



**MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS**

**Estimación de la recarga de aguas subterránea y
Determinación de los sectores
Hidrogeológicos de aprovechamiento común en las
Islas de la Región de Los Lagos**

INFORME TECNICO N° 298

**DARH
SDT N° 425**



Santiago, 2020

ÍNDICE

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | ÁNTECEDENTES | 3 |
| 2 | OBJETIVOS..... | 3 |
| 3 | DISPONIBILIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA | 4 |
| 3.1 | Sectorización..... | 4 |
| 3.2 | Precipitaciones Medias | 9 |
| 3.3 | Coefficiente de Infiltración | 10 |
| 3.4 | Caudal de Explotación Sustentable | 11 |
| 4 | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 17 |



Informe Técnico DARH N° 298

Estimación de la recarga de aguas subterránea y Determinación de los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento en las Islas de la Región de Los Lagos.

SSD N° 14280655

Santiago, 15 de septiembre de 2020

1. ANTECEDENTES

Entre las atribuciones y funciones de la Dirección General de Aguas entregadas por el Código de Aguas, en el artículo 299 letra a) se encuentra la planificación del desarrollo del recurso de las fuentes naturales, con el fin de formular recomendaciones para su aprovechamiento, por lo que la DGA ha permanecido en el estudio continuo de las fuentes de agua a fin de que sean aprovechadas de manera sustentable.

De esta manera, en el norte del país la mayor disponibilidad del recurso hídrico corresponde a aguas subterráneas, por lo que los estudios de este recurso se centran principalmente en la hidrogeología. Hacia el centro y sur del país, dichos estudios se han basado principalmente en la hidrología de las aguas superficiales.

Para dar cumplimiento al Reglamento sobre Normas de Exploración y Explotación de Aguas Subterráneas, Decreto MOP 203 es de 2013, con toma de razón de 2014 artículo 20 c) y d) la Dirección General de Aguas necesita contar con estudios que permitan avanzar en la constitución de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas de manera sustentable.

Tomándose como base metodológica, aquella utilizada en el SDT N° 359, de julio de 2014 denominada "Estimación preliminar de las recargas de aguas subterráneas y determinación de los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común de las regiones del Maule, Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos", dicha metodología, permite generar estudios en aquellos sectores acuíferos que no se encuentren con volúmenes de recarga y que presentan demanda de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas.

2. OJETIVOS

El presente informe busca delimitar y definir los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común en las Islas en la Región de los Lagos donde no existe estudio.

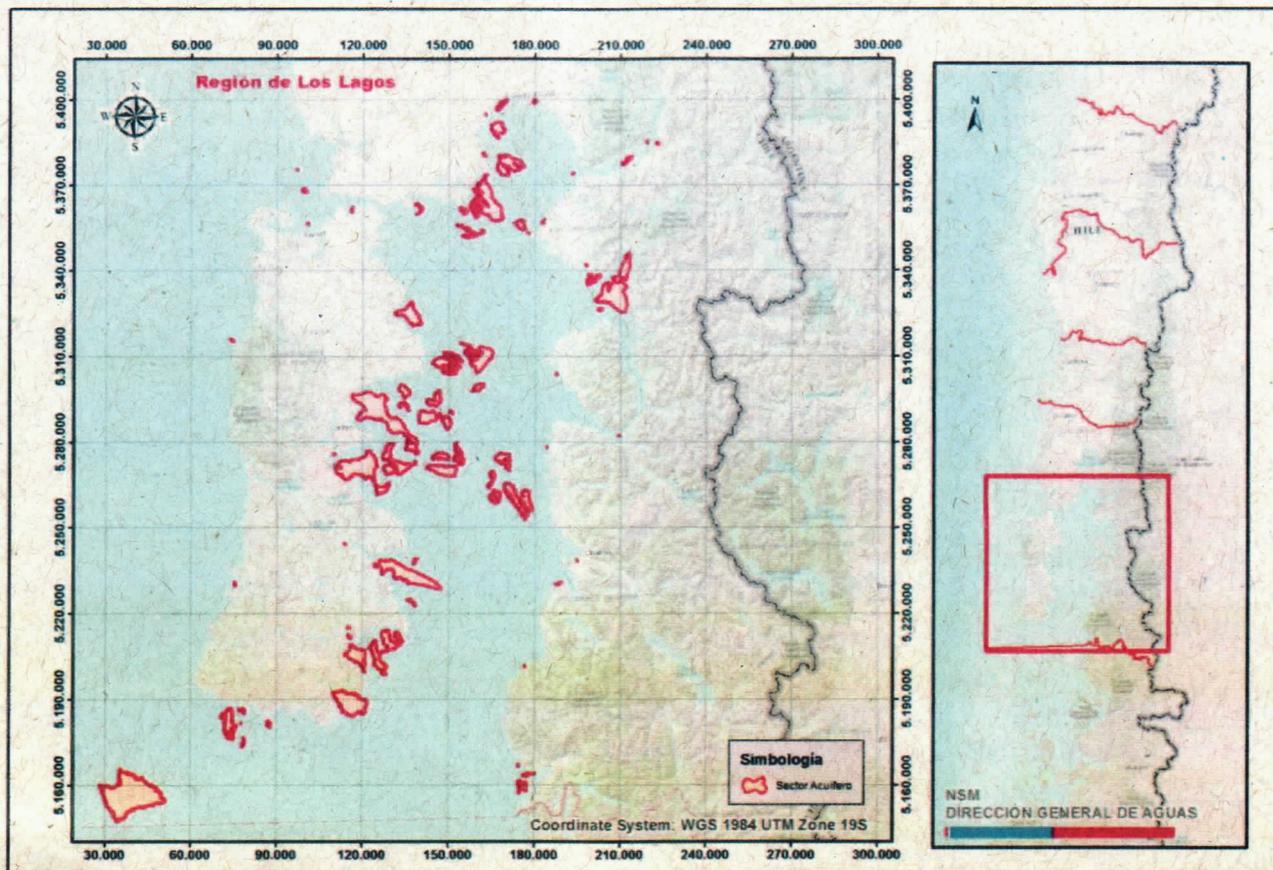
Obtener valores de recarga de los derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas que se encuentran en estos sectores, con el propósito de avanzar sustentablemente en la resolución de las solicitudes de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas.

3.- DISPONIBILIDAD DE RECURSOS SUBTERRÁNEOS.

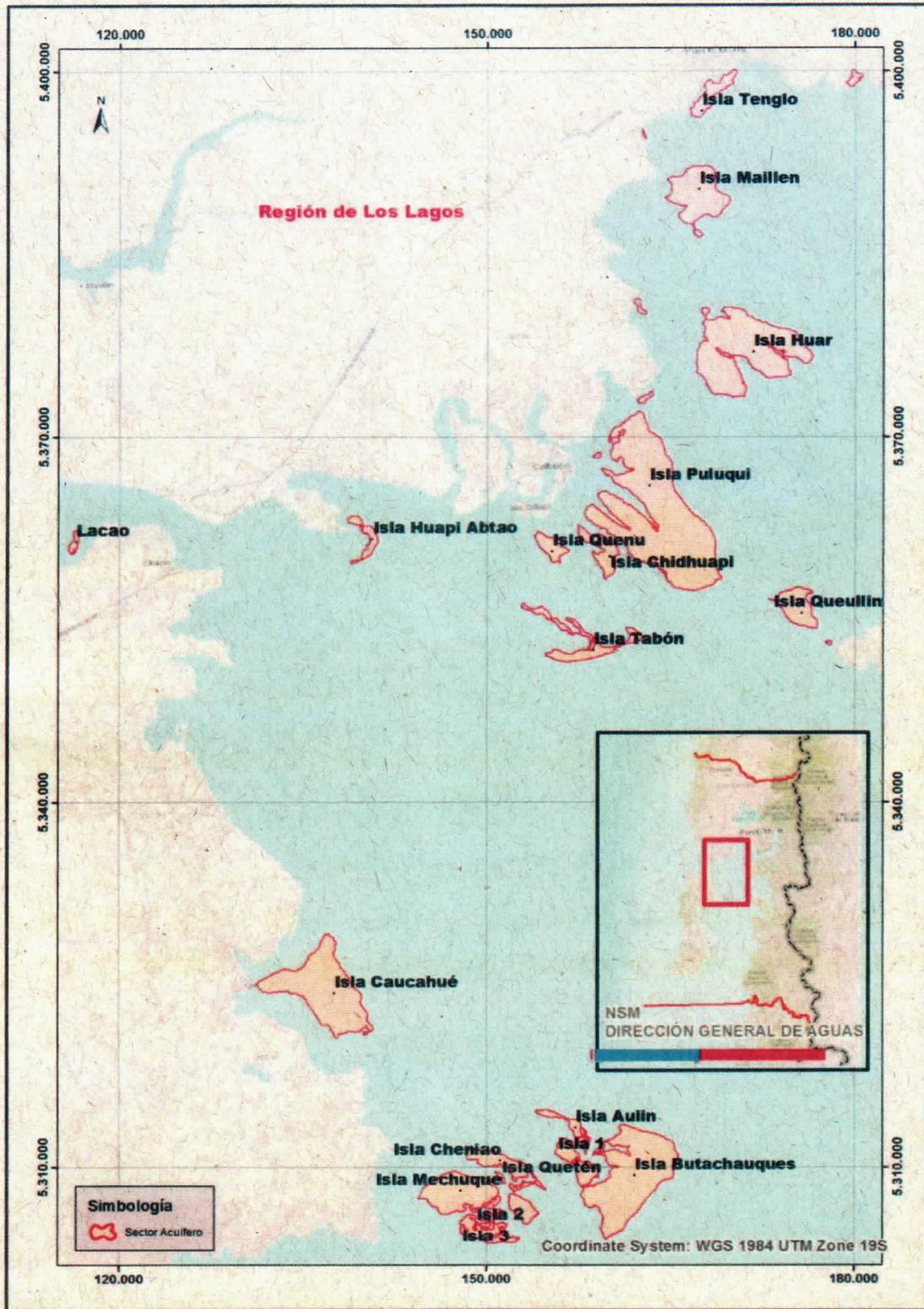
La política de la Dirección General de Aguas en relación con la explotación de las aguas subterráneas debe compatibilizar las exigencias legales, con las características físicas de dicho recurso y que tome en consideración las necesidades y los intereses superiores de la Nación. De acuerdo a lo anterior, la acción de la DGA, debe propender a una explotación sustentable del recurso, que no genere menoscabo al derecho de terceros y que no limite innecesariamente su aprovechamiento, considerando su enorme importancia para el interés nacional.

3.1 Sectorización

La delimitación realizada en los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común de las Islas de la Región de Los Lagos, cuya distribución geográfica se muestra en los mapas N°1, 2, 3, 4 y 5 es la siguiente.

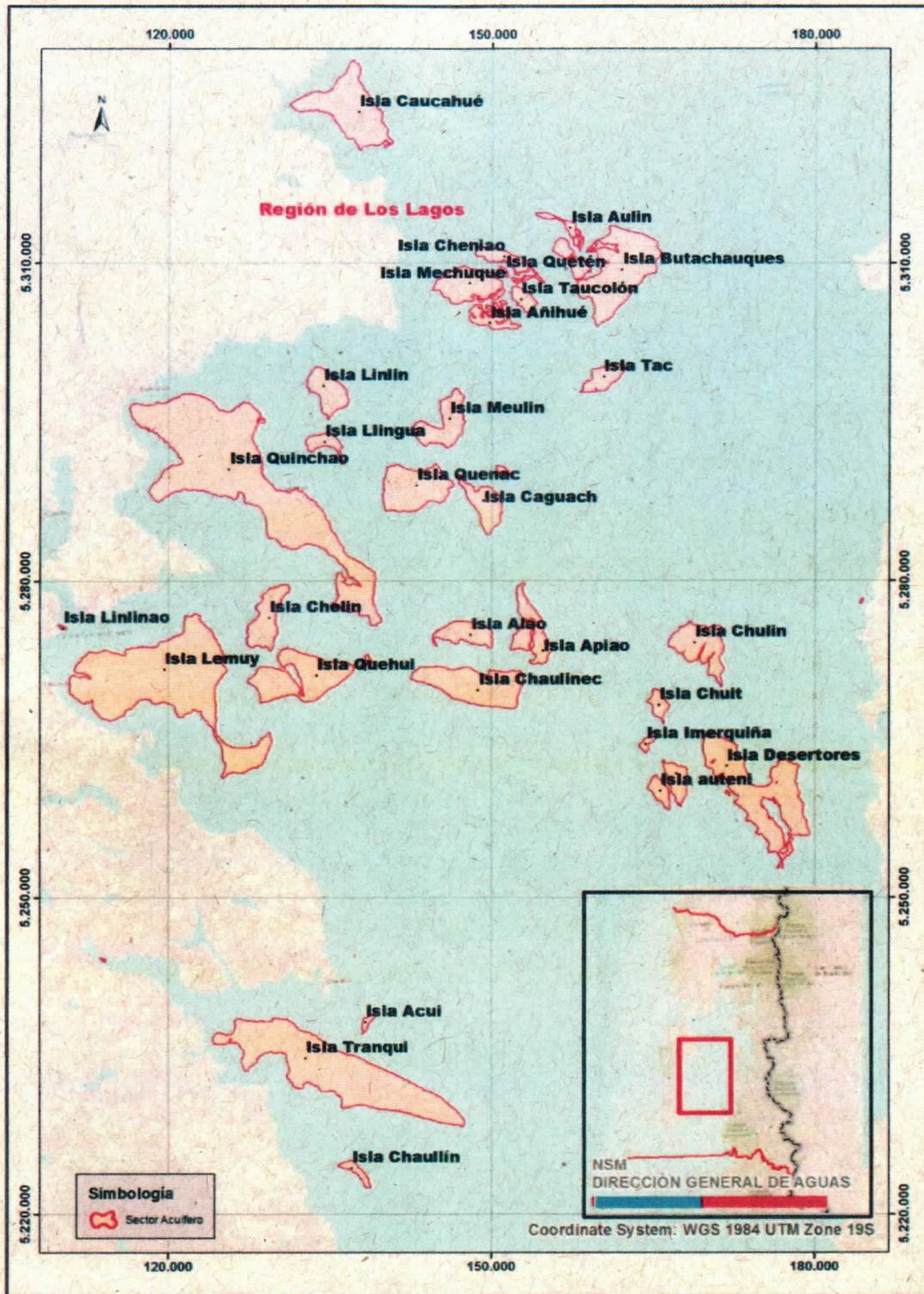


Mapa N°1 Localización geográfica, sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común en las Islas de la Región de Los Lagos.



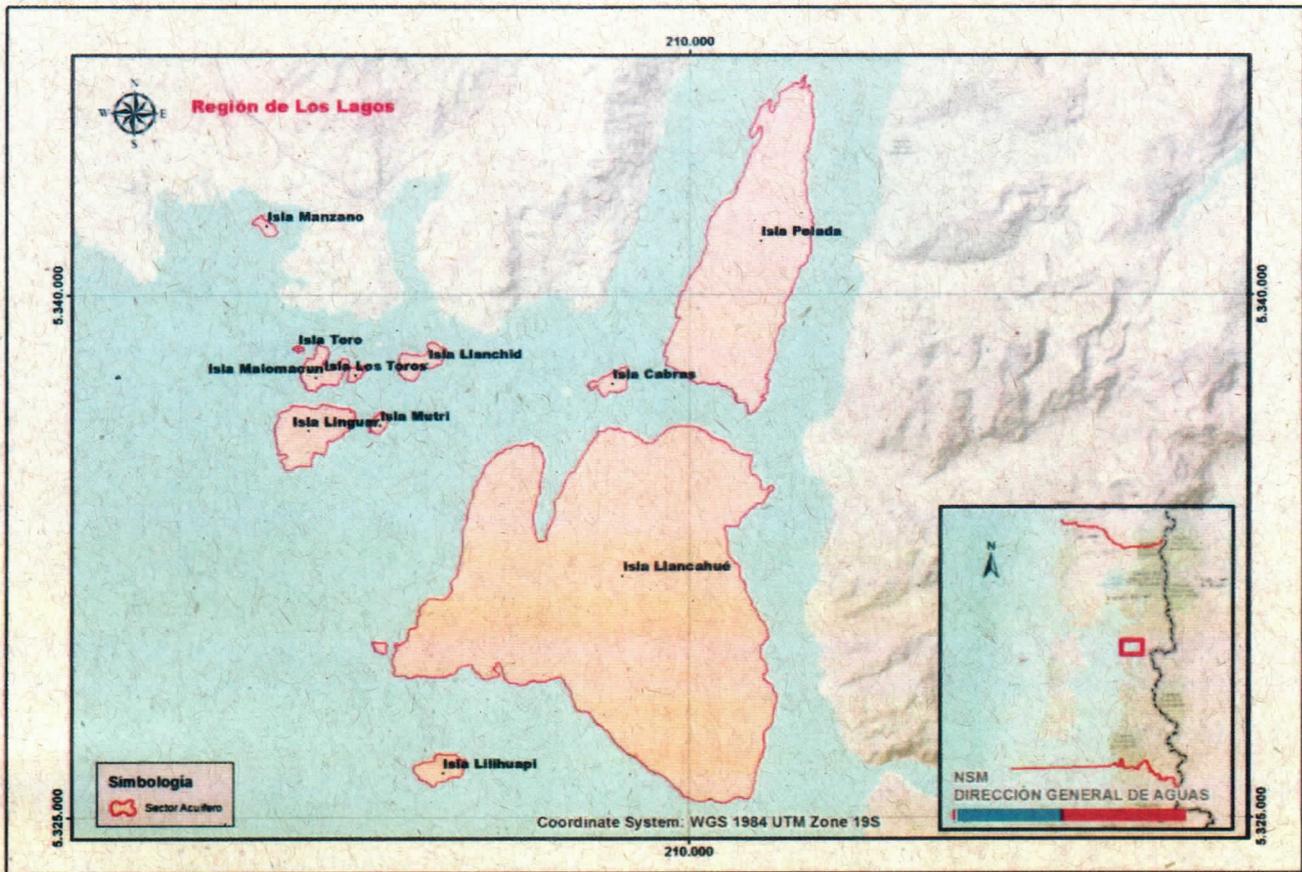
Mapa N°2 Acercamiento. Localización geográfica, sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común en las Islas de la Región de Los Lagos.

Estimación de la recarga de aguas subterráneas y determinación de los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común en las Islas de la Región de Los Lagos. pág. 6

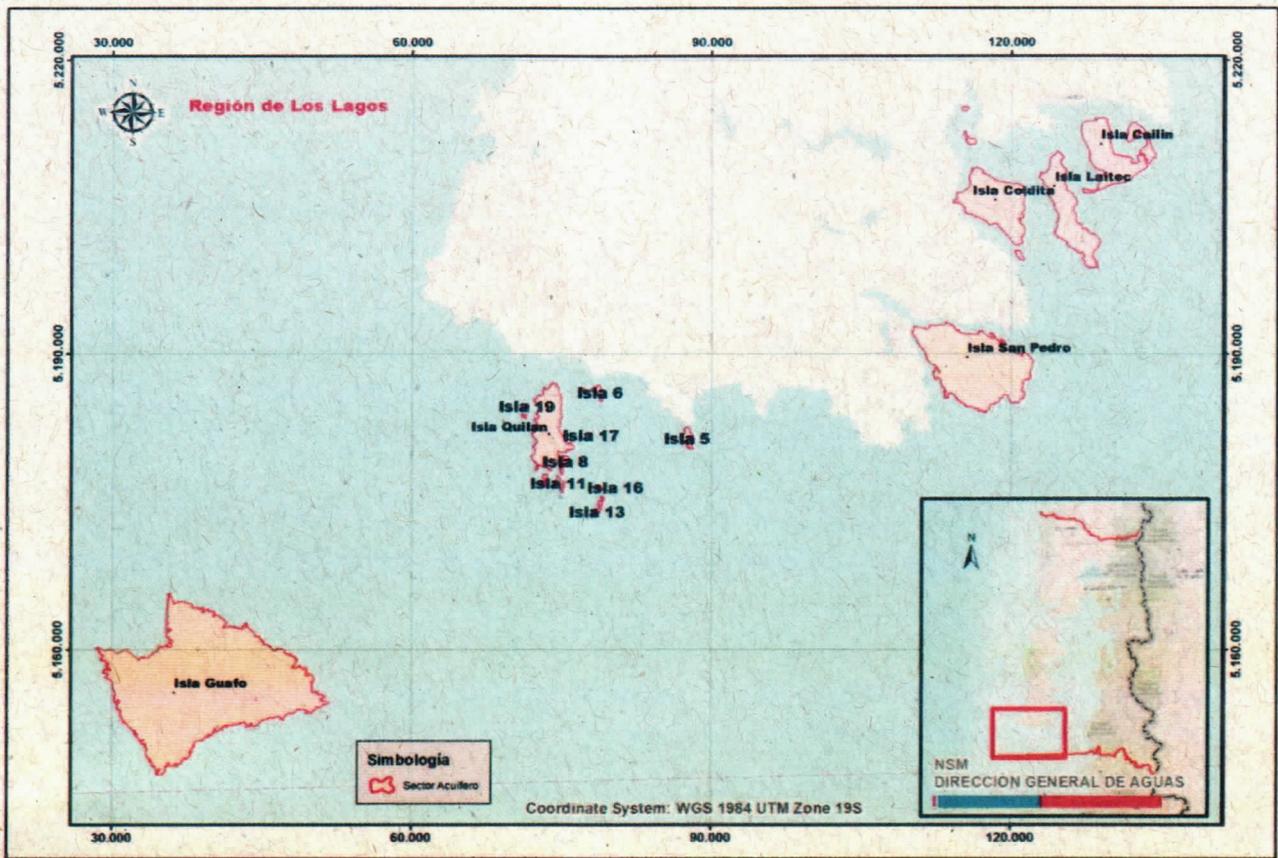


Mapa N°3 Acercamiento. Localización geográfica, sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común en las Islas de la Región de Los Lagos.

Estimación de la recarga de aguas subterráneas y determinación de los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común en las Islas de la Región de Los Lagos. pág. 7



Mapa N°4 Acercamiento. Localización geográfica, sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común en las Islas de la Región de Los Lagos.

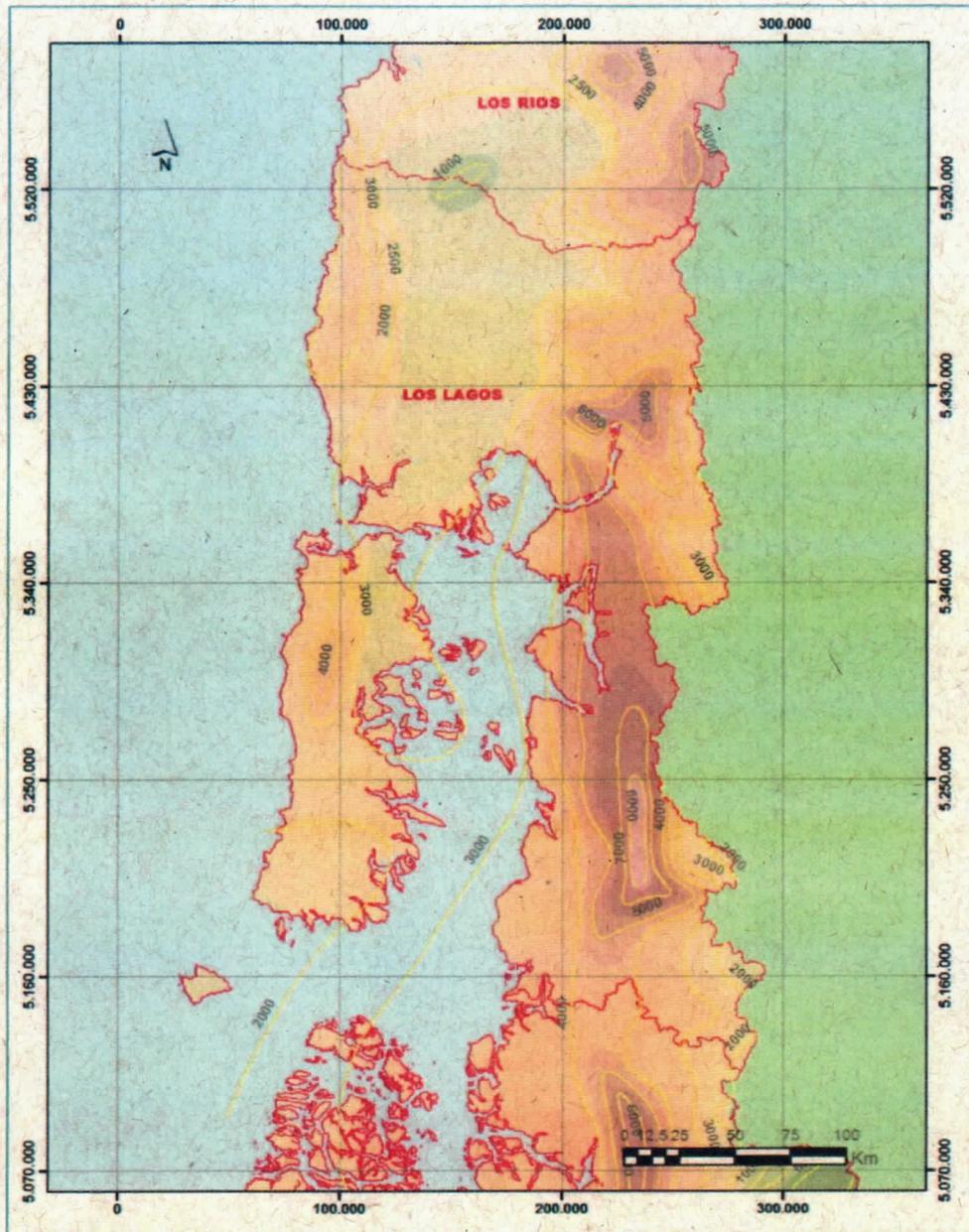


Mapa N°5 Acercamiento. Sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común en las Islas de la Región de Los Lagos.

3.2 Precipitaciones Medias

Para la estimación de las precipitaciones medias se utilizaron los datos obtenidos del Balance Hídrico de Chile, DGA 1987. Por medio de las isoyetas y mediante la extensión Spatial Analyst de ArcGIS 10.1, se realizó la interpolación de dichos datos.

El mapa N°6 muestra la distribución de las isoyetas del Balance Hídrico de Chile, DGA 1987, correspondiente a la región analizada el presente informe.



Mapa N°6 Isoyetas Región de Los Lagos

Estimación de la recarga de aguas subterráneas y determinación de los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común en las Islas de la Región de Los Lagos. pág. 10

3.3 Coeficiente de Infiltración

Los coeficientes de infiltración utilizados en el informe SDT N° 359, de julio de 2014 "Estimación preliminar de las recargas de aguas subterráneas y determinación de los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común de las regiones del Maule, Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos" se diferenciaron en base a las grandes unidades geomorfológicas reconocidas en el país. Para las cuencas localizadas en la depresión intermedia se determinó la utilización de un coeficiente de infiltración del 5%.

El factor de infiltración utilizado en las cuencas del presente informe se detalla en la tabla N°1 siguiente:

| Unidades Geomorfológica | Factor de Infiltración |
|-------------------------|------------------------|
| Depresión Intermedia | 0.05 |

Tabla N° 1 Factor de Infiltración

La expresión de cálculo de recarga es la siguiente:

$$\text{Recarga} = A * Pp * Ci$$

Donde A es el área de la cuenca en m², Pp es la precipitación en m/año y Ci el coeficiente de infiltración que es adimensional, obteniéndose de esta manera la recarga expresada en m³/año.

3.4 Caudal de explotación sustentable.

En general un acuífero, desde el punto de vista de sus recursos hídricos, se puede caracterizar por un volumen almacenado de agua y una recarga renovable en el tiempo. Un acuífero, es simultáneamente un almacenamiento de agua y vía de transporte de la misma. Las reservas de él están constituidas por el volumen de agua que almacena, determinado por el nivel de saturación del terreno. El caudal medio que recorre el acuífero y sale del mismo, procedente de la alimentación externa que recibe, es conocido como la recarga media anual. El origen principal de la recarga suele ser la infiltración de la lluvia, otros posibles aportes son la percolación desde los ríos, la transferencia subterránea de un acuífero contiguo y la infiltración del riego.

En la Región de Los Lagos existen 7 informes técnicos regionales, en los cuales se han determinado las recargas correspondientes a una serie de islas. Los sectores con información de recarga y su informe técnico, se identifican en la tabla N° 2.

| Sector | Informes regionales |
|-------------------|---------------------------------------|
| Isla Caguach | IT N° 140 de 13 de mayo de 2015 |
| Isla Chidhuapi | IT N° 140 de 13 de mayo de 2015 |
| Isla Guar | IT N° 140 de 13 de mayo de 2015 |
| Isla Meulin | IT N° 140 de 13 de mayo de 2015 |
| Isla Puluqui | IT N° 140 de 13 de mayo de 2015 |
| Isla Quenac | IT N° 140 de 13 de mayo de 2015 |
| Isla Queullin | IT N° 140 de 13 de mayo de 2015 |
| Isla Quinchao | IT N° 140 de 13 de mayo de 2015 |
| Isla Quenu | IT N° 140 de 13 de mayo de 2015 |
| Isla Tabón | IT N° 140 de 13 de mayo de 2015 |
| Isla Butachauques | IT N° 846 de 17 de octubre de 2017 |
| Isla Chaulinec | IT N° 928 de 11 diciembre de 2019 |
| Isla Huapi Abtao | IT N° 74 de 22 de marzo de 2019 |
| Isla Lacao | IT N° 1255 de 13 de noviembre de 2018 |
| Isla Lemuy | IT N° 700 de 12 de septiembre de 2017 |
| Isla Maillén | IT N° 1513 de 06 de diciembre de 2016 |

Tabla N° 2 Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento común con Informe Técnico Regional.

En la tabla N°3 siguiente, se indican los valores en términos de área en metros² y las precipitaciones asociadas a cada una de las islas analizadas en este informe, que no poseen un informe técnico regional. Sin embargo, para el caso específico del sector hidrogeológico de aprovechamiento común de Isla Lacao, también se considera pues es actualizada en el presente informe.

| SECTOR | Área m ² | Pp m/año |
|-----------------|---------------------|----------|
| Isla Acui | 957.844 | 2,2 |
| Isla Añihue | 5.270.661 | 2,1 |
| Isla Alao | 8.936.326 | 1,9 |
| Isla Apiao | 12.128.937 | 2,0 |
| Isla Aulin | 2.414.947 | 2,4 |
| Isla auteni | 3.447.456 | 2,3 |
| Isla Cabras | 511.047 | 4,8 |
| Isla Cailin | 26.075.490 | 2,2 |
| Isla Caucahué | 31.757.456 | 2,1 |
| Isla Chaullín | 2.252.463 | 2,3 |
| Isla Chelín | 12.322.579 | 1,8 |
| Isla Cheniao | 6.586.502 | 2,2 |
| Isla Chuit | 3.185.668 | 2,2 |
| Isla Chulin | 16.130.643 | 2,4 |
| Isla Coldita | 29.755.915 | 2,0 |
| Isla Desertores | 44.208.006 | 2,7 |
| Isla Guafo | 200.209.794 | 1,7 |
| Isla Imelev | 445.156 | 1,9 |
| Isla Imerquiña | 1.350.591 | 2,2 |
| Isla Lacao | 831.608 | 1,85 |
| Isla Laitec | 24.188.678 | 2,1 |
| Isla Lilihuapi | 870.988 | 4,5 |
| Isla Linguar | 2.757.328 | 4,1 |
| Isla Linlinao | 176.618 | 1,9 |
| Isla Linlín | 10.236.815 | 1,8 |
| Isla Llancahué | 70.625.348 | 4,8 |
| Isla Llanchid | 764.843 | 4,3 |
| Isla Llingua | 3.821.263 | 1,8 |
| Isla Los Toros | 169.784 | 4,2 |
| Isla Malomacun | 931.790 | 4,1 |
| Isla Manzano | 211.210 | 4,0 |
| Isla Mechuque | 15.554.412 | 2,1 |

| | | |
|----------------|------------|-----|
| Isla Mutri | 223.413 | 4,2 |
| Isla Nayahué | 5.479.956 | 2,4 |
| Isla Pelada | 21.004.437 | 5,0 |
| Isla Quehui | 27.780.322 | 1,9 |
| Isla Quetén | 309.081 | 2,2 |
| Isla Quilan | 20.520.500 | 1,8 |
| Isla Quilque | 548.590 | 2,1 |
| Isla San Pedro | 64.515.652 | 2,2 |
| Isla Tac | 6.294.458 | 2,3 |
| Isla Taucolon | 3.290.633 | 2,2 |
| Isla Tenglo | 4.682.932 | 1,9 |
| Isla Teuquelin | 696.606 | 2,0 |
| Isla Toro | 33.504 | 4,1 |
| Isla Tranqui | 79.531.858 | 2,2 |
| Isla 1 | 378.052 | 2,4 |
| Isla 2 | 274.672 | 2,2 |
| Isla 3 | 256.936 | 2,1 |
| Isla 4 | 1.568.244 | 2,0 |
| Isla 5 | 1.679.113 | 1,9 |
| Isla 6 | 929.544 | 1,9 |
| Isla 7 | 110.103 | 1,8 |
| Isla 8 | 512.790 | 1,9 |
| Isla 9 | 166.878 | 1,9 |
| Isla 10 | 282.683 | 1,9 |
| Isla 11 | 381.997 | 1,9 |
| Isla 12 | 340.460 | 1,9 |
| Isla 13 | 436.682 | 1,9 |
| Isla 14 | 190.926 | 1,9 |
| Isla 15 | 91.282 | 1,9 |
| Isla 16 | 104.624 | 1,9 |
| Isla 17 | 85.247 | 1,9 |
| Isla 18 | 118.125 | 1,8 |
| Isla 19 | 137.535 | 1,8 |
| Isla 20 | 3.201.978 | 5,1 |

Tabla N° 3 Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento común sin Informe Técnico Regional, Área en metros² y Precipitaciones m/año.

A continuación se procede a indicar la recarga determinada mediante los informes técnicos regionales identificados precedentemente, en la tabla N° 3 siguiente, se incluye también, la determinación del caudal de explotación sustentable para los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común en las Islas de la Región de Los Lagos, que no han sido estudiadas.

El referido caudal, da respaldo físico a los derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas a otorgar, no genera afección a derechos de terceros y no produce impactos no deseados a la fuente, en este caso acuífero, y al medioambiente.

Realizado el análisis de los parámetros involucrados (área, precipitación y coeficiente de infiltración) se determinó la recarga media anual ($m^3/año$) para cada sector y se muestra a continuación.

| | SECTOR | $m^3/año$ |
|----|-------------------|------------|
| 1 | Isla Acui | 105.218 |
| 2 | Isla Añihue | 555.717 |
| 3 | Isla Alao | 850.072 |
| 4 | Isla Apiao | 1.194.258 |
| 5 | Isla Aulin | 289.637 |
| 6 | Isla auteni | 401.253 |
| 7 | Isla Butachauques | 5.525.000 |
| 8 | Isla Cabras | 121.744 |
| 9 | Isla Caguach | 943.093 |
| 10 | Isla Cailin | 2.815.345 |
| 11 | Isla Caucahué | 3.270.399 |
| 12 | Isla Chaulinec | 2.620.000 |
| 13 | Isla Chaullín | 254.666 |
| 14 | Isla Chelín | 1.099.735 |
| 15 | Isla Cheniao | 726.294 |
| 16 | Isla Chidhuapi | 613.200 |
| 17 | Isla Chuit | 357.752 |
| 18 | Isla Chulin | 1.907.497 |
| 19 | Isla Coldita | 2.949.109 |
| 20 | Isla Desertores | 5.866.447 |
| 21 | Isla Guafo | 16.752.154 |
| 22 | Isla Guar | 4.745.718 |
| 23 | Isla Huapi Abtao | 320.000 |
| 24 | Isla Imelev | 41.387 |
| 25 | Isla Imerquiña | 151.596 |
| 26 | Isla Lacao | 76.990 |

| | | |
|----|----------------|------------|
| 27 | Isla Laitec | 2.548.035 |
| 28 | Isla Lemuy | 9.470.000 |
| 29 | Isla Lilihuapi | 194.947 |
| 30 | Isla Linguar | 566.763 |
| 31 | Isla Linlinao | 16.981 |
| 32 | Isla Linlín | 918.621 |
| 33 | Isla Llancahué | 16.935.817 |
| 34 | Isla Llanchid | 165.673 |
| 35 | Isla Llingua | 335.474 |
| 36 | Isla Los Toros | 35.546 |
| 37 | Isla Maillén | 1.490.000 |
| 38 | Isla Malomacun | 191.903 |
| 39 | Isla Manzano | 42.263 |
| 40 | Isla Mechuque | 1.636.355 |
| 41 | Isla Meulin | 1.248.758 |
| 42 | Isla Mutri | 47.451 |
| 43 | Isla Nayahué | 646.273 |
| 44 | Isla Pelada | 5.267.010 |
| 45 | Isla Puluqui | 8.588.932 |
| 46 | Isla Quehui | 2.591.293 |
| 47 | Isla Quenac | 2.087.190 |
| 48 | Isla Quenu | 283.791 |
| 49 | Isla Quetén | 33.821 |
| 50 | Isla Queullin | 1.018.903 |
| 51 | Isla Quilan | 1.889.928 |
| 52 | Isla Quilque | 58.348 |
| 53 | Isla Quinchao | 12.664.752 |
| 54 | Isla San Pedro | 6.972.884 |
| 55 | Isla Tabón | 886.545 |
| 56 | Isla Tac | 728.398 |
| 57 | Isla Taucolon | 362.063 |
| 58 | Isla Tenglo | 436.484 |
| 59 | Isla Teuquelín | 69.610 |
| 60 | Isla Toro | 6.824 |
| 61 | Isla Tranqui | 8.748.186 |
| 62 | Isla 1 | 45.659 |
| 63 | Isla 2 | 29.528 |
| 64 | Isla 3 | 27.185 |
| 65 | Isla 4 | 157.257 |
| 66 | Isla 5 | 159.773 |
| 67 | Isla 6 | 86.088 |

| | | |
|----|---------|---------|
| 68 | Isla 7 | 10.173 |
| 69 | Isla 8 | 47.576 |
| 70 | Isla 9 | 15.491 |
| 71 | Isla 10 | 26.340 |
| 72 | Isla 11 | 35.503 |
| 73 | Isla 12 | 31.530 |
| 74 | Isla 13 | 41.363 |
| 75 | Isla 14 | 18.058 |
| 76 | Isla 15 | 8.632 |
| 77 | Isla 16 | 9.853 |
| 78 | Isla 17 | 7.920 |
| 79 | Isla 18 | 10.812 |
| 80 | Isla 19 | 12.588 |
| 81 | Isla 20 | 820.942 |

Tabla N°4 Recarga en Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento común, correspondientes a las islas de la región de Los Lagos.

4.- Conclusiones y Recomendaciones

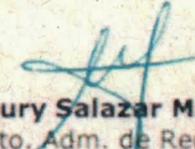
En el presente informe se ha desarrollado un balance hídrico, que permite establecer de forma conservadora la recarga sustentable de explotación de los sectores acuíferos individualizados, con el fin de determinar la posibilidad de avanzar en la resolución de nuevos derechos de aprovechamiento de agua subterránea.

En este sentido, este trabajo ha permitido incluir la mayoría de los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común individualizados como las islas en la Región de Los Lagos.

Cabe señalar, que en la medida que se disponga de mayores estudios en las zonas analizadas, la disponibilidad calculada en el presente informe podría cambiar y ser actualizada con cargo a los nuevos antecedentes técnicos.



CFF/AUS/NSM/nsm
SSD N°:


Nury Salazar Martínez
Depto. Adm. de Rec. Hídricos
Dirección General de Aguas