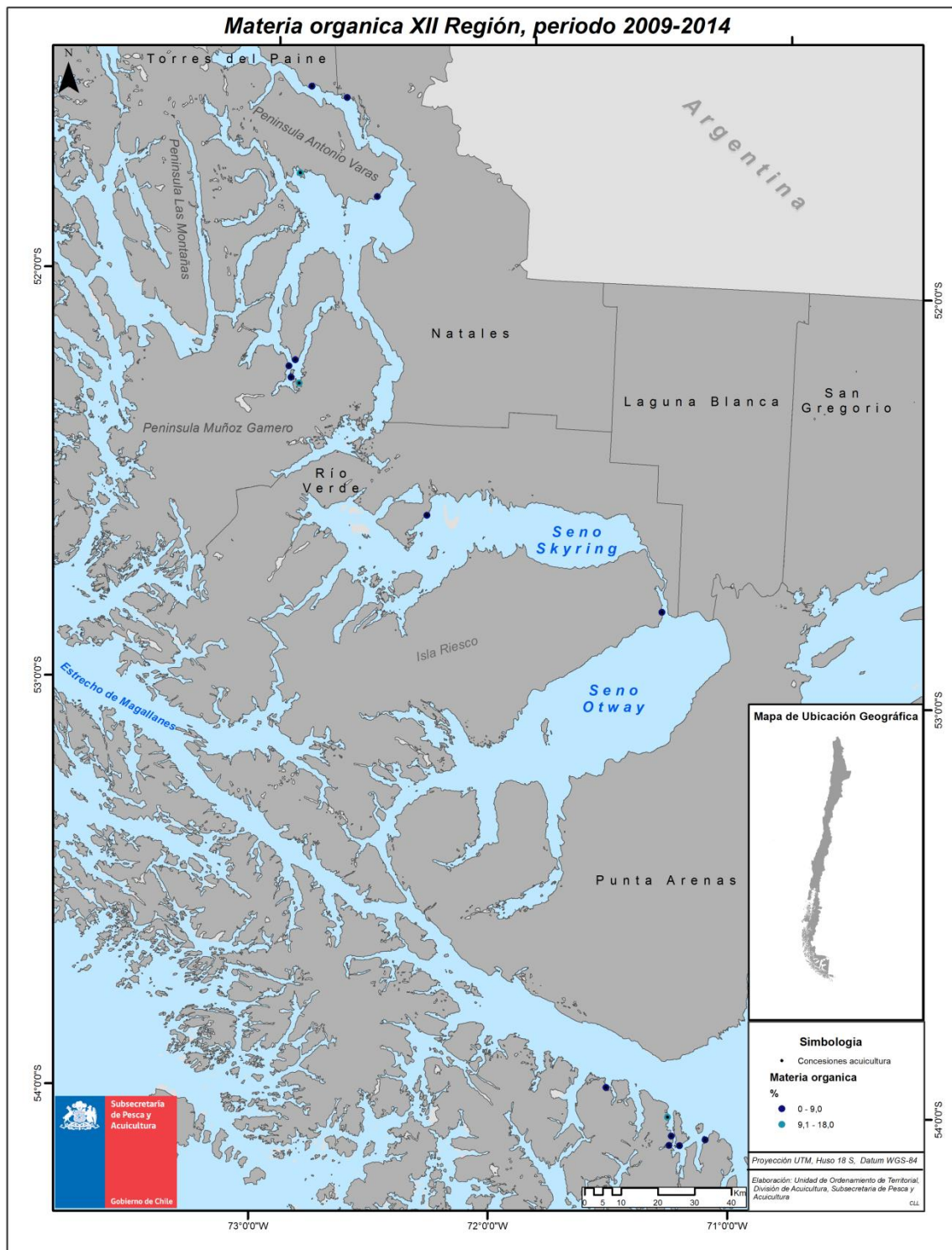




Mapa 73.- Distribución y concentración de materia orgánica en la XI región, promedio anual de los años 2009 a 2014.

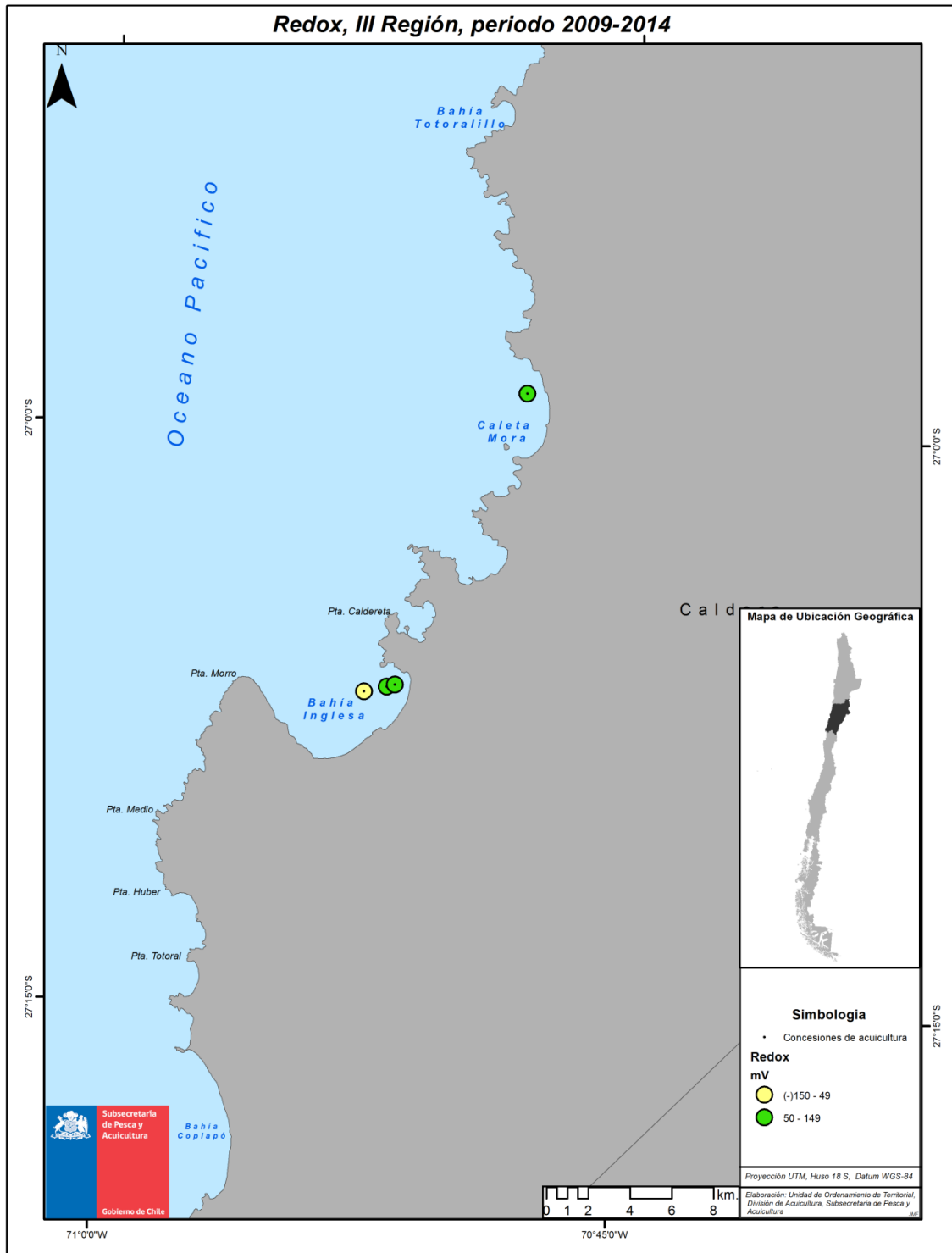




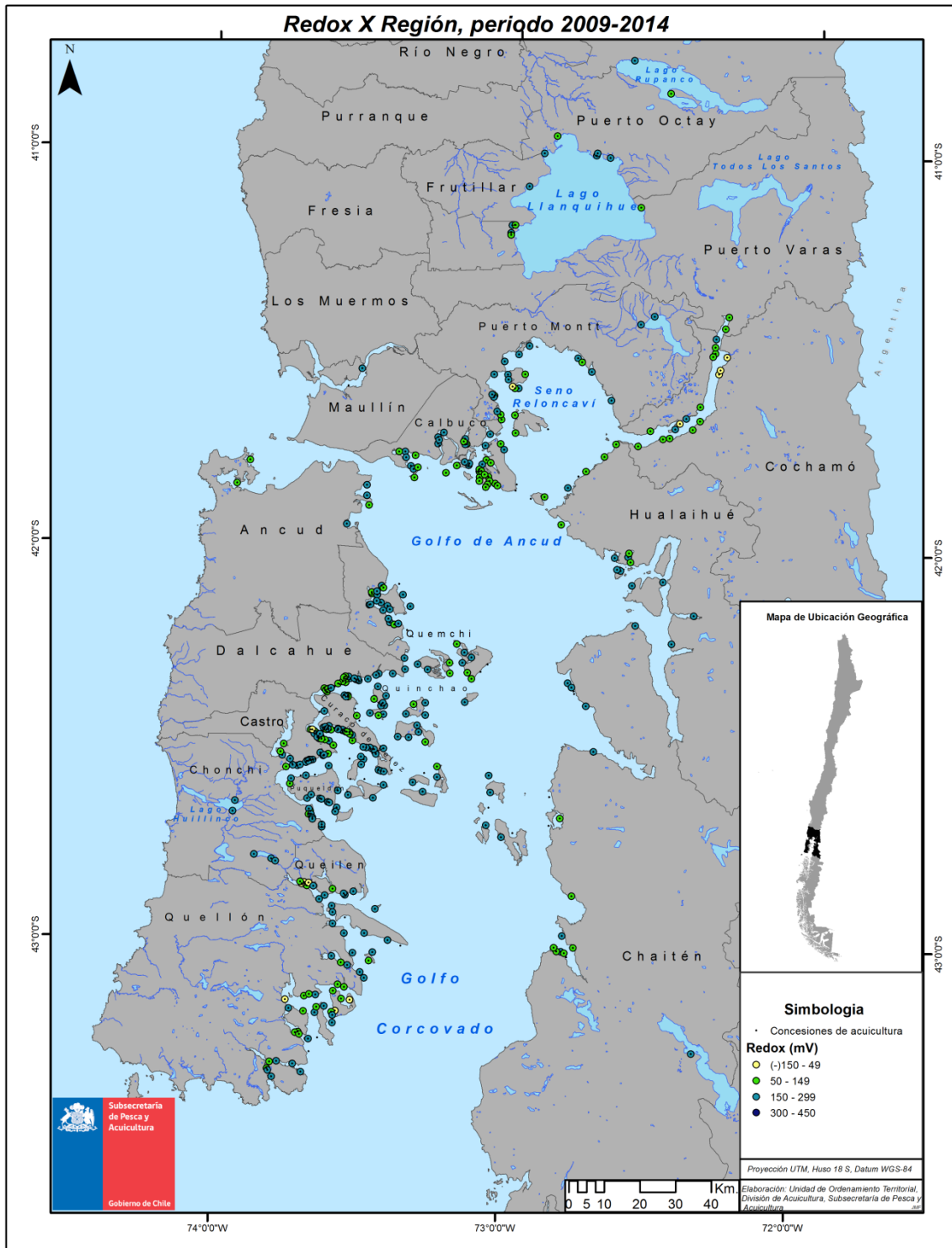


Mapa 74.- Distribución y concentración de materia orgánica en la XII región, promedio anual de los años 2009 a 2014.

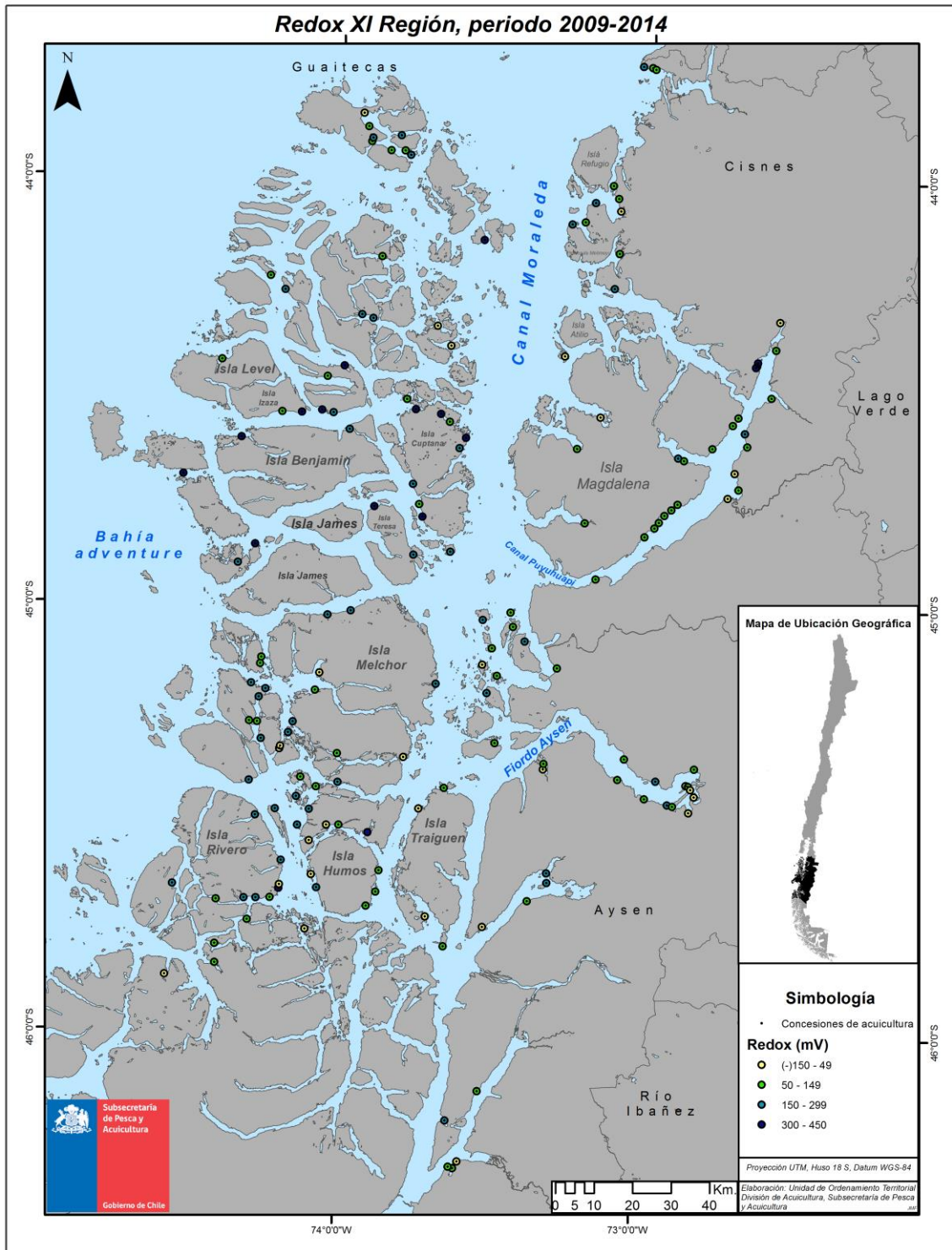




Mapa 75.- Expresión del potencial de óxido reducción en la III región, promedio anual de los años 2009 a 2014.

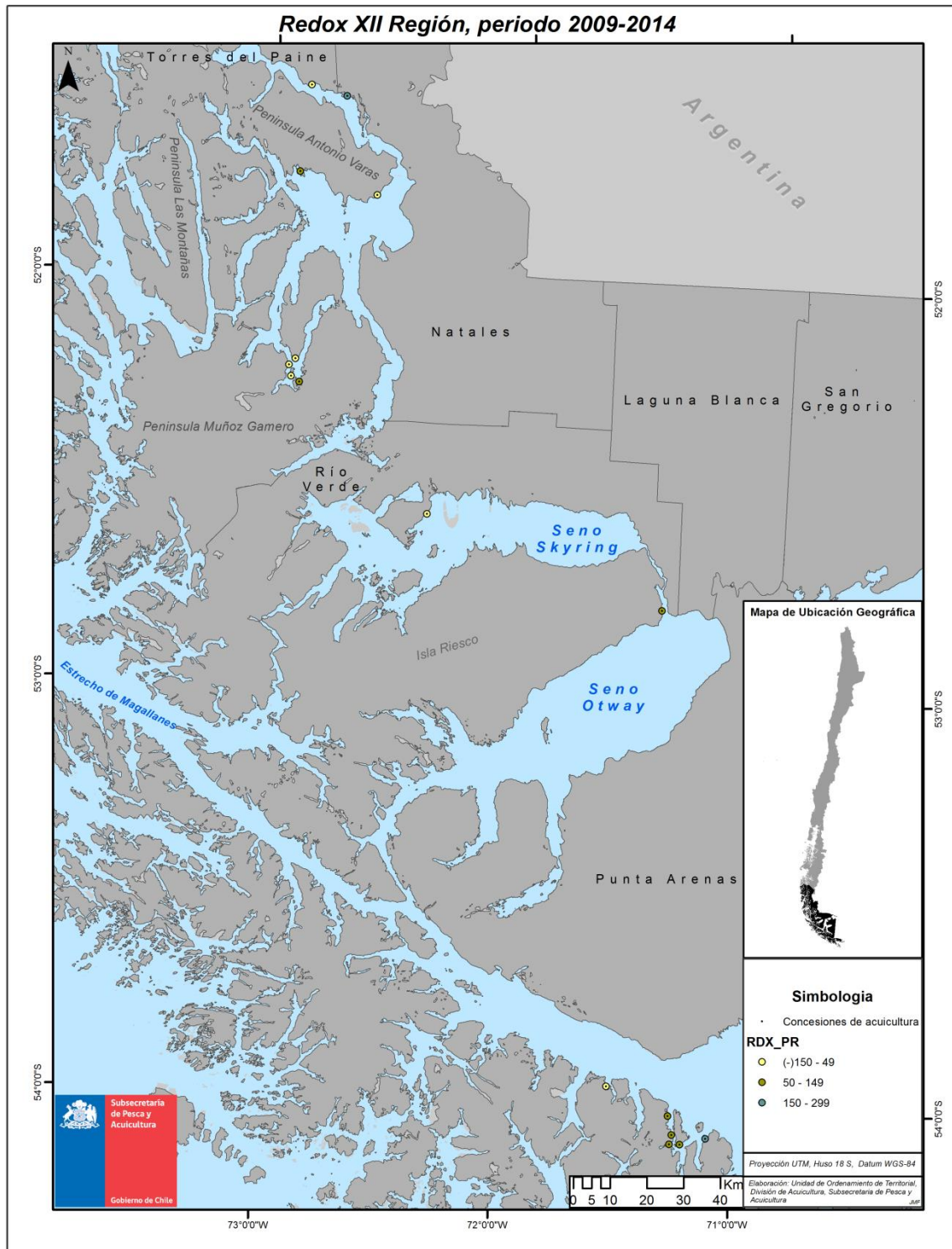


Mapa 76.- Expresión del potencial de óxido reducción en la X región, promedio anual de los años 2009 a 2014.



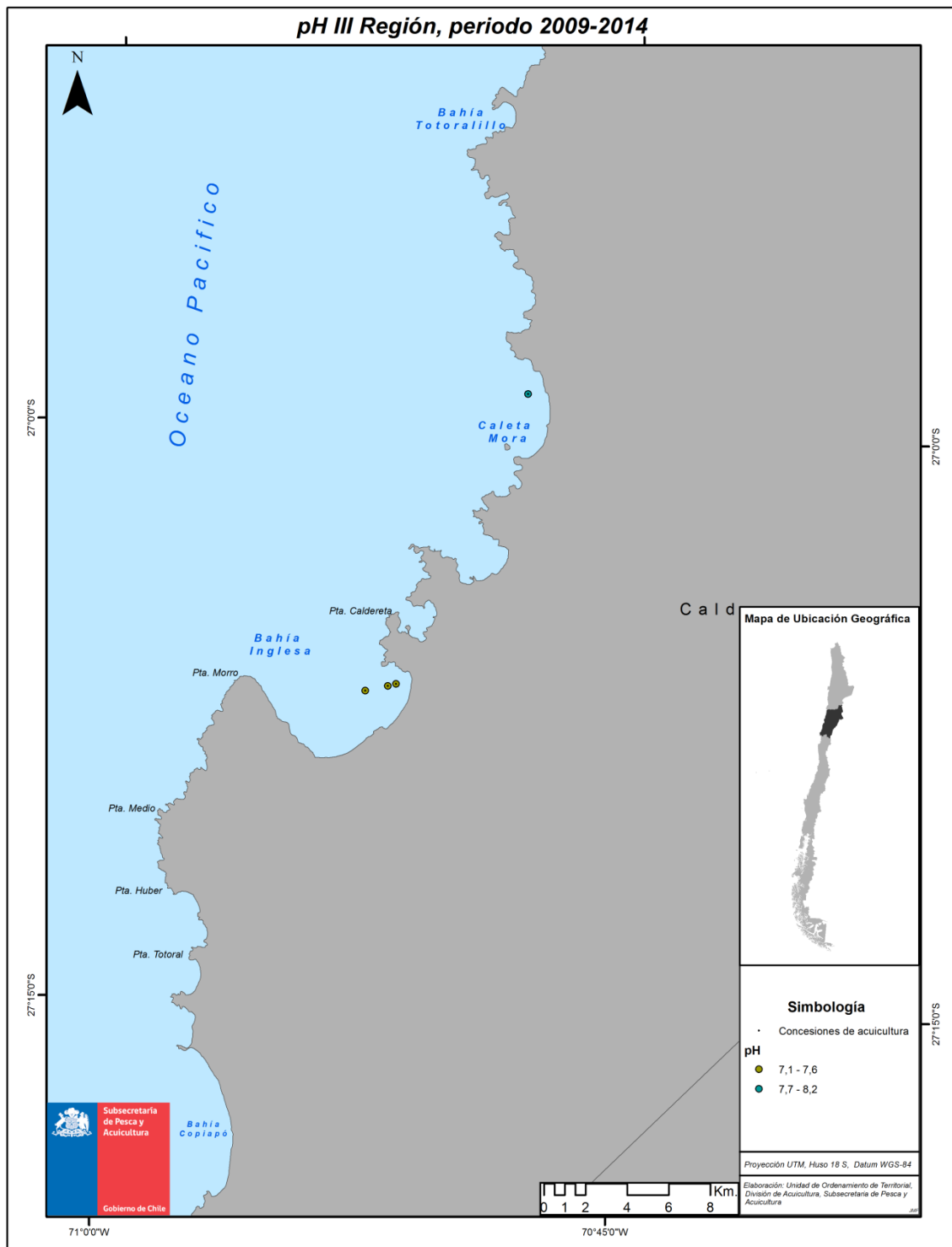
Mapa 77.- Expresión del potencial de óxido reducción en la XI región, promedio anual de los años 2009 a 2014.





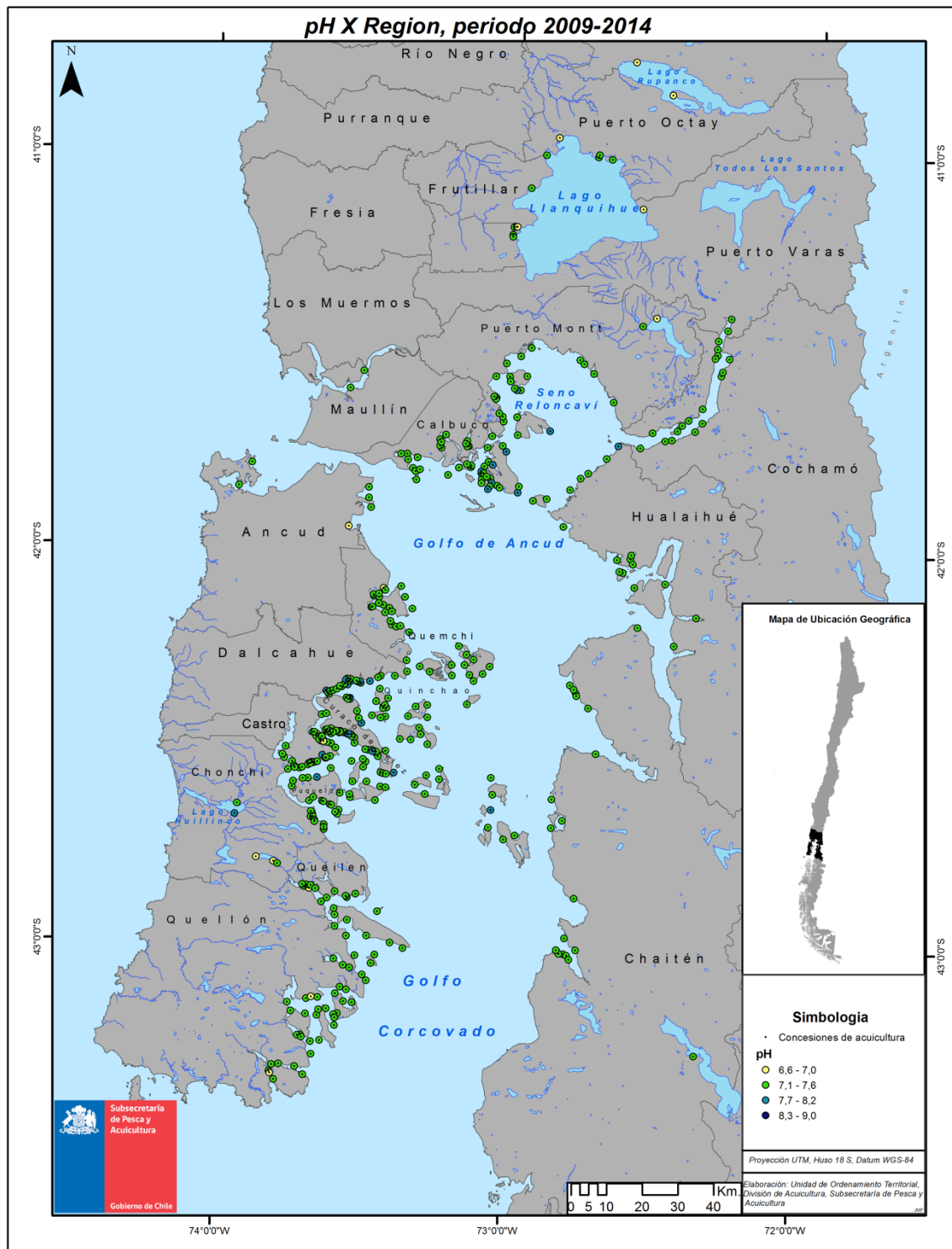
Mapa 78.- Expresión del potencial de óxido reducción en la XII región, promedio anual de los años 2009 a 2014.





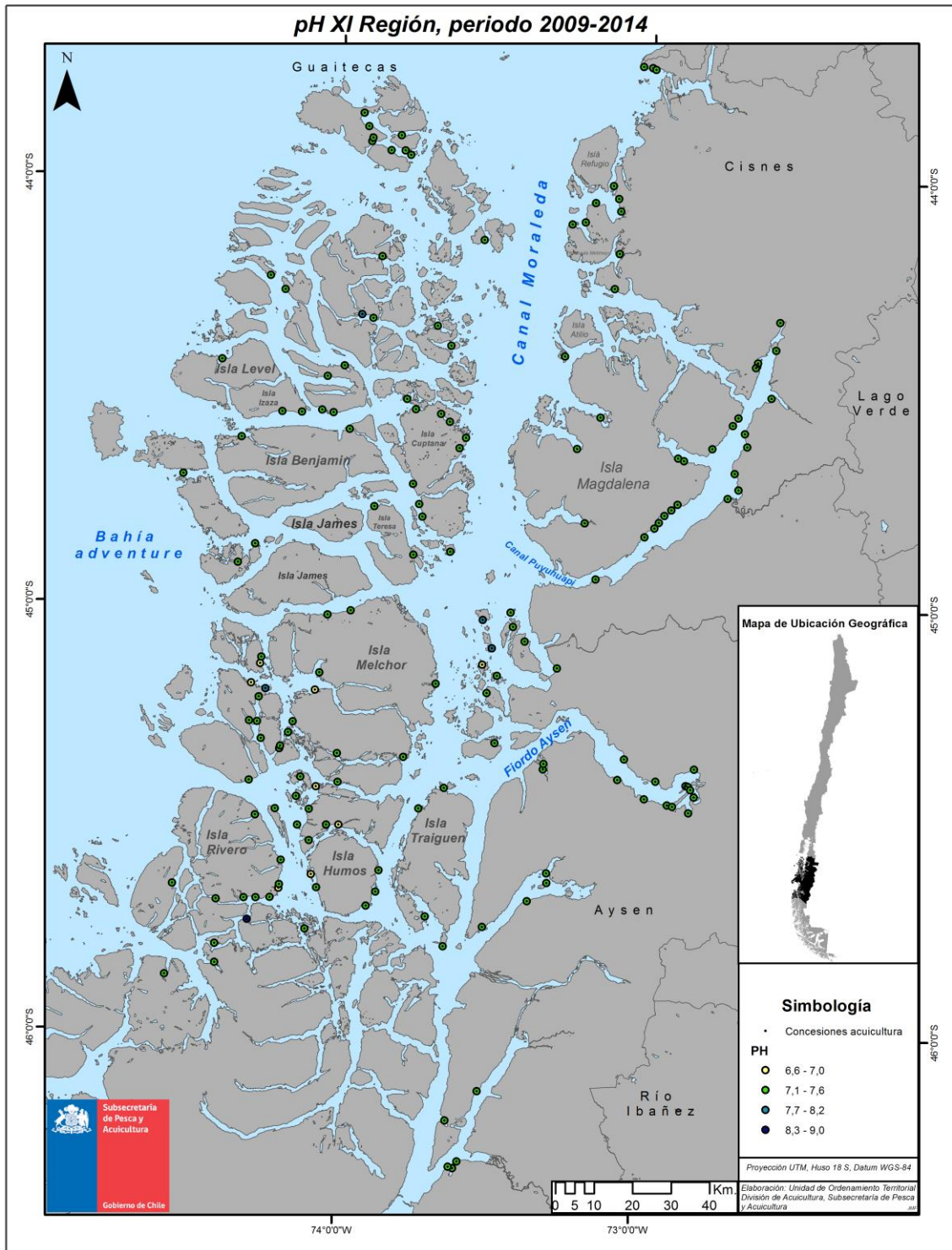
Mapa 79.- Expresión del pH en centros de cultivo de III región, promedio anual de los años 2009 a 2014.





Mapa 80.- Expresión del pH en centros de cultivo de X región, promedio anual de los años 2009 a 2014.

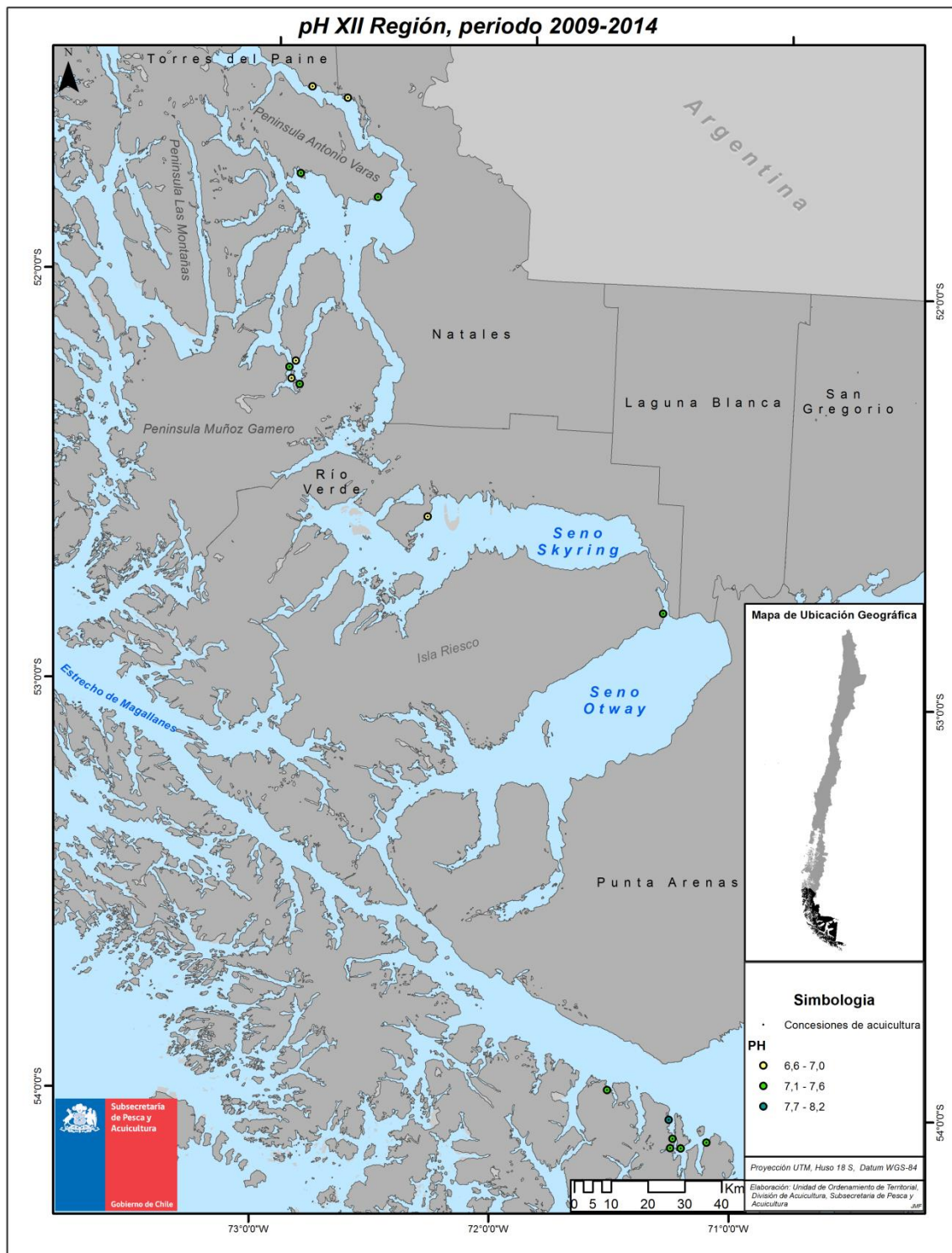




Mapa 81.- Expresión del pH en centros de cultivo de XI región, promedio anual de los años 2009 a 2014.



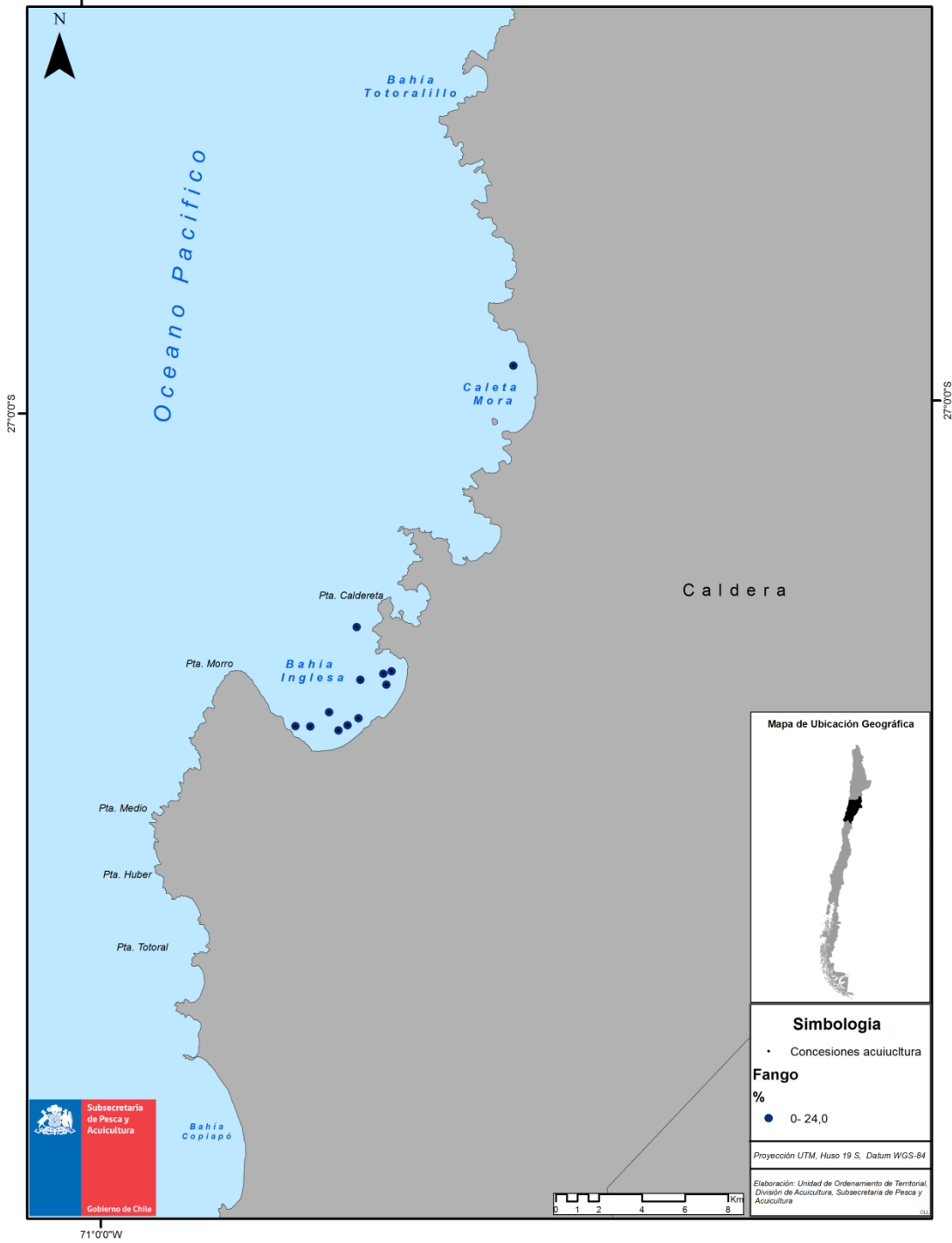




Mapa 82.- Expresión del pH en centros de cultivo de XII región, promedio anual de los años 2009 a 2014.



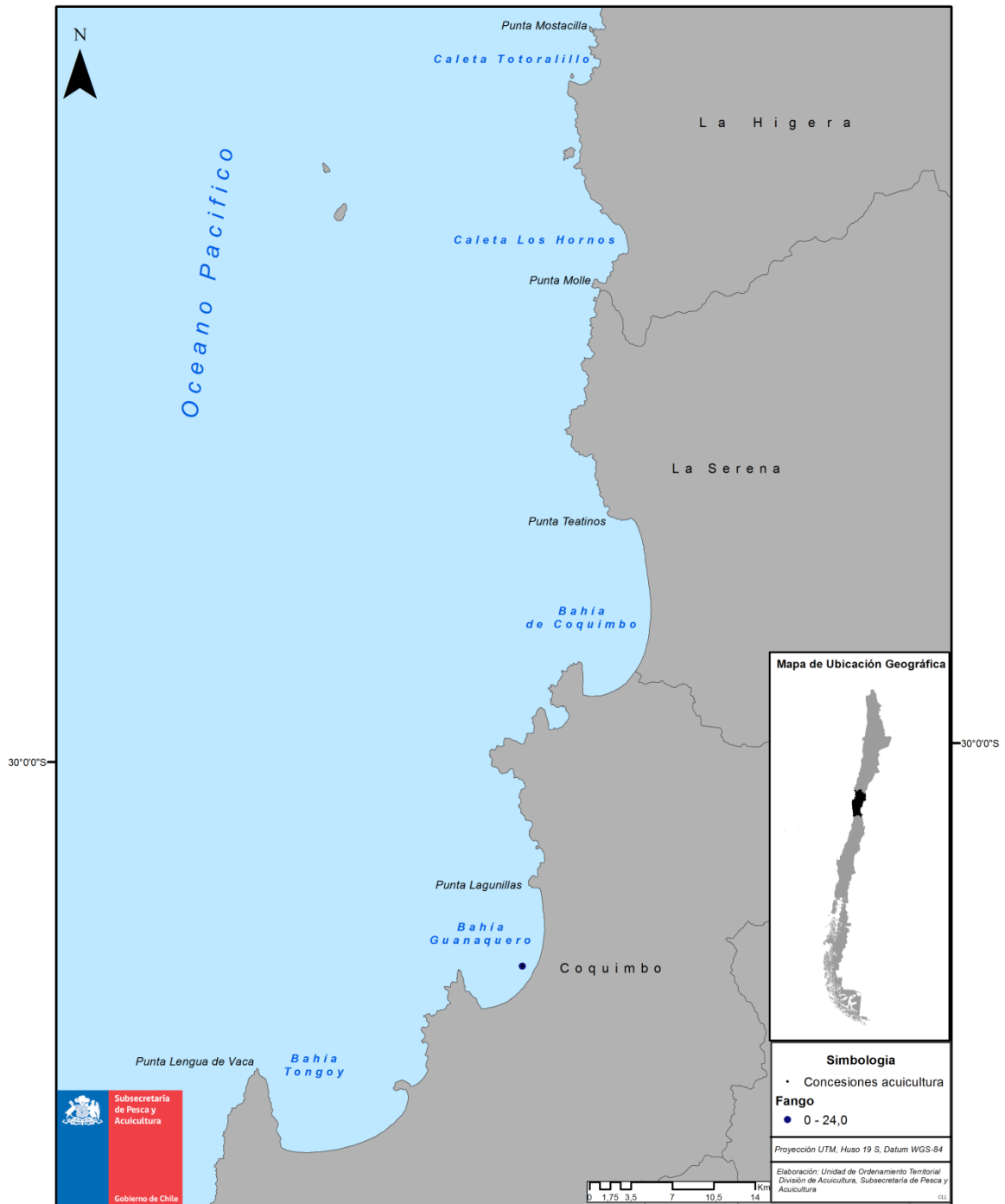
**Granulometría III Región, periodo 2009-2014**



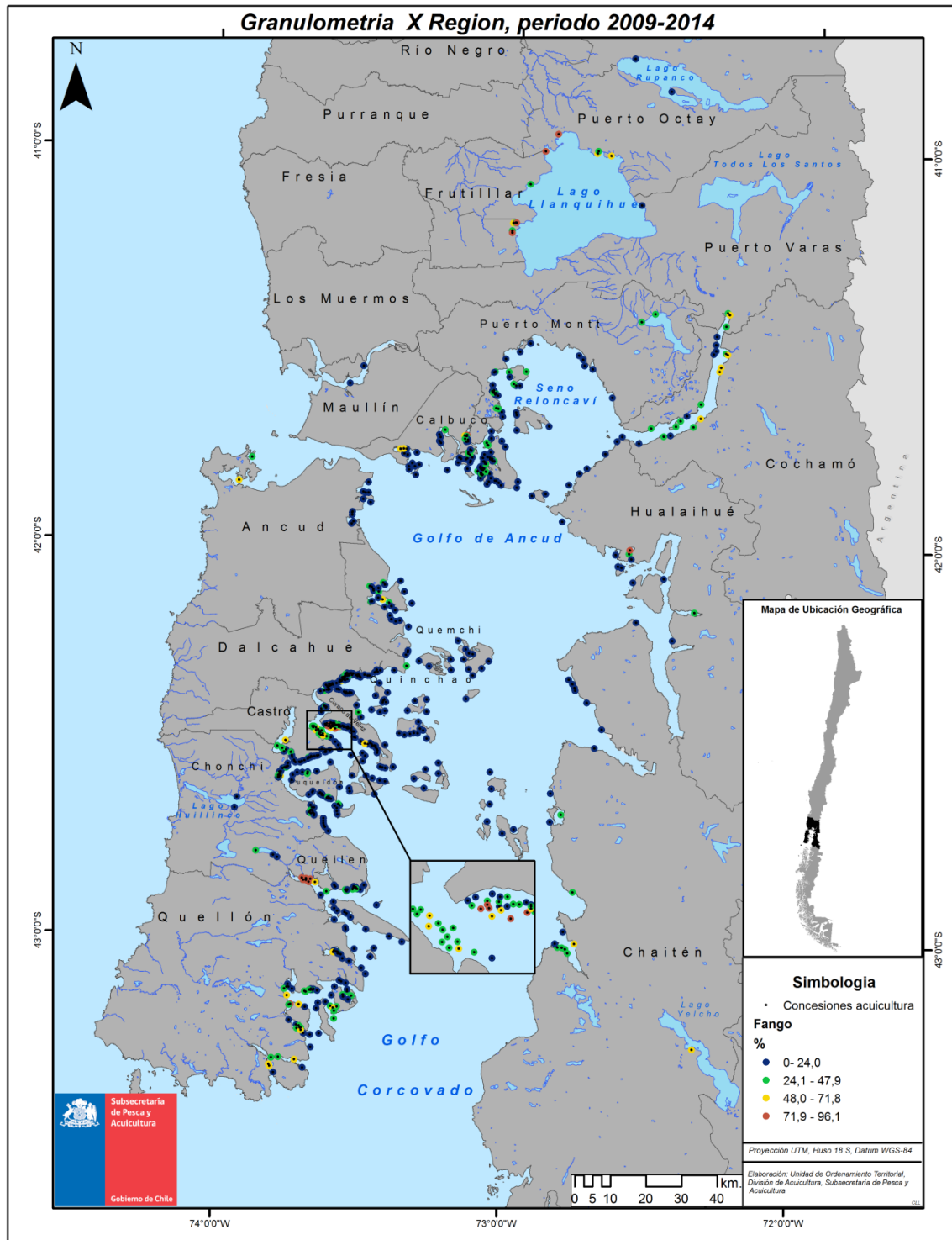
Mapa 83.- Porcentaje de fango en centros de cultivo de la III región, promedio de los años 2009 a 2014.



**Granulometría IV Región, periodo 2009-2014**



Mapa 84.- Porcentaje de fango en centros de cultivo de la IV región, promedio de los años 2009 a 2014.



Mapa 85.- Porcentaje de fango en centros de cultivo de la X región, promedio de los años 2009 a 2014.



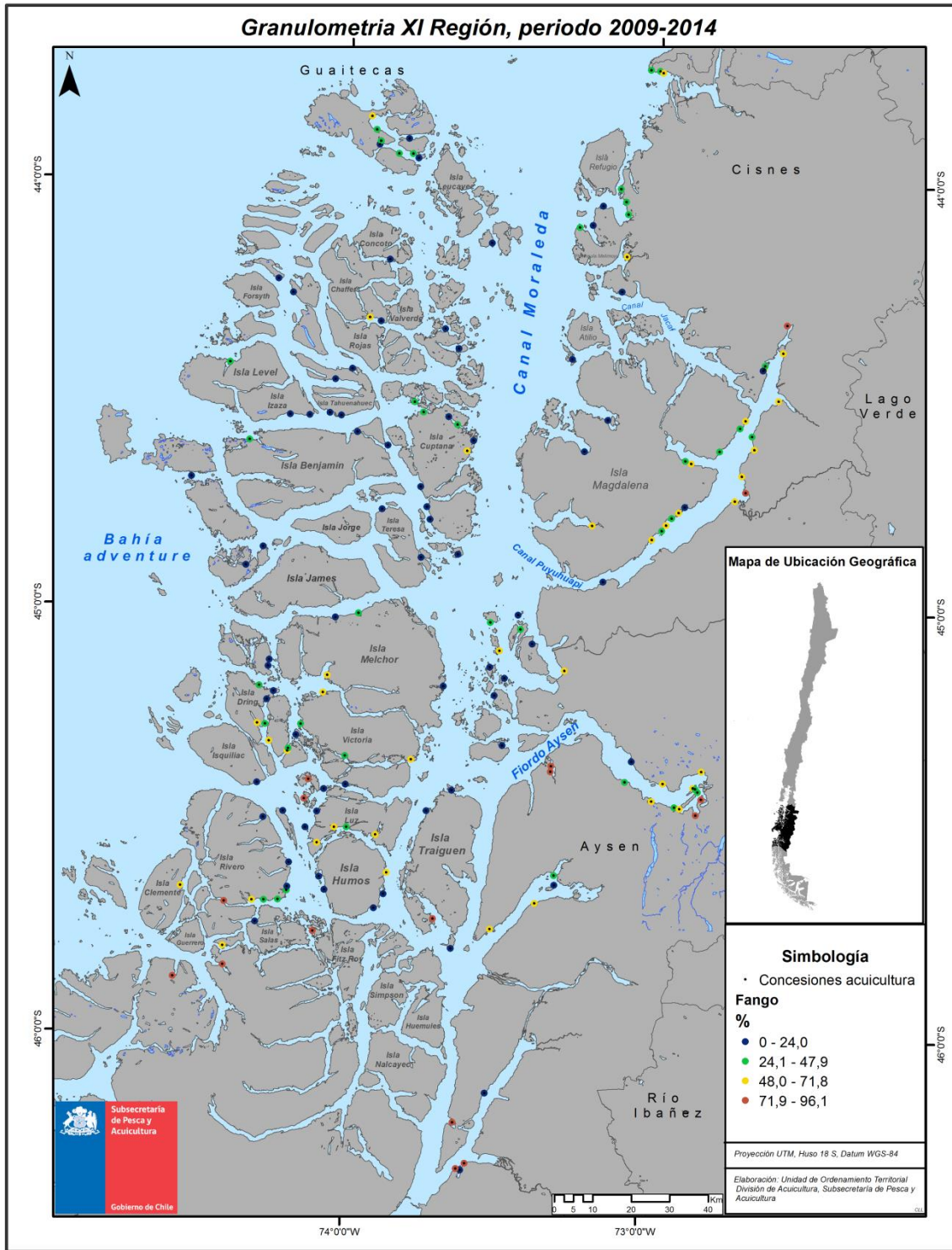
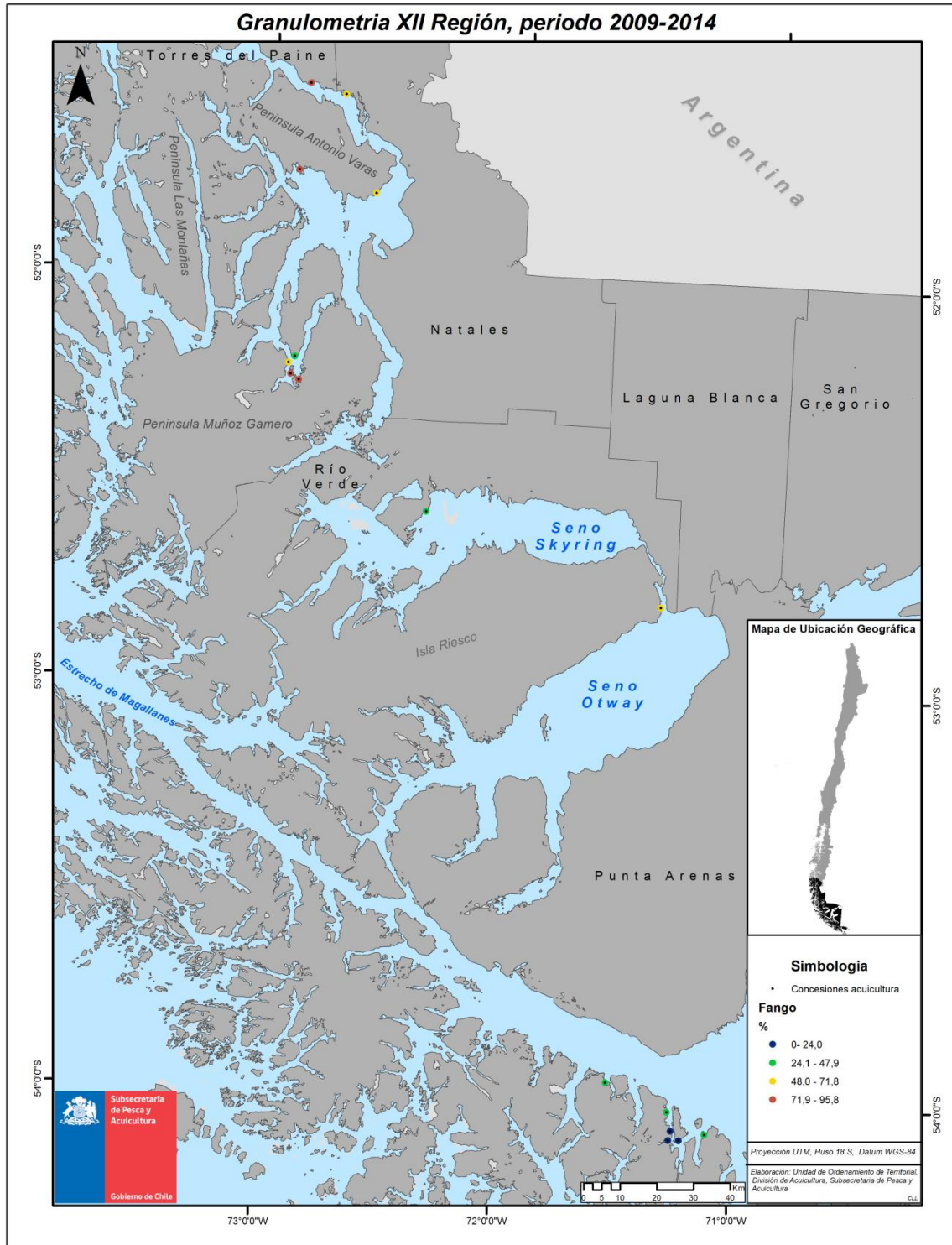


Figura 86.- Porcentaje de fango en centros de cultivo de la XI región, promedio de los años 2009 a 2014.





Mapa 87.- Porcentaje de fango en centros de cultivo de la XII región, promedio de los años 2009 a 2014.



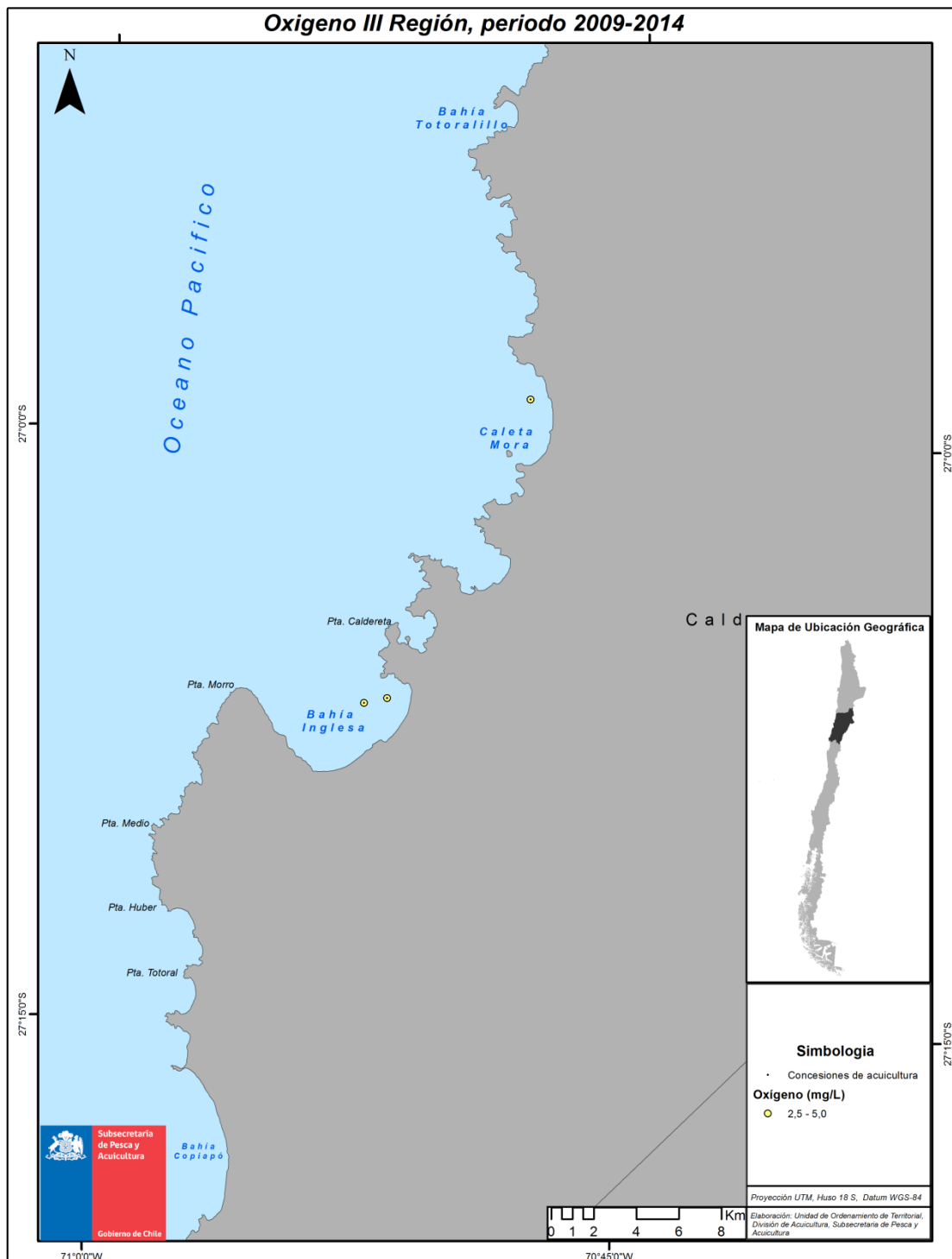


Figura 88.- Concentración de oxígeno a un metro del fondo en la III región, promedio anual de los años 2009 a 2014.

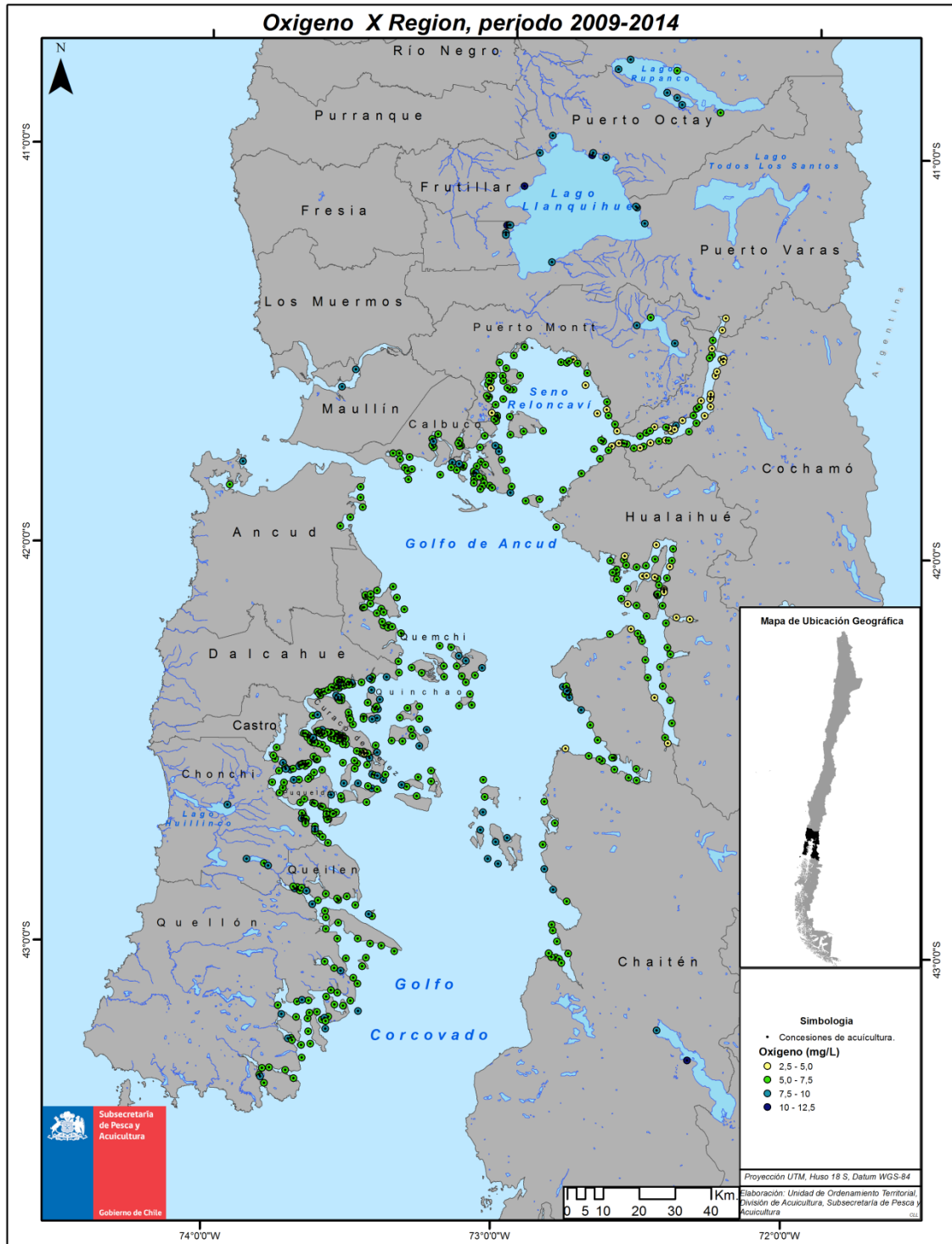


Figura 89.- Concentración de oxígeno a un metro del fondo en la X región, promedio anual de los años 2009 a 2014.



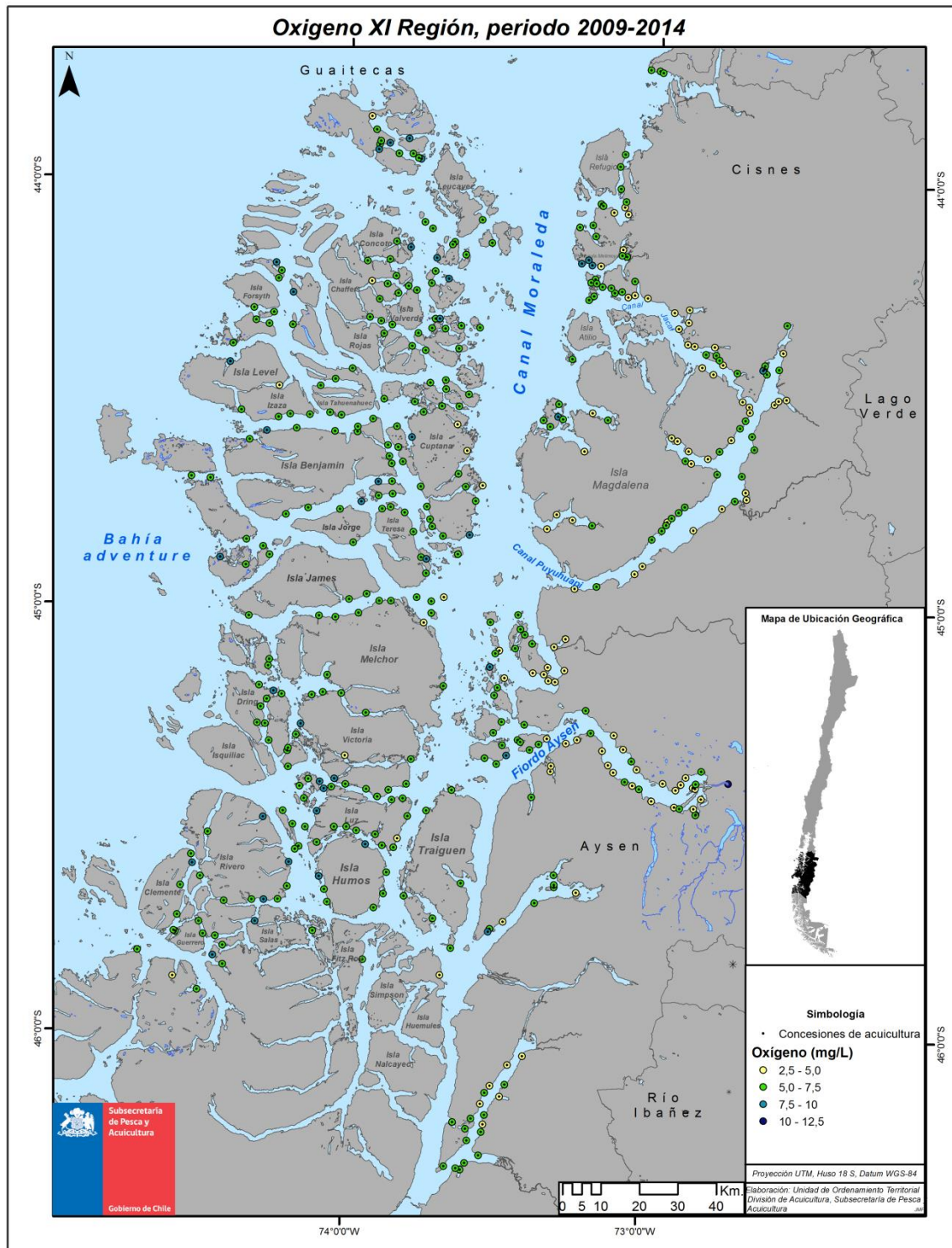


Figura 90.- Concentración de oxígeno a un metro del fondo en la XI región, promedio anual de los años 2009 a 2014.



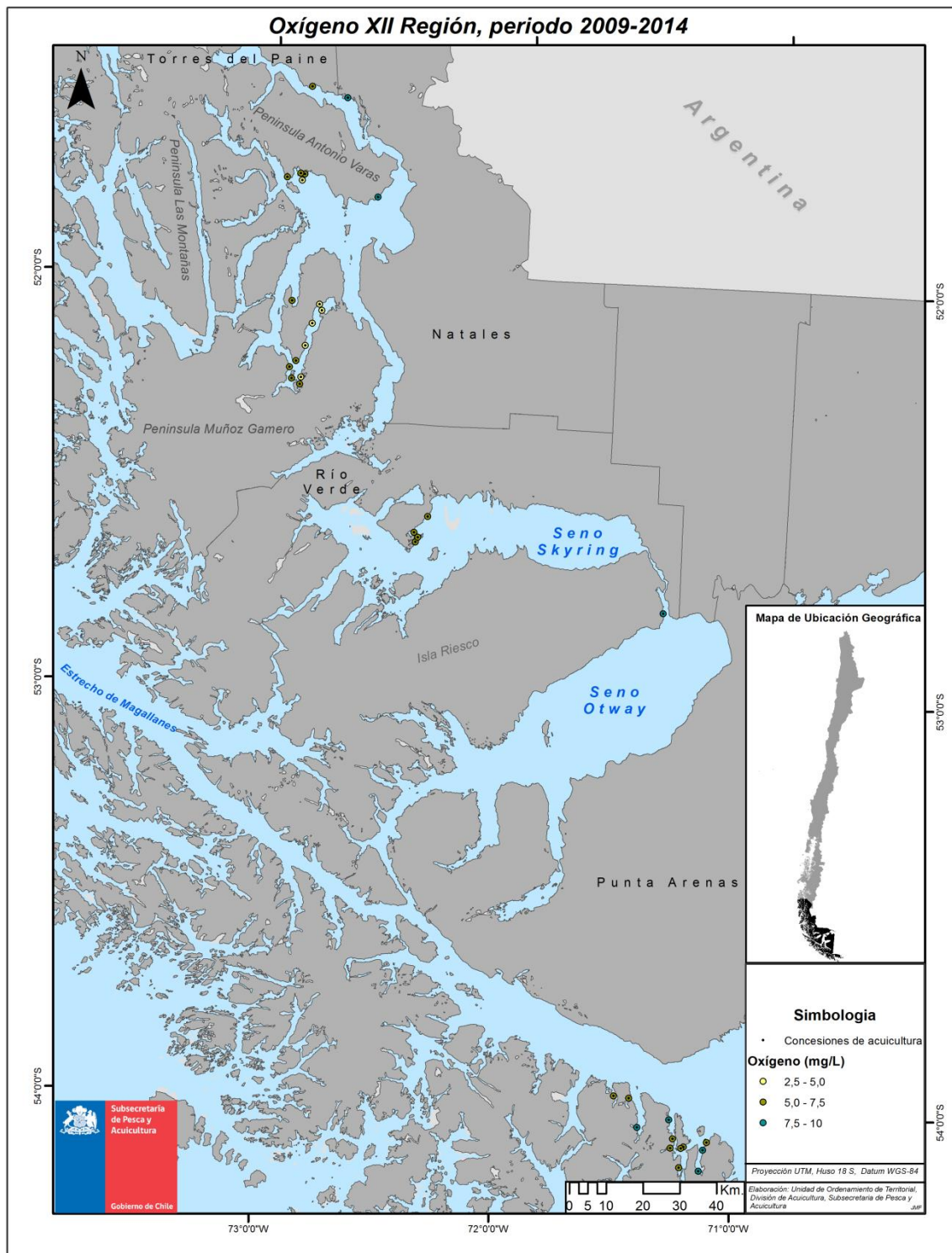


Figura 91.- Concentración de oxígeno a un metro del fondo en la XII región, promedio anual de los años 2009 a 2014.

