



TECNOAMBIENTAL
•INGENIERÍA Y CONSULTORÍA•

CONSULTORÍA:

”MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA”

CONTRATANTE:	PARACEL S.A.
DEPARTAMENTO:	CONCEPCIÓN Y AMAMBAY
DISTRITOS:	CONCEPCIÓN, SGTO. JOSÉ FÉLIX LÓPEZ, LORETO Y BELLA VISTA
CONSULTOR:	TECNOAMBIENTAL S.R.L.
CÓDIGO CTCA:	E-133

JULIO 2022

TABLA DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN.....	7
II. METODOLOGÍA	9
2.1 Generalidades sobre el área de estudio.	9
2.1.1 Aguas superficiales	9
2.1.2. Aguas subterráneas	9
2.2 Ubicación de los puntos de monitoreo.....	10
2.3 Parámetros determinados según tipo de muestra	13
2.4. Procedimientos durante la toma de muestra	16
2.4.1 Aguas superficiales (FW)	16
2.4.2 Aguas subterráneas (GW)	16
2.4.3 Frascos y preservantes según tipo de muestra	16
2.5 Métodos analíticos aplicados.....	17
2.6 Control de la calidad de los datos	22
2.7 Modelos de interpretación de datos	23
III. RESULTADOS AGUAS SUPERFICIALES.....	26
3.1. Análisis del punto FW 104-ZA	26
3.1.2 Análisis del punto FW 201-ST	27
3.1.3 Análisis del punto FW 320-ST	28
3.1.4 Análisis del punto FW 315-HE	29
3.1.5 Análisis del punto FW 304-HE	30
3.1.6 Análisis del punto FW 100-GASL.....	32
3.1.7 Análisis del punto FW 200-SLTR	33
3.1.8 Análisis del punto FW 208-TR.....	34
3.1.9 Análisis del punto FW 205-TR.....	36
3.1.10 Análisis del punto FW 109-MYRZ.....	37
3.1.11 Análisis del punto FW 317-RZ.....	38
3.1.12 Análisis del punto FW 110-LB	39
3.1.13 Análisis del punto FW 111-LB	40
3.1.14 Análisis del punto FW 316-CR	41
3.1.15 Análisis del punto FW 210-ZM.....	43
3.1.16 Análisis del punto FW 212-MC	44
3.1.17. Análisis del punto FW 318-VS.....	45
3.1.18 Análisis del punto FW 319-SO	47
3.2.19 Análisis del punto FW 01-PY.....	48
3.1.20 Análisis del punto FW 02-PY.....	50
3.1.21. Análisis del punto FW 03-PY.....	51
IV. AGUAS SUBTERRÁNEAS	52
4.1.1 Análisis del punto GW 18-ZA.....	52
4.1.2. Análisis del punto GW 20-ST	53
4.1.3 Análisis del punto GW 19-HE.....	54
4.1.4 Análisis del punto GW 23-SL	55
4.1.5 Análisis del punto GW 25 PLALO HAYA.....	56
3.3.6 Análisis del punto GW 16-GA	57
3.3.7 Análisis del punto GW 24 BELEN	58
3.3.8 Análisis del punto GW 11 MICHEL	59

3.3.9. Análisis del punto GW 10-TR	60
4.1.10 Análisis del punto GW 13 SAN JUAN	61
4.1.11 Análisis del punto GW 22-SILVA	62
4.1.12 Análisis del punto GW 12-LAGUNA	63
4.1.13 Presencia de Carbonatos en aguas subterráneas	64
4.1.14 Análisis del punto GW 15-SO.....	65
3.4.15 Análisis del punto GW 17-LP	66
3.3.16 Análisis del punto GW 21-MC.....	67
3.3.17. Análisis del punto GW 01	69
4.1.18. Análisis del punto GW 02	70
4.1.19 Análisis del punto GW 03	71
3.3.20 Análisis del punto GW 04	72
3.3.21 Análisis del punto GW 05	73
3.3.22 Análisis del punto GW 06	74
4.1.23 Análisis del punto GW 07	75

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Evaluación del punto de monitoreo FW 104-ZA.....	26
Figura 2. Evaluación del punto de monitoreo FW 201-ST.....	27
Figura 3. Evaluación del punto de monitoreo FW 320-ST.....	28
Figura 4. Evaluación del punto FW 315-HE.....	29
Figura 5. Evaluación del punto de monitoreo FW 304-HE.....	30
Figura 6. Evaluación del punto de monitoreo FW 100-GASL.....	32
Figura 7. Evaluación del punto de monitoreo FW 200 SLTR.....	33
Figura 8. Evaluación del punto de monitoreo FW 208-TR.....	34
Figura 9. Evaluación del punto de monitoreo FW 205-TR.....	36
Figura 10. Evaluación del punto de monitoreo FW 109-MYRZ.....	37
Figura 11. Evaluación del punto de monitoreo FW 317-RZ.....	38
Figura 12. Evaluación del punto de monitoreo FW 110-LB.....	39
Figura 13. Evaluación del punto de monitoreo FW 111-LB.....	40
Figura 14. Evaluación del punto de monitoreo FW 316-CR.....	41
Figura 15. Evaluación del punto de monitoreo FW 210-ZM.....	43
Figura 16. Evaluación del punto de monitoreo FW 212-MC.....	44
Figura 17. Evidencias fotográficas de punto FW 318-VS.....	45
Figura 18. Evaluación del punto de monitoreo FW 319-SO.....	47
Figura 19. Evaluación del punto de monitoreo FW 01-PY.....	48
Figura 20. Evaluación del punto de monitoreo FW 02-PY.....	50
Figura 21. Evaluación del punto de monitoreo FW 03-PY.....	51
Figura 22. Evaluación del punto de monitoreo GW 18-ZA.....	52
Figura 23. Evaluación del punto de monitoreo GW 20-ST.....	53
Figura 24. Evaluación del punto de monitoreo GW 19-HE.....	54
Figura 25. Evaluación del punto de monitoreo GW 23-SL.....	55
Figura 26. Evaluación del punto de monitoreo GW 25-PALO HAYA.....	56
Figura 27. Evaluación del punto de monitoreo GW 16-GA.....	57
Figura 28. Evaluación del punto de monitoreo GW 24-BELEN.....	58
Figura 29. Evaluación del punto de monitoreo GW 11-MICEL.....	59
Figura 30. Evaluación del punto de monitoreo GW 10-TR.....	60
Figura 31. Evaluación del punto de monitoreo GW 13-SAN JUAN.....	62
Figura 32. Evaluación del punto de monitoreo GW 22-SILVA.....	63
Figura 33. Evaluación del punto de monitoreo GW 12-Laguna.....	64
Figura 34. Evaluación del punto de monitoreo GW 14-ZM.....	65
Figura 35. Evaluación del punto de monitoreo GW 15-SO.....	66
Figura 36. Evaluación del punto de monitoreo GW 17-LP.....	67
Figura 37. Evaluación del punto FW 21-MC.....	68
Figura 38. Evaluación del punto de monitoreo GW 01.....	69
Figura 39. Evaluación del punto de monitoreo GW 02.....	70
Figura 40. Evaluación del punto de monitoreo GW 03.....	71
Figura 41. Evaluación del punto GW 04.....	72
Figura 42. Evaluación de punto GW 05.....	73
Figura 43. Evaluación del punto de monitoreo GW 06.....	74
Figura 44. Evaluación del punto de monitoreo GW 07.....	75

LISTA DE CUADROS

CUADRO 1. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 – FW 104-ZA	26
CUADRO 2. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 – FW 201-ST	27
CUADRO 3. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 FW 320-ST	28
CUADRO 4. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 FW 315-HE.....	29
CUADRO 5. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 – FW 304-HE.....	30
CUADRO 6. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 – FW 100-GASL	32
CUADRO 7. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 - FW 200-SLTR	33
CUADRO 8. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 – FW 208-TR	34
CUADRO 9. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 – FW 205-TR	36
CUADRO 10. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 – FW 109-MYZ	37
CUADRO 11. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 – FW 317-RZ	38
CUADRO 12. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 FW 110-LB	39
CUADRO 13. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 – FW 111-LB	40
CUADRO 14. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 – FW 316-CR.....	41
CUADRO 15. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 FW 210-ZM.....	43
CUADRO 16. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 – FW 212-MC.....	44
CUADRO 17. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 – FW 212-MC.....	45
CUADRO 18. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 – FW 319-SO.....	47
CUADRO 19. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 – FW 01-PY	48
CUADRO 20. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 FW 02-PY	50
CUADRO 21. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 – FW 03-PY	51
CUADRO 22. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2020 Y LA NP 24 001 80 - GW 18-ZA	52
CUADRO 23. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2000 Y LA NP 24 001 80 GW 20-ST.....	53
CUADRO 24. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2020 Y LA NP 24 001 80 - GW 19-HE	54
CUADRO 25. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2000 Y LA NP 24 001 80 – GW 23-SL	55
CUADRO 26. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2020 Y LA NP 24 001 80 GW 25 PLALO HAYA	56
CUADRO 27. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2020 Y LA NP 24 001 80 – GW 16-GA.....	57
CUADRO 28. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2020 Y LA NP 24 001 80 – GW 24-BELEN.....	59
CUADRO 29. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2020 Y LA NP 24 001 80 GW 11-MICHEL	60
CUADRO 30. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2020 Y LA NP 24 001 80 – GW 10-TR.....	61
CUADRO 31. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2000 Y LA NP 24 001 80 GW 13-SAN JUAN.....	62
CUADRO 32. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2020 Y LA NP 24 001 80 – GW 22-SILVA.....	63
CUADRO 33. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2020 Y LA NP 24 001 80 - GW 12-LAGUNA.....	64
CUADRO 34. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2020 Y LA NP 24 001 80 GW 14-ZM	65
CUADRO 35. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2020 Y LA NP 24 001 80 GW 15-SO	66
CUADRO 36. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2020 Y LA NP 24 001 80 GW 17-LP	67
CUADRO 37. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2000 Y LA NP 24 001 80 GW 21-MC	68
CUADRO 38. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2020 Y LA NP 24 001 80 – GW 01.....	69
CUADRO 39. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2020 Y LA NP 24 001 80 – GW 02.....	70
CUADRO 40. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2020 Y LA NP 24 001 80 – GW 03.....	71
CUADRO 41. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2000 Y LA NP 24 001 80 GW 04.....	72
CUADRO 42. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2020 Y LA NP 24 001 80	73
CUADRO 43. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2020 Y LA NP 24 001 80 - GW 06	75
CUADRO 44. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2020 Y LA NP 24 001 80 – GW 07.....	76

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. PUNTOS DE MONITOREO DE AGUAS SUPERFICIALES	10
TABLA 2. PUNTOS DE MONITOREO DEL RÍO PARAGUAY	11
TABLA 3. PUNTOS DE MONITOREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS	11
TABLA 4. PARÁMETROS PARA AGUAS SUPERFICIALES.....	13
TABLA 5. PARÁMETROS PARA AGUAS SUBTERRÁNEAS	13
TABLA 6. PARÁMETROS PARA EL RÍO PARAGUAY.....	14
TABLA 7. FRASCOS Y PRESERVANTES POR CADA TIPO DE MUESTRA	16
TABLA 8. MÉTODOS PARA PARÁMETROS HIDROBIOLÓGICOS-BACTERIOLÓGICOS	17
TABLA 9. MÉTODOS APLICADOS A PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS	19
TABLA 10. MÉTODOS APLICADOS PARA DETERMINACIÓN DE AGROQUÍMICOS	22

I. INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al Informe De Temporada de Lluvias 2022 realizado en el marco del “Monitoreo de calidad de agua subterránea y superficial” cuyos términos de referencia fueron definidos por la empresa contratante PARACEL S.A. La mencionada firma se encuentra a cargo del proyecto “Construcción y operación de una planta para la fabricación de pasta de celulosa BKP sobre el Río Paraguay”, la cual se desarrolla aproximadamente a 15 km al Norte de la ciudad de Concepción.

Así mismo, este reporte responde a los requerimientos ambientales de la Corporación Financiera Internacional (IFC), entidad financiadora, la cual exige la elaboración de una Línea de Base con la finalidad de establecer las condiciones ambientales previas a la implementación del proyecto y que, posteriormente serán de utilidad para monitorear potenciales cambios resultantes de la implementación del mismo.

El propósito de esta consultoría es establecer la Línea Base de la calidad de agua, superficial y subterránea, existente actualmente en el área directamente afectada por el proyecto (ADA) y en su área de influencia indirecta (AII), antes de que ocurran las conversiones a Zona Industrial y Plantaciones Forestales respectivamente (*background*).

A continuación, se mencionan los objetivos principales del monitoreo:

- Muestreo y análisis de calidad de agua del Río Paraguay en 3 puntos localizados en el ADA de la futura Planta Industrial, antes y después del punto de descarga del efluente tratado de la fábrica que estará ubicada a 20km aguas arriba del puerto de la ciudad de Concepción.
- Medición del nivel freático, muestreo y análisis de calidad del agua subterránea de 6 pozos de monitoreo existentes en el ADA de la futura fábrica de pasta de celulosa BKP.
- Muestreo y análisis de calidad de agua superficial en puntos de monitoreo sobre arroyos y ríos que discurren por la denominada Zona de Estancias de los Departamentos de Concepción y parte noroeste de Amambay.
- Muestreo, análisis y, en los casos que sea técnicamente viable, medición del nivel freático de 16 pozos artesianos distribuidos en la Zona de Estancias de los Departamentos de Concepción y Amambay.
- Muestreo, análisis y, en los casos que sea técnicamente viable, medición del nivel freático de pozos de monitoreo en la zona del ADA.

Los muestreos son realizados en dos campañas que abarcan la temporada seca y lluviosa, los resultados presentados en este informe corresponde al comparativo entre todas las campañas realizadas desde la temporada de lluvias 2021 hasta la temporada de lluvias 2022.

Las coordenadas de los puntos de monitoreo fueron proveídas por la firma PARACEL S.A., y corresponden a sitios de interés en donde a corto plazo ocurrirán los cambios de los usos del suelo; principalmente se darán las transformaciones de pastizales destinados a ganadería convertidos a Zona Industrial o Plantaciones Forestales, según sea el caso.

Los análisis fueron realizados en un laboratorio certificado, el Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas (CEMIT) de la Universidad Nacional de Asunción (UNA), el cual se encuentra acreditado por El Organismo Nacional de Acreditación (ONA), dependiente del CONACYT; De igual manera, para la toma de muestras fueron utilizados los equipos calibrados y procedimientos estandarizados del CEMIT.

II. METODOLOGÍA

2.1 Generalidades sobre el área de estudio.

Este apartado expone algunos datos mencionados en el estudio de impacto ambiental de la fábrica de celulosa, el cual fue elaborado por la consultora POYRY en el año 2020, y pretende establecer el contexto hidrológico e hidrogeológico en el cual fue desarrollado el monitoreo.

El proyecto se ubica 15 Km al norte la ciudad de Concepción, por lo cual, las aguas superficiales y subterráneas que fueron monitoreadas corresponden a la Cuenca del Río Aquidabán. El área de influencia indirecta del proyecto abarca también la Cuenca del Río Pilcomayo, sin embargo, para los fines de este reporte se considerará únicamente el primero.

Esta cuenca tiene una superficie aproximada de 1254,812 ha y desemboca en el Río Paraguay al norte de Concepción. Sus principales afluentes son los Ríos Trementina y Negla y se caracteriza por su relativamente alta concentración de sólidos totales y disueltos, dependiendo de la época de colecta, además de la presencia de significativos tenores de nutrientes.

2.1.1 Aguas superficiales

La fábrica se ubica en la subcuenca del Medio y Bajo Paraguay, la cual forma parte de las unidades hidrográficas mencionadas anteriormente.

En el área de influencia directa de la fábrica de celulosa se encuentran puntualmente el Río Paraguay, del cual se pretende captar agua cruda y es el principal cuerpo de agua superficial que recibirá las aguas residuales tratadas y generadas por el proyecto, en un tramo de aproximadamente 1 km, a través de un emisario subacuático.

La dispersión de los efluentes tratados en el Río Paraguay se prevé ocurra muy cerca del punto de lanzamiento (entre 0,37 y 0,42 m), ubicándose aguas arriba de la captación de agua para la fábrica.

Por otro lado, se destaca que el afluente más importante del Río Paraguay en este sitio constituye el Río Arroyo Seco, cuya desembocadura ocurre aguas abajo del punto de captación de agua de la fábrica de celulosa.

En el área de influencia indirecta se localiza el sitio Ramsar Tinfunqué, el cual se ubica a 235 km de la fábrica. Asimismo, el sitio Ramsar Estero Milagro se halla a 35 km pero fuera del área de influencia indirecta.

Desde el punto de vista de hidrográfico, los cursos hídricos más importantes para el presente estudio son: el arroyo Trementina, arroyo Napegue, arroyo Negla, arroyo Hermosa, arroyo Pitanohega, Río Aquidabán y Río Paraguay.

2.1.2. Aguas subterráneas

En cuanto a las características hidrogeológicas del sitio, el área de influencia directa de la fábrica se ubica en el Sistema Acuífero Aquidauana-Aquidabán.

Este sistema está localizado en la cuenca del Río Paraná abarcando un área aproximada de 27.000 km², de los cuales 12.300 km² están en el Paraguay y los restantes en territorio brasileiro. El mismo es utilizado principalmente en el abastecimiento humano y animal en ambos países.

El acuífero es de tipo semiconfinado, se encuentra constituido por sedimentos glácio-marinos con intensas variaciones de facies y presenta caudales muy dispersos con valores medios oscilando entre 10-20 m³/h/pozo.

Desde el punto de vista químico presenta aguas con características muy variables.

2.2 Ubicación de los puntos de monitoreo

2.2.1 Puntos de monitoreo de aguas superficiales y Río Paraguay

TABLA 1. PUNTOS DE MONITOREO DE AGUAS SUPERFICIALES			
	CÓDIGO DE MUESTRA	COORDENADAS UTM	FRECUENCIA
1	FW 104 ZA	21K 546639,23 m E 7513553,82 m S	Dos campañas al año: -Temporada de lluvia -Temporada seca
2	FW 201 ST	21K 543911.54 m E 7497910.60 m S	Dos campañas al año: -Temporada de lluvia -Temporada seca
3	FW 320 ST	21 K 532363.00 m E 7494808.00 m S	Dos campañas al año: -Temporada de lluvia -Temporada seca
4	FW 315 HE	21K 515424,99 m E 7523026,00 m S	Dos campañas al año: -Temporada de lluvia -Temporada seca
5	FW 304 HE	21K 506172,99 m E 7509505,00 m S	Dos campañas al año: -Temporada de lluvia -Temporada seca
6	FW 100 GASL	21K 510205.03 m E 7497780.65 m S	Dos campañas al año: -Temporada de lluvia -Temporada seca
7	FW 200 SL	21K 519072.00 m E 7494784.00 m S	Dos campañas al año: -Temporada de lluvia -Temporada seca
8	FW 208 TR	21K 514416.00 m E 7485700.00 m S	Dos campañas al año: -Temporada de lluvia -Temporada seca
9	FW 205-TR	21K 516574.00 m E 7482061.00 m S	Dos campañas al año: -Temporada de lluvia -Temporada seca
10	FW 109 MYRZ	21K 508110.00 m E 7475784.00 m S	Dos campañas al año: -Temporada de lluvia -Temporada seca
11	FW 317 RZ	21K 503324.00 m E 7459243.00 m S	Dos campañas al año: -Temporada de lluvia -Temporada seca
12	FW 110 LB	21K 511487.00 m E 7450940.00 m S	Dos campañas al año: -Temporada de lluvia -Temporada seca
13	FW 111 LB	21 K 514185.37 m E 7447625.56 m S	Dos campañas al año: -Temporada de lluvia -Temporada seca
14	FW 316 CR	21K	Dos campañas al año:

TABLA 1. PUNTOS DE MONITOREO DE AGUAS SUPERFICIALES			
	CÓDIGO DE MUESTRA	COORDENADAS UTM	FRECUENCIA
		485341.00 m E 7442662.00 m S	-Temporada de lluvia -Temporada seca
15	FW 210 ZM	21K 493362.00 m E 7499162.00 m S	Dos campañas al año: -Temporada de lluvia -Temporada seca
16	FW 212 MC	21k 493057.00 m E 7491087.00 m S	Dos campañas al año: -Temporada de lluvia -Temporada seca
17	FW 318 VS	21 k 487111.56 m E 7470903.50 m S	Dos campañas al año: -Temporada de lluvia -Temporada seca
18	FW 319 SO	21K 479134.00 m E 7493163.00 m S	Dos campañas al año: -Temporada de lluvia -Temporada seca

TABLA 2. PUNTOS DE MONITOREO DEL RÍO PARAGUAY			
	CÓDIGO DE MUESTRA	COORDENADAS UTM	FRECUENCIA
1	FW 01	21K 446252.08 m E 7428199.87 m S	Mensual
2	FW 02	21K 449520.00 m E 7425420.00 m S	Mensual
3	FW 03	21 k 453400.00 m E 7411400.00 m S	Mensual

2.2.2 Puntos de monitoreo de aguas subterráneas

TABLA 3. PUNTOS DE MONITOREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS			
	CÓDIGO DE MUESTRA	COORDENADAS UTM	FRECUENCIA
1	GW 18 ZA	21K 548201.00 m E 7512128.00 m S	Dos campañas al año: -Temporada de lluvia -Temporada seca
2	GW 20 ST	21K 537999.00 m E 7498476.00 m S	Dos campañas al año: -Temporada de lluvia -Temporada seca
3	GW 19 HE	21K 512695.00 m E 7515558.00 m S	Dos campañas al año: -Temporada de lluvia -Temporada seca
4	GW 23 SL	21K 516367.00 m E 7503054.00 m S	Dos campañas al año: -Temporada de lluvia -Temporada seca
5	GW 25 PALO HAYA	21 K 522532 m E 7498944 m S	Dos campañas al año: -Temporada de lluvia -Temporada seca
6	GW 16 GA	21K 505125.00 m E 7498320.00 m S	Dos campañas al año: -Temporada de lluvia -Temporada seca
7	GW 24 BELEN	21K 518775.00 m E 7492688.00 m S	Dos campañas al año: -Temporada de lluvia -Temporada seca

TABLA 3. PUNTOS DE MONITOREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

	CÓDIGO DE MUESTRA	COORDENADAS UTM	FRECUENCIA
8	GW 11 MICHEL	21K 518643.00 m E 7484801.00 m S	Dos campañas al año: -Temporada de lluvia -Temporada seca
9	GW 10 TR	21K 516254.00 m E 7484946.00 m S	Dos campañas al año: -Temporada de lluvia -Temporada seca
10	GW 13 SAN JUAN	21K 509767.00 m E 7486076.00 m S	Dos campañas al año: -Temporada de lluvia -Temporada seca
11	GW 22-SILVA	21K 509830.00 m E 7484037.00 m S	Dos campañas al año: -Temporada de lluvia -Temporada seca
12	GW 12 Laguna	21K 516419.00 m E 7478307.00 m S	Dos campañas al año: -Temporada de lluvia -Temporada seca
13	GW 14 ZM	21K 493064.00 m E 7499176.00 m S	Dos campañas al año: -Temporada de lluvia -Temporada seca
14	GW 15 SO	21K 483316.00 m E 7497562.00 m S	Dos campañas al año: -Temporada de lluvia -Temporada seca
15	GW 17 LP	21K 489833.00 m E 7492572.00 m S	Dos campañas al año: -Temporada de lluvia -Temporada seca
16	GW 21 MC	21K 495202.00 m E 7489899.00 m S	Dos campañas al año: -Temporada de lluvia -Temporada seca
17	GW 01	21K 449839.00 m E 7430729.00 m S	Trimestral
18	GW 02	21K 450165.00 m E 7430301.00 m S	Trimestral
19	GW 03	21K 449136.00 m E 7427123.00 m S	Trimestral
20	GW 04	21K 448716.00 m E 7428109.00 m S	Trimestral
21	GW 05	21K 450803.00 m E 7426714.00 m S	Trimestral
22	GW 06	21K 451708.00 m E 7427153.00 m S	Trimestral
23	GW 07	21K 449489.00 m E 7428479.00 m S	Trimestral

2.3 Parámetros determinados según tipo de muestra

Acorde a los términos de referencia de la presente consultoría, se expone a continuación los parámetros determinados para cada tipo de muestra o punto de monitoreo. En la tabla 4 se muestran los parámetros analizados para los arroyos de la zona de plantaciones y Río Aquidabán.

TABLA 4. PARÁMETROS PARA AGUAS SUPERFICIALES			
PARÁMETROS MEDIDOS EN CAMPO			
1- Temperatura del agua		4- Oxígeno disuelto	
2- Potencial de hidrogeno		5- Turbidez	
3- Conductividad eléctrica			
DETERMINACIONES ANALÍTICAS FISICOQUÍMICAS			
6- Materiales flotantes	14-Amoniacos	22- Cromo hexavalente	30- Zinc
7-Sólidos disueltos totales	15- Nitritos	23-Cromo trivalente	31 – Hierro soluble
8- Aceites y grasas	16- Dureza	24- Cobre	32- Mercurio
9- DQO ₅	17- Sulfatos	25- Estaño	33- Bario
10- DBO	18- Arsénico	26- Níquel	34- Cianuros
11-Fosforo total	19- Sodio	27- Manganeseo	35-Ortofosfato (fosfato)
12-Nitrogeno total	20- Aluminio	28- Plomo	36- Clorofila A*
13-Nitratos	21-Cadmio	29- Selenio	
AGROQUIMICOS			
37-Glifosato	45-DDE	53- 2,4 D	61-Imidacloprid
38-AMPA	46-DDD	54- Lambdacialotrina	62- Metilparaoxon
39-Aldrin	47-Atrazina	55- Bifentrin	63- Tiametoxam
40-Endrin	48-Simazina	56- Cipermetrina	64-Sulfluramida
41-Dieldrin	49-Carbaril	57- Clorpirifos	65- Fipronil**
42-Lindano	50-Carbofuran	58- Diclorvos	
43-Clordano	51-Heptacloro	59- Metamidofos	
44-DDT	52-Metomilo	60- Tebuconazole	
PARÁMETROS HIDROBIOLÓGICOS			
66- Diversidad de fitoplancton: <ul style="list-style-type: none">▪ Géneros▪ Especies▪ Dominancia		67- Diversidad de Zooplancton: <ul style="list-style-type: none">▪ Géneros▪ Especies▪ Dominancia	
PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS			
68- Coliformes fecales		69- Coliformes totales	

En la tabla 5 se exponen los parámetros correspondientes a aguas subterráneas, en total se realizaron 23 determinaciones para las muestras procedentes de los pozos artesianos y pozos de monitoreo.

TABLA 5. PARÁMETROS PARA AGUAS SUBTERRÁNEAS		
PARÁMETROS MEDIDOS EN CAMPO		
1- Temperatura del agua	3- Conductividad eléctrica.	
2- Potencial de hidrogeno		
DETERMINACIONES ANALÍTICAS FISICOQUÍMICAS		
4- Sólidos disueltos totales	10- Cloruros	16- Potasio
5- Materia orgánica	11- Alcalinidad	17- Calcio
6- Dureza	12- Bicarbonatos	18- Magnesio

7- Fosforo total	13- Carbonatos	19- Flúor
8- Nitrógeno total	14- Sulfatos	20- Boro
9- Nitratos	15- Sodio	
PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS		
21- Coliformes fecales	21- Coliformes totales	23- <i>Escherichia coli</i>
NIVEL FREÁTICO		
24 – Medición del nivel freático (en los pozos de monitoreo de Zapatero Cue y en todos pozos artesianos donde sea técnicamente viable)		

Las dos coordenadas sobre el Río Paraguay constituyen los puntos de monitoreo de mayor importancia para la planta industrial de PARACEL, según el EIA PYORY (2020) las aguas del Río Paraguay se utilizarán como vías de navegación para el transporte de materias primas, insumos químicos y productos terminados.

El Río Paraguay servirá como soporte del puerto fluvial propio de la planta industrial (*All Water Terminal* – AWT, sala de bombas, amarraderos, muelle y puente de acceso); del mencionado río se extraerá agua cruda para su tratamiento y utilización como agua de proceso. El Río Paraguay también será el cuerpo receptor de los efluentes tratados generados en la fábrica de papel.

Dada su particular importancia, para los puntos sobre Río Paraguay se realizarán 71 determinaciones analíticas. En la tabla 6 se presentan a detalles los parámetros determinados para los puntos FW01 Y FW02 del Río Paraguay.

TABLA 6. PARÁMETROS PARA EL RÍO PARAGUAY			
PARÁMETROS MEDIDOS EN CAMPO			
1- Temperatura del agua		4- Oxígeno disuelto	
2- Potencial de hidrogeno		5- Turbidez	
3- Conductividad eléctrica			
DETERMINACIONES ANALÍTICAS FISICOQUÍMICAS			
6- Materiales flotantes	14- Amoniaco	22- Cromo hexavalente	30- Zinc
7-Solidos disueltos totales	15- Nitritos	23- Cromo trivalente	31- Hierro soluble
8- Aceites y grasas	16- Dureza	24- Cobre	32- Mercurio
9- DQO	17- Sulfatos	25- Estaño	33- Bario
10- DBO ₅	18- Arsénico	26- Níquel	34- Cianuros
11- Fosforo total	19- Sodio	27- Manganeseo	35- Ortofosfato (fosfato)*
12- Nitrógeno total	20- Aluminio	28- Plomo	36- Clorofila A*
13- Nitratos	21- Cadmio	29- Selenio	
PARÁMETROS ADICIONALES PARA EL RIO PARAGUAY			
37- Índice de fenoles		39- Color	
38- Cloruros		40- PCB	
AGROQUIMICOS			
41-Glifosato	49-DDE	57- 2,4 D	65-Imidacloprid
42-AMPA	50-DDD	58- Lambdacialotrina	66- Metilparaoxon
43-Aldrin	51-Atrazina	59- Bifentrin	67- Tiametoxam
44-Endrin	52-Simazina	60- Cipermetrina	68-Sulfluramida
45-Dieldrin	53-Carbaril	61- Clorpirifos	69- Fipronil**
46-Lindano	54-Carbofuran	62- Diclorvos	
47-Clordano	55-Heptacloro	63- Metamidofos	
48-DDT	56-Metomilo	64- Tebuconazole	

PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS

70- Coliformes fecales

71- Coliformes totales

2.4. Procedimientos durante la toma de muestra

2.4.1 Aguas superficiales (FW)

Se realizaron las mediciones in situ (pH, temperatura, conductividad y oxígeno disuelto) y fueron colectadas las muestras para los parámetros a ser analizados en laboratorio (parámetros Fisicoquímicos, Agroquímicos, Hidrobiológicos y Bacteriológicos, según cuadros 1 y 3), sumergiendo un balde o jarra de plástico a una profundidad de 30 cm bajo la superficie del agua y fueron colocadas en los frascos correspondientes. Para la toma de muestra bacteriológica, se procedió sumergiendo el frasco estéril a una profundidad de 30 cm, destapando y tapando el frasco en estado sumergido, para evitar contaminación externa.

Todos los frascos, debidamente identificados, se colocaron en conservadoras con hielo para evitar alterar la composición de las muestras antes de su análisis. El procedimiento de muestreo de agua superficial y la preservación de las muestras hasta su llegada al laboratorio, para cada punto, se ha basado en lo establecido por el Standard Methods 22^o Ed. para aguas superficiales.

2.4.2 Aguas subterráneas (GW)

Se realizaron las mediciones in situ (pH, temperatura y conductividad) y fueron colectadas las muestras para los parámetros a ser analizados en laboratorio (parámetros Fisicoquímicos y Bacteriológicos, según tabla 6).

2.4.3 Frascos y preservantes según tipo de muestra

A continuación se detallan los frascos utilizados para el transporte de muestras, volúmenes y preservantes aplicados de acuerdo al tipo parámetro.

TABLA 7. FRASCOS Y PRESERVANTES POR CADA TIPO DE MUESTRA						
FRASCOS	MATERIAL	VOLUMEN	PRESERVANTE	PARÁMETROS	FW	GW
Bacteriología	Plástico	100 mL	s/p	Coliformes totales Coliformes fecales <i>Escherichia coli</i>	✓	✓
DBO5	Plástico	1L	s/p	DQO, DBO5	✓	
FQ	Plástico	2L	s/p	Sólidos, Turbidez, Alcalinidad,, Nitrito, Nitrato, Color, Cloruro, Magnesio, Calcio, Sulfato	✓	✓
Fenoles	Plástico	1L	H ₂ SO ₄ 1+1, hasta pH<2	Fenoles, Cr ⁺⁶	✓ FW PY	
Metales	Plástico	1L	HNO ₃ 1+1, hasta pH<2	CrT, Hg, Zn, Cd, Pb, Se, Sn, Al, Cu, Mn, Ni	✓	✓
NTK	Plástico	1L	H ₂ SO ₄ 1+1, hasta pH<2	PT, NTK, N-NH ₃	✓	✓
Hierro	Plástico	250 mL	HCl 1+1, hasta pH<2	Hierro, sodio, potasio	✓	
Sulfuros	Plástico	500 mL	Acetato de Zn + NaOH hasta pH>9	Sulfuro	✓	
Multirresiduos	Vidrio ámbar	1L	s/p	Multirresiduos	✓	
Sulfuramida y Lambdacialotrin	Vidrio ámbar	1L	s/p	Sulfuramida y Lambdacialotrina	✓	

TABLA 7. FRASCOS Y PRESERVANTES POR CADA TIPO DE MUESTRA						
FRASCOS	MATERIAL	VOLUMEN	PRESERVANTE	PARÁMETROS	FW	GW
a						
Bifentrin y Tiametoxam	Plástico	1L	s/p	Bifentrin y Tiametoxam	✓	
Glifosato y AMPA	Plástico	1L	s/p	Glifosato y AMPA	✓	
Fipronil	Vidrio ámbar	1L	s/p	Fipronil	✓	
PCBs	Vidrio ámbar	1L	s/p	PCBs	✓ FW PY	
FITO	Plástico	250 mL	Lugol	Fitoplancton	✓*	
ZOO	Plástico	100 L	Formol 10%	Zooplancton	✓*	

Condiciones de colecta y preservación de muestras. Ref.: s/p (Sin preservante), DBO5 (Demanda Bioquímica de Oxígeno); DQO (Demanda Química de Oxígeno); FQ (Algunos parámetros Físicoquímicos); NTK (Nitrógeno Total Kjeldahl); CrT (Cromo Total) y AMPA (ácido α -amino-3-hidroxi-5-metilo-4-isoxazolpropiónico), FITO (Fitoplancton) y ZOO (Zooplancton),). (*Solo para arroyos, parámetro no determinado para el Río Paraguay)

2.5 Métodos analíticos aplicados

Mediante una serie de cuadros, a continuación se detallan los métodos analíticos aplicados para la determinación de cada parámetro.

TABLA 8. MÉTODOS PARA PARÁMETROS HIDROBIOLÓGICOS-BACTERIOLÓGICOS			
HIDROBIOLÓGICOS			
PARÁMETROS	MÉTODOS	LÍMITES DE CUANTIFICACIÓN EN AGUA	LÍMITES DE LA RES. 222/02 SEAM CLASE 2
Fitoplancton	Técnicas de recuento para fitoplancton - SM 10200 F	<100 Células	SLE
Zooplancton	Técnicas de recuento para zooplancton - SM 10200 G	No aplica	SLE
PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS - AGUA SUBTERRÁNEA			
PARÁMETROS	MÉTODOS	LÍMITES DE CUANTIFICACIÓN EN AGUA*	LÍMITES DE LA NP 2400180
Coliformes Totales	Técnica Estándar de Fermentación para Coliformes Totales SM 9221 B Estimación de Densidad Bacteriana SM 9221 C	>23 NMP/100mL	<1,1 NMP/100mL
Coliformes Fecales	Técnica Estándar de Fermentación para Coliformes Totales SM 9221 B Estimación de Densidad Bacteriana SM 9221 C	>23 NMP/100mL	<1,1 NMP/100mL
<i>E. coli</i>	<i>Escherichia coli</i> SM 9260 F	Presencia/100mL	Ausencia/100mL
PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS - AGUA SUPERFICIAL			
PARÁMETROS	MÉTODOS	LÍMITES DE CUANTIFICACIÓN EN AGUA**	LÍMITES DE LA RES. 222/02 SEAM CLASE 2
Coliformes Fecales	Técnica Estándar de Fermentación para Coliformes Totales SM 9221 B Estimación de Densidad Bacteriana SM 9221 C	>160.000 NMP/100mL	≤ 1.000 NMP/100mL

Coliformes Totales	Técnica Estándar de Fermentación para Coliformes Totales SM 9221 B Estimación de Densidad Bacteriana SM 9221 C	>160.000 NMP/100mL	No aplica
--------------------	--	-----------------------	-----------

TABLA 9. MÉTODOS APLICADOS A PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS

PARÁMETROS	MÉTODOS	EQUIPOS PARA CUANTIFICACIÓN	LÍMITES DE CUANTIFICACIÓN EN AGUA	LÍMITES DE LA RES. 222/02 SEAM CLASE 2
Temperatura de agua	Métodos de laboratorio y de campo SM-2550 B	Conductímetro /Oxímetro/pHmetro WTW MULTI 350	No aplica	SLE
Oxígeno Disuelto	Método de electrodo de membrana SM-4500-O G	Conductímetro /Oxímetro/pHmetro WTW MULTI 350	0,10 mg O ₂ /L	No inferior a 5 mg.L ⁻¹
pH	Método electrométrico SM-4500 - H ⁺	Conductímetro /Oxímetro/pHmetro WTW MULTI 350	0 a 14	6 a 9
Conductividad	Método de laboratorio SM-2510 -B	Conductímetro /Oxímetro/pHmetro WTW MULTI 350	0 a 199,9 mS/cm	SLE
Alcalinidad	Método de titulación SM-2320 B	Materiales de vidrio calibrado vigente	1,0 mg.L ⁻¹	SLE
Turbidez	Método nefelométrico SM-2130 B	THERMO ORION AQ 4500 Turbidímetro	0,10 NTU	100 NTU
Materiales flotantes	Visual	No aplica	No aplica	Visualmente ausente
Grasas y aceites	Método SM 5520-B	Estufa QUIMIS 01317M-53 y rotavapor EYELA SB1000	0,020 mg.L ⁻¹	Visualmente ausente
Fósforo total	Método del ácido ascórbico SM-4500-P E	Schimadzu - Espectrofotómetro UV 1700	0,025 mg PO ₄ ⁻³ .L ⁻¹	0,05 mg.L ⁻¹
NTK	Macro-Kjeldahl SM-4500-N B; método fenato SM-4500 F	Digestor Gerhardt Turbosog/ Schimadzu - Espectrofotómetro UV 1700	0,025 mg N.L ⁻¹	0,6 mg.L ⁻¹
Nitrógeno de Nitratos	AOAC Official Method 973.50 Brucine Coloremtric Method	Schimadzu - Espectrofotómetro UV 1700	0,10 mg N(NO ₃ ⁻).L ⁻¹	10 mg.L ⁻¹
Nitrógeno de Nitritos	Método colorimétrico SM-4500 (NO ₂ ⁻) B	Schimadzu - Espectrofotómetro UV 1700	0,0025 mg N-NO ₂ ⁻ .L ⁻¹	1,0 mg.L ⁻¹
Nitrógeno Amoniacal	Método de la sal de fenol SM-4500 (NH ₃) F	Schimadzu - Espectrofotómetro UV 1700	0,015 mg N-NH ₃ .L ⁻¹	0,02 mg.L ⁻¹
DBO ₅	Prueba DBO en 5 días - SM-5210 B	Oxímetro WTW OXI 3310	0,10 mg O ₂ .L ⁻¹	5 mg.L ⁻¹
DQO	Reflujo cerrado, método colorimétrico - SM-5220 D	Schimadzu - Espectrofotómetro UV 1700	5,0 mgO ₂ .L ⁻¹	SLE
Sólidos disueltos	Método gravimétrico SM-2540 C	Balanza analítica Sartorius / Estufa QUIMIS	2,0 mg.L ⁻¹	500 mg.L ⁻¹

TABLA 9. MÉTODOS APLICADOS A PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS

PARÁMETROS	MÉTODOS	EQUIPOS PARA CUANTIFICACIÓN	LÍMITES DE CUANTIFICACIÓN EN AGUA	LÍMITES DE LA RES. 222/02 SEAM CLASE 2
totales		0317M-S3		
Color Real	Método de comparación visual SM-2120 B	Schimadzu - Espectrofotómetro UV 1700	5 mg Pt.L ⁻¹	75 mgPt.L ⁻¹
Cromo trivalente	Método de cálculo (Cromo Total – Cromo hexavalente)	No aplica	0,05 mg.L ⁻¹	0,5 mg.L ⁻¹
Cromo hexavalente	Método colorimétrico (SM-3500-Cr B)	Schimadzu - Espectrofotómetro UV 1700	0,05 mg.L ⁻¹	0,05 mg.L ⁻¹
Cobre	AAS-Llama Aire-Acetileno (SM-3111-B)/GFA (SM-3113)	AA-7000 Shimadzu / GFA -7000	0,05 mg.L ⁻¹	1,0 mg.L ⁻¹
Arsénico	Método colorimétrico (SM-3500-As B)	Schimadzu - Espectrofotómetro UV 1700	<0,01 mg.L ⁻¹	0,01 mg.L ⁻¹
Boro	Método colorimétrico (SM-4500-B C)	Schimadzu - Espectrofotómetro UV 1700	1,0 mg.L ⁻¹	SLE
Manganeso	AAS-Llama Aire-Acetileno (SM-3111-B)/GFA (SM-3113)	AA-7000 Shimadzu	0,05 mg.L ⁻¹	0,1 mg.L ⁻¹
Níquel	AAS-Llama Aire-Acetileno (SM-3111-B)/GFA (SM-3113)	AA-7000 Shimadzu	0,010 mg.L ⁻¹	0,025 mg.L ⁻¹
Cinc	AAS-Llama Aire-Acetileno (SM-3111-B)	AA-7000 Shimadzu	0,05 mg.L ⁻¹	3,0 mg.L ⁻¹
Cadmio	AAS-GFA (SM-3113)	AA-7000 Shimadzu / GFA -7000	0,0008 mg.L ⁻¹	0,001 mg.L ⁻¹
Plomo	AAS-GFA (SM-3113)	AA-7000 Shimadzu / GFA -7000	0,002 mg.L ⁻¹	0,01 mg.L ⁻¹
Selenio	AAS-GFA (SM-3113)	AA-7000 Shimadzu / GFA -7000	0,005 mg.L ⁻¹	0,01 mg.L ⁻¹
Estaño	AAS-GFA (SM-3113)	AA-7000 Shimadzu / GFA -7000	1,0 mg.L ⁻¹	2,0 mg.L ⁻¹
Aluminio	AAS-GFA (SM-3113)	AA-7000 Shimadzu / GFA -7000	0,10 mg.L ⁻¹	0,2 mg.L ⁻¹
Flúor	Método SM 4500 F C Electrodo Ion Selectivo	Multiparamétrico con electrodo selectivo para fluoruro OAKTON	0,05 mg.L ⁻¹	SLE
Fenoles	Método fotométrico directo SM-5530 D	Schimadzu - Espectrofotómetro UV 1700	0,04 mg.L ⁻¹	SLE
Dureza total	Método titulométrico EDTA - SM-2340 C	Materiales de vidrio calibrado vigente	1,0 mg.L ⁻¹	300 mgCa.L ⁻¹
Cloruros	Argentométrico SM-4500 -Cl ⁻ B	Materiales de vidrio calibrado vigente	0,5 mg Cl ⁻ .L ⁻¹	SLE
Magnesio	Método de cálculo SM-3500 B	No aplica	0,2 mg Mg.L ⁻¹	SLE
Calcio	Método titulométrico de EDTA SM-3500 B	Materiales de vidrio calibrado vigente	0,4 mg.L ⁻¹	SLE

TABLA 9. MÉTODOS APLICADOS A PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS

PARÁMETROS	MÉTODOS	EQUIPOS PARA CUANTIFICACIÓN	LÍMITES DE CUANTIFICACIÓN EN AGUA	LÍMITES DE LA RES. 222/02 SEAM CLASE 2
Potasio	AAS-Llama Óxido Nitroso-Acetileno (SM-3111-D)/GFA (SM- 3113)	AA-7000 Shimadzu	0,25 mg.L ⁻¹	SLE
Sodio	AAS-Llama Aire-Acetileno (SM-3111-B)	AA-7000 Shimadzu	0,25 mg.L ⁻¹	200 mg.L ⁻¹
Hierro Soluble	Método de fenantrolina SM-3500-Fe B	Schimadzu - Espectrofotómetro UV 1700	0,05 mg Fe.L ⁻¹	SLE
Sulfatos	Método turbidimétrico SM-4500 - SO ₄ ⁻² E	THERMO ORION AQ 4500 Turbidímetro	1,0 mg SO ₄ ⁻² .L ⁻¹	250 mg.L ⁻¹
Cianuros	SM 4500-CN E - Método Estándar - Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales, edición N° 17 (APHA-AWWA-WPCF).	Sistema destilador de cianuros.	0,02 mg. L ⁻¹	0,07 mg. L ⁻¹
PCB	Determinación de residuos de PCBs en matriz acuosa por GC-ECD <i>Gas Chromatography - Electron Capture Detector</i>	Cromatógrafo de gases con detector de captura de electrones.	0,2237 mg. L ⁻¹	0 (cero)
Mercurio total	Método ICP/MES <i>"Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry"</i>	Espectrómetro de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente	0,001 mg L ⁻¹	SLE
Bario	Method ICP/MES <i>"Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry"</i>	Espectrómetro de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente	0,05 mg. L ⁻¹	2 mg. L ⁻¹

TABLA 10. MÉTODOS APLICADOS PARA DETERMINACIÓN DE AGROQUÍMICOS

AGROQUÍMICOS			
PARÁMETROS	MÉTODOS	LÍMITES DE CUANTIFICACIÓN EN AGUA	LÍMITES DE LA RES. 222/02 SEAM CLASE 2
OC- Aldrin	Extracción US-EPA 8081B y 3510 con modificaciones Cuantificación por EPA 608.1 con modificaciones - GC-MS/MS	>1,00	SLE
OC-Endrin		>1,25	2
OC-Dieldrin		>1,50	SLE
2,4-D		>2,50	30
Atrazina		>2,00	3
Carbaril		>3,50	SLE
Carbofuran		>3,00	40
Cipermetrina		>1,20	SLE
Clordano		>0,9	0
Clorpirifos		>5,00	SLE
DDD		>2,00	SLE
DDE	Extracción US-EPA 8081B y 3510 con modificaciones Cuantificación por EPA 608.1 con modificaciones - GC-MS/MS	>2,00	SLE
DDT		>2,00	2
Diclorvos		>10,0	10
Heptacloro		>1,50	0
Imidacloprid		>5,00	SLE
Lindano		>0,200	0,2
Metamidofos		>25,0	SLE
Metilparaaxon		>25,0	SLE
Metomilo		>25,0	SLE
Simazina		>2,50	4
Tebuconazole		>2,00	SLE
Sulfuramida	Extracción US-EPA 8081B y 3510 con modificaciones Cuantificación por EPA 608.1 con modificaciones - GC-MS/MS	>0,6	SLE
Lambdacialotrina		>0,2	SLE
Bifentrin		>1,3	SLE
Tiametoxam		>0,6	SLE
Glifosato/AMPA en agua	Extracción: Método propio (Según Amarante, J. et al; 2002) Cuantificación por HPLC/FLD	>0,3 µg/L	0,7
Fipronil	Metodo: LC-MS/MS <i>Liquid Chromatography Mass Spectrometry</i>	>0,0100 mg. L ⁻¹	SLE

2.6 Control de la calidad de los datos

Tal como lo establece el Padrón de Calidad de las Aguas en el Territorio Nacional (Res. SEAM N° 222/02 - Art. 13°) la recolección de muestras de agua y sus respectivos análisis fueron efectuados según la metodología internacionalmente reconocida: el *Standard Methods - For the examination of water and wastewater* - APHA - AWWA - WPCF. Los métodos y equipos utilizados para la determinación analítica de cada parámetro pueden revisarse en las tablas 8, 9 y 10.

Para la ejecución de los muestreos en campo se conformó un equipo de trabajo integrado por técnicos del laboratorio del Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas (CEMIT) y de la consultora TECNOAMBIENTAL. Las muestras fueron tomadas según la metodología anteriormente descrita atendiendo la correcta aplicación y/o utilización de procedimientos, frascos, preservantes; además del mantenimiento de la cadena de frío, desde el punto de toma hasta los laboratorios.

Para descartar la posibilidad de que los frascos utilizados constituyan una fuente de contaminación de las muestras, se utilizó un “blanco de viaje”. Los blancos de viaje son frascos que contienen agua desionizada libre del analito en cuestión, y se preservan y analizan de la misma manera que cualquier otra muestra para la misma determinación.

Si las determinaciones analíticas hechas a los blancos de viajes arrojan resultados cercanos a cero (0), significa que los frascos no se contaminaron durante el viaje y que las muestras son representativas de los puntos analizados.

El Laboratorio de Calidad de Aguas del CEMIT perteneciente a la Universidad Nacional de Asunción (UNA), se encuentra acreditado desde el año 2015 por el Organismo Nacional de Acreditación del Paraguay (ONA). El profesional responsable del procesamiento y análisis de los resultados es la Lic. Quím. Claudia Ávalos de Enciso.

Para la determinación analítica de Mercurio total, Bario, Cianuros, Fipronil y PCBs se recurrió a laboratorios externos al CEMIT, los mismos también son laboratorios acreditados por el ONA y se enlistan a continuación:

- Mercurio total y Bario, ANALITICA S.A. Laboratorio de Ensayo acreditado por el Organismo Nacional de Acreditación, según Norma NP-ISO/EIC 17025:2018.
- Cianuros. Laboratorio de Calidad de Agua de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Asunción (FACEN – UNA).
- Fipronil y PCBs. Laboratorio EcoNatura del grupo MULTILAB, cuenta con acreditación NP-ISO/IEC 17025:2018 otorgado por el Organismo Nacional de Acreditación (ONA).

2.7 Modelos de interpretación de datos

2.7.1 ICA- NSF para aguas superficiales

Un índice de calidad de agua, consiste básicamente en una expresión simple de una combinación más o menos compleja de un número de parámetros, los cuales sirven como una medida de la calidad del agua. El índice puede ser representado por un número, un rango, una descripción verbal, un símbolo o un color.

El Índice de Calidad de Agua ICA-NSF fue desarrollado por la *National Sanitation Foundation* (NSF) de los Estados Unidos en 1970 con el objetivo de proveer un método estandarizado para comparar la calidad de varios cuerpos de agua como lagos y arroyos. De acuerdo a González Meléndez, Caicedo Quintero y Aguirre Ramírez (2013), el NSF es el índice más empleado en la valoración de las aguas superficiales para consumo humano.

El NSF es un índice multiparámetro que considera las siguientes variables: oxígeno disuelto, coliformes fecales, pH, DBO₅, nitratos, fosfatos, desviación de la temperatura, turbidez y sólidos totales. Para calcular el índice se usa un promedio aritmético ponderado, calculado a partir de la siguiente fórmula:

$$WQI = \sum SL_i * W_i$$

Dónde:

WQI= Índice de calidad de agua





SL_i= Sub-índice del parámetro

W_i= Factor de ponderación para el sub-índice

Para el cálculo ICA-NSF fue empleado el software libre ICATest v 1.0., este programa informático fue desarrollado por la Universidad de Pamplona (Colombia), como resultado de la línea de investigación “Valoración y Monitoreo de la Calidad Ambiental” dentro del Programa de Calidad de Agua, apoyada por el grupo de Ciencias Computacionales del Programa de Ingeniería de Sistemas.

ICATest es una herramienta informática en español que facilita el cálculo de gran variedad y cantidad de índices de calidad (ICAs) y de contaminación (ICOs), además de realizar estudios comparativos.

El resultado del cálculo del ICA-NSF da como dato de salida un número entre 0 y 100 al que le corresponde una valoración según la escala interpretación del índice.

ESCALA DE COLOR	VALOR DEL ÍNDICE	INTERPRETACIÓN DE LA CALIDAD
	91 – 100	Excelente
	71-90	Buena
	51-70	Media
	26-50	Mala
	0-25	Muy mala

2.7.2 Evaluación del cumplimiento de la Resolución 222/02

La Resolución N° 222/02. “POR LA CUAL SE ESTABLECE EL PADRON DE CALIDAD DE LAS AGUAS EN EL TERRITORIO NACIONAL” define los límites y condiciones para las distintas “Clases de Agua”.

La Resolución SEAM 255/06 declara de CLASE II a todas las aguas superficiales de la República del Paraguay que de conformidad deberán cumplir con los límites establecidos en el Art. 3 de la Resolución 222/02.

Para la evaluación del padrón nacional de aguas se calculó el porcentaje de parámetros que se encuentran conforme a los límites establecidos en la resolución. Además para cada punto de monitoreo evaluado se cita los parámetros que presentaron desviaciones con respecto a los límites.

2.7.3 ICA – Aguas subterráneas

El índice de calidad del agua para aguas subterráneas fue desarrollado por Brown et al. (1970) y mejorado por Deininger (*Scottish Development Department, 1975*). El ICA se define como una técnica de clasificación que engloba la influencia compuesta de cierto grupo de parámetros de calidad del agua en un solo valor general.

Para el cálculo del ICA se utilizaron siete parámetros químicos de calidad de agua (pH, SDT, dureza total, Na+, Cl-, SO₄²⁻ y NO₃⁻), las formulas aplicadas fueron las siguientes:

$$ICA = \sum Sli$$

Donde ICA es el índice de calidad del agua y “Sli” es el subíndice de cada parámetro. A su vez, el subíndice “Sli” se calcula con la siguiente expresión:

$$Sli = (Wi) * (qi)$$

Dónde:

Wi: es la ponderación relativa del peso del parámetro (definida por los especialistas que desarrollaron el índice).

qi: es la calidad de la concentración del parámetro de acuerdo al resultado del laboratorio.

En aguas subterráneas, para la evaluación del cumplimiento de los estándares de calidad se utilizó la siguiente normativa de referencia:

- Anexo III Limites De Calidad De Agua Potable de la Ley 1614/2000. “LEY GENERAL DEL MARCO REGULATORIO Y TARIFARIO DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO.
- Norma Paraguaya NP 24 001 80. AGUA POTABLE: Requisitos Generales.

III. RESULTADOS AGUAS SUPERFICIALES

3.1. Análisis del punto FW 104-ZA

La estación de monitoreo FW 104-ZA se encuentra en la estancia denominada Zapallo en el lugar conocido como La Lomita al nordeste del distrito de Bella Vista, Departamento de Amambay; sus coordenadas UTM de referencia son 21K- 546639,00 m E 7513553,00 m S. En el área de influencia de la estación se verifica el desarrollo de actividades ganaderas.

Este punto de monitoreo se localiza sobre el arroyo Negla en la parte alta de la microcuenca del mismo nombre; el cauce en el tramo verificado es de -aproximadamente 7 metros de ancho y presento caudal de agua en todas las campañas realizadas.

En base a los resultados de laboratorio obtenidos en las sucesivas campañas se aplicó el Índice de Calidad de Agua de la *National Sanitation Foundation* (ICA-NSF) y se evaluó el grado de cumplimiento del padrón nacional de agua establecido según Resolución N° 222/02.

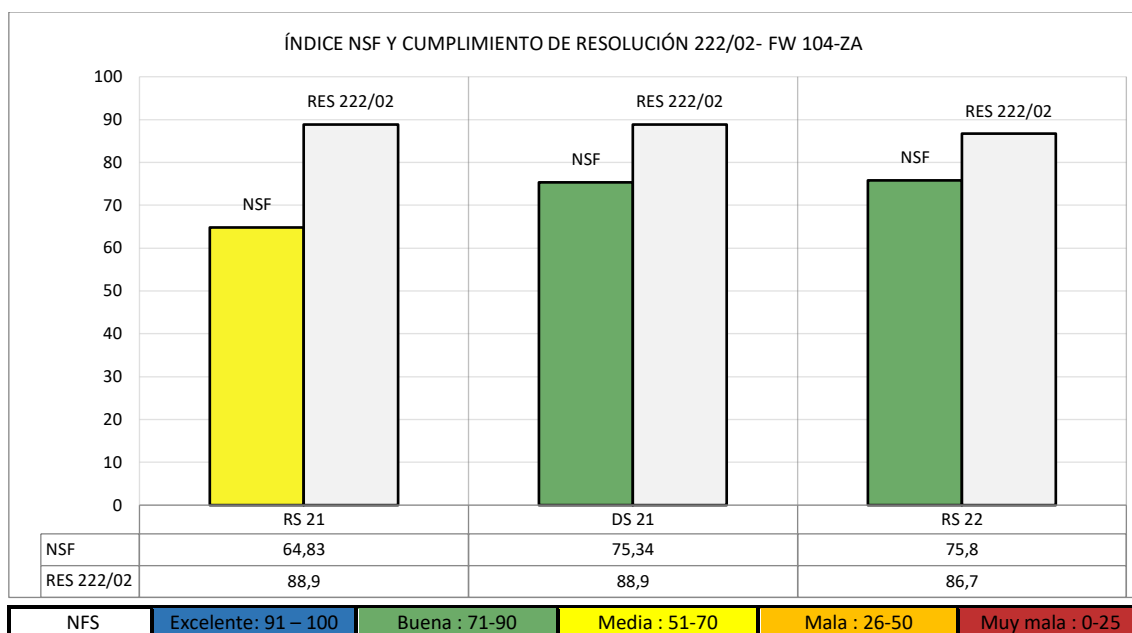


Figura 1. Evaluación del punto de monitoreo FW 104-ZA.

De acuerdo al ICA-NSF la calidad de agua del curso hídrico se encuentra en el rango de media a buena, el cumplimiento del padrón nacional de aguas fue similar en todas las campañas. En el cuadro 1 se reportan los parámetros que presentaron desviaciones con respecto a los límites de referencia.

CUADRO 1. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 – FW 104-ZA			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	88,8%	88,8%	86,7%
Fuera de los límites (%)	11,11%	11,11%	13,3%
Parámetros fuera de los límites	<ul style="list-style-type: none"> Amoníaco Arsénico Hierro soluble Coliformes fecales Coliformes totales 	<ul style="list-style-type: none"> Fósforo total Nitrógeno total Amoníaco Hierro soluble Tubeconazole 	<ul style="list-style-type: none"> Fósforo total Amoníaco Aluminio Plomo Hierro soluble Coliformes fecales

3.1.2 Análisis del punto FW 201-ST

La estación de monitoreo FW 201-ST se encuentra en la estancia denominada Santa Teresa en el distrito de Bella Vista, Departamento de Amambay; sus coordenadas UTM de referencia son 21K 543911.54 m E 7497910.60 m S. En el área de influencia de la estación se verifica el desarrollo de actividades ganaderas y plantaciones forestales de *Eucaliptus sp.*

Este punto de monitoreo se localiza sobre el curso hídrico denominado Napegue-i, afluente del Napegue, el cauce en el tramo verificado es de aproximadamente 4 metros de ancho y presentó caudal de agua en todas las campañas realizadas. El arroyo Napegue pertenece a la microcuenca Negla.

En base a los resultados de laboratorio obtenidos en las sucesivas campañas se aplicó el Índice de Calidad de Agua de la *National Sanitation Foundation* (ICA-NSF) y se evaluó el grado de cumplimiento del padrón nacional de agua establecido según Resolución N° 222/02.

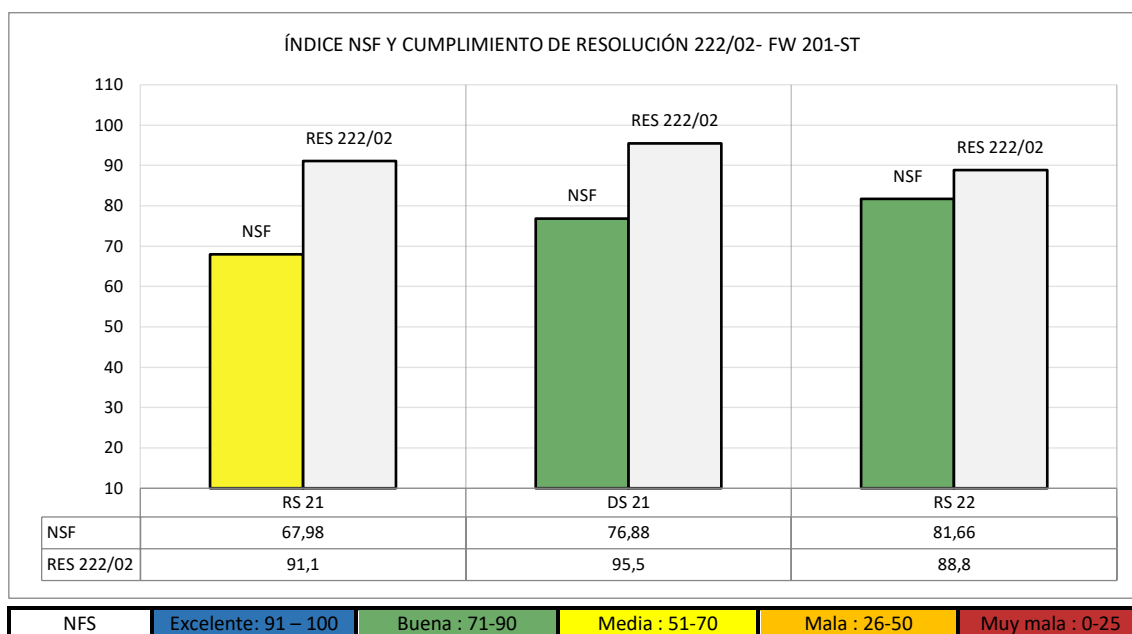


Figura 2. Evaluación del punto de monitoreo FW 201-ST

De acuerdo al ICA-NSF la calidad de agua del curso hídrico se encuentra en el rango de media a buena, el cumplimiento del padrón nacional de aguas fue similar en todas las campañas. En el cuadro 2 se reportan los parámetros que presentaron desviaciones con respecto a los límites de referencia.

CUADRO 2. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 – FW 201-ST			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	91,1%	95,5%	88,8%
Fuera de los límites (%)	8,88%	4,44%	11,11%
Parámetros fuera de los límites	<ul style="list-style-type: none"> Amoníaco Arsénico Hierro soluble Coliformes fecales 	<ul style="list-style-type: none"> Fósforo total Amoníaco 	<ul style="list-style-type: none"> Fósforo total Amoníaco Aluminio Plomo Hierro soluble

3.1.3 Análisis del punto FW 320-ST

La estación de monitoreo FW 320-ST se encuentra en la estancia denominada Santa Teresa en el distrito de Bella Vista, Departamento de Amambay; sus coordenadas UTM de referencia son 21 K 532363.00 m E 7494808.00 m S. En el área de influencia de la estación se verifica el desarrollo de actividades ganaderas y plantaciones forestales de *Eucaliptus sp.*

Este punto de monitoreo se localiza sobre el arroyo Negla, en la parte media de la microcuenca homónima, el cauce en el tramo verificado es de aproximadamente 9 metros de ancho y presenta caudal de agua en todas las campañas realizadas. Este punto se incluyó en el programa de monitoreo a partir de la temporada seca del 2021.

A partir de los resultados de laboratorio obtenidos en las sucesivas campañas se aplicó el Índice de Calidad de Agua de la *National Sanitation Foundation* (ICA-NSF) y se evaluó el grado de cumplimiento del padrón nacional de agua establecido según Resolución N° 222/02.

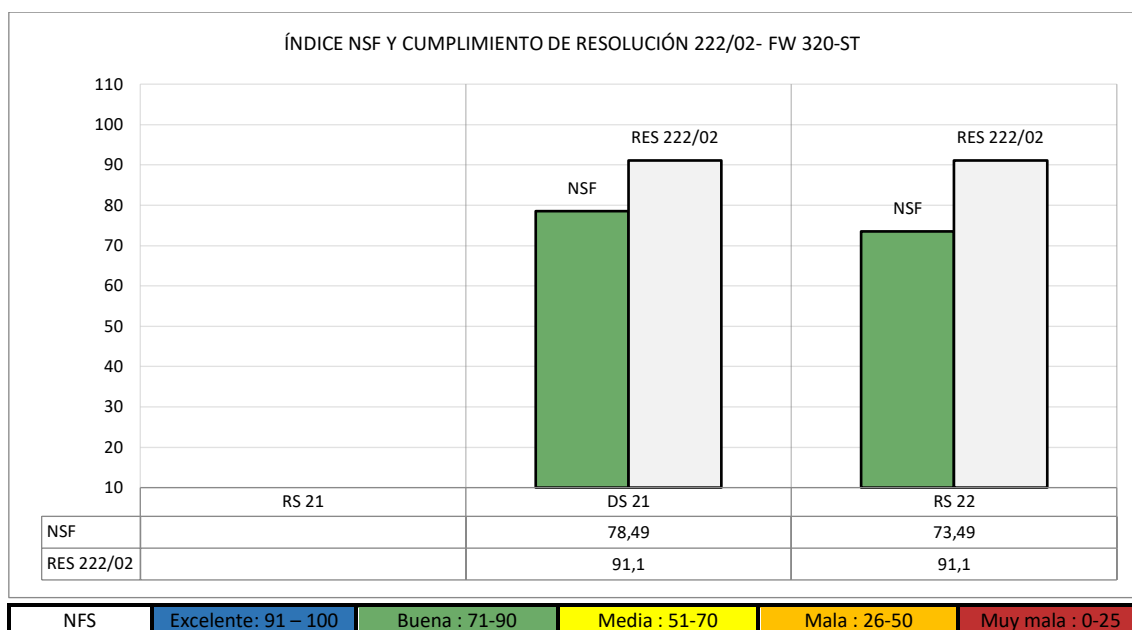


Figura 3. Evaluación del punto de monitoreo FW 320-ST.

Aplicando el ICA-NSF a los datos disponibles se determina que la estación de monitoreo presentó aguas de buena calidad, el cumplimiento del padrón nacional de aguas fue igual a 91,1% en ambas campañas.

CUADRO 3. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 FW 320-ST			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	S/D	91,1%	91,1%
Fuera de los límites (%)	S/D	8,88%	8,88%
Parámetros fuera de los límites	S/D	<ul style="list-style-type: none"> Fósforo total Amoníaco Lindano Tubeconazole 	<ul style="list-style-type: none"> Fósforo total Aluminio Manganeso Hierro soluble

3.1.4 Análisis del punto FW 315-HE

La estación de monitoreo FW 315-HE se encuentra en el extremo noreste la estancia Hermosa, administrativamente se localiza en el lugar conocido como Zona de Estancias del distrito Sgto José Félix López, Departamento de Concepción; sus coordenadas UTM de referencia son 21K 515424,99 m E 7523026,00 m S. En el área de influencia de la estación se verifica el desarrollo de actividades ganaderas y plantaciones forestales de Eucaliptus sp.

Este punto de monitoreo es el único punto que no pertenece a la unidad hidrográfica Aquidabán, se localiza sobre el arroyo hermosa que es un tributario del Río Apa, el cauce en el tramo verificado es de aproximadamente 6 metros de ancho y no presenta caudal de agua en la temporada de lluvias del corriente. El FW 315-HE pertenece a la microcuenca del arroyo Hermosa de la unidad hidrográfica Río Apa.

A partir de los resultados de laboratorio obtenidos en las sucesivas campañas se aplicó el Índice de Calidad de Agua de la *National Sanitation Foundation* (ICA-NSF) y se evaluó el grado de cumplimiento del padrón nacional de agua establecido según Resolución N° 222/02..

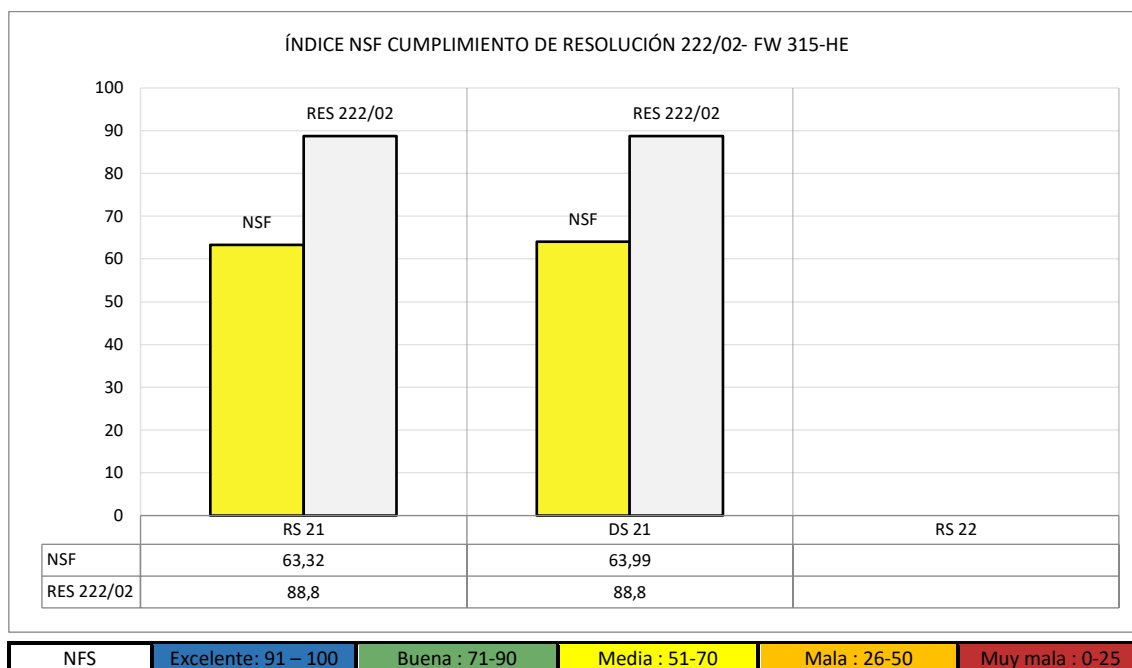


Figura 4. Evaluación del punto FW 315-HE.

Aplicando el ICA-NSF a los datos disponibles se determina que la estación de monitoreo presentó aguas de media calidad, el cumplimiento del padrón nacional de aguas fue superior al 84% –en ambas campañas.

CUADRO 4. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 FW 315-HE			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	84,5%	88,88%	S/D
Fuera de los límites (%)	15,5%	11,11%	S/D
Parámetros fuera de los límites	<ul style="list-style-type: none"> Fósforo total Nitrógeno total Amoníaco Manganeso Hierro soluble 	<ul style="list-style-type: none"> Oxígeno disuelto Fósforo total Amoníaco Manganeso Hierro soluble 	S/D

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Coliformes totales ▪ Coliformes fecales 		
--	--	--	--

3.1.5 Análisis del punto FW 304-HE

La estación de monitoreo FW 304-HE se encuentra en la estancia Hermosa, administrativamente se localiza en el lugar conocido como Zona de Estancias del distrito Sgto José Félix López, Departamento de Concepción; sus coordenadas UTM de referencia son 21K -506172,99 m E 7509505,00 m S. En el área de influencia de la estación se verifica el desarrollo de actividades ganaderas.

Este punto de monitoreo se localiza sobre un curso hídrico afluente del arroyo Trementina, en la parte alta de la microcuenca homónima, el cauce en el tramo verificado es de- aproximadamente 3 metros de ancho y presento caudal de agua en todas las campañas realizadas.

A partir de los resultados de laboratorio obtenidos en las sucesivas campañas se aplico el Índice de Calidad de Agua de la *National Sanitation Foundation* (ICA-NSF) y se evaluó el grado de cumplimiento del padrón nacional de agua establecido según Resolución N° 222/02.

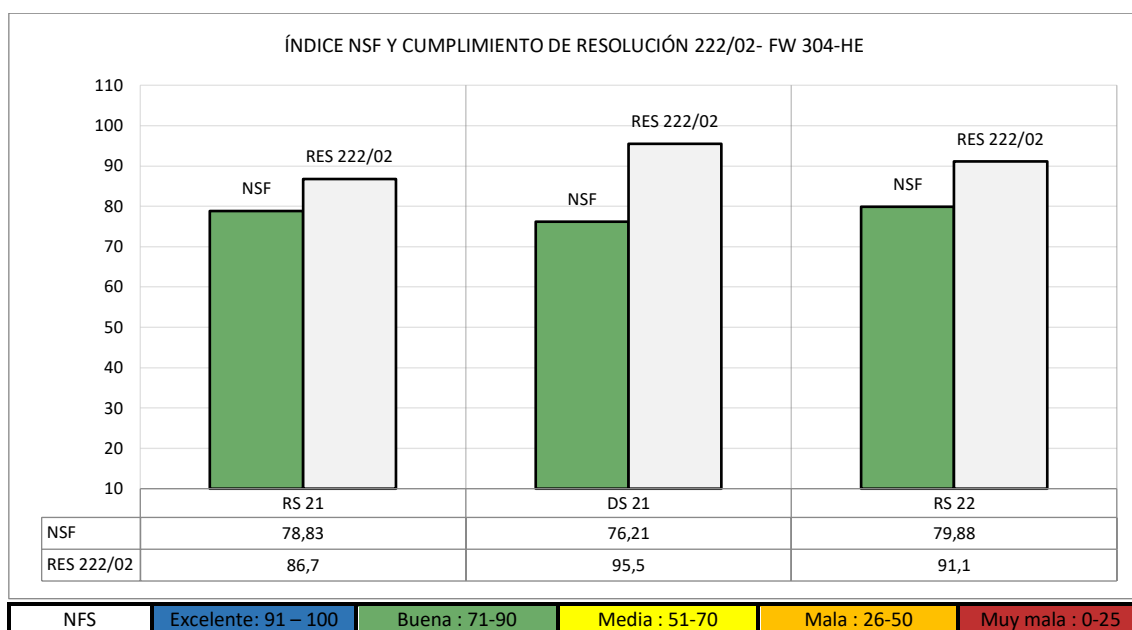


Figura 5. Evaluación del punto de monitoreo FW 304-HE.

De acuerdo a la escala de valoración ICA-NSF el punto presenta aguas de buena calidad en todas las campañas. El cumplimiento del padrón nacional de aguas estuvo entre 86,7% y 91,11%, en el cuadro 5 se citan los parámetros que sobrepasan el límite establecido.

CUADRO 5. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 – FW 304-HE			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	86,7%	95,56%	91,11%
Fuera de los límites (%)	13,3%	4,44%	8,88%
Parámetros fuera de los límites	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fósforo total ▪ Amoníaco ▪ Arsénico ▪ Hierro soluble 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fósforo total ▪ Amoníaco 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Amoníaco ▪ Aluminio ▪ Plomo ▪ Coliformes totales

	<ul style="list-style-type: none">▪ Coliformes totales▪ Coliformes fecales		
--	---	--	--

.

3.1.6 Análisis del punto FW 100-GASL

La estación de monitoreo FW 100-GASL se encuentra entre el límite de la estancia Gavilán y San Liberato, administrativamente se localiza en el lugar conocido como Zona de Estancias del distrito Sgo José Félix López, Departamento de Concepción; sus coordenadas UTM de referencia son 21K 510205.03 m E 7497780.65 m S. En el área de influencia de la estación se verifica el desarrollo de actividades ganaderas y plantaciones forestales de Eucaliptus sp.

Este punto de monitoreo se localiza sobre el arroyo Trementina, en la parte alta de la microcuenca homónima, el cauce en el tramo verificado es de aproximadamente 9 metros de ancho y presenta caudal de agua en todas las campañas realizadas.

A partir de los resultados de laboratorio obtenidos en las sucesivas campañas se aplicó el Índice de Calidad de Agua de la National Sanitation Foundation (ICA-NSF) y se evaluó el grado de cumplimiento del padrón nacional de agua establecido según Resolución N° 222/02.

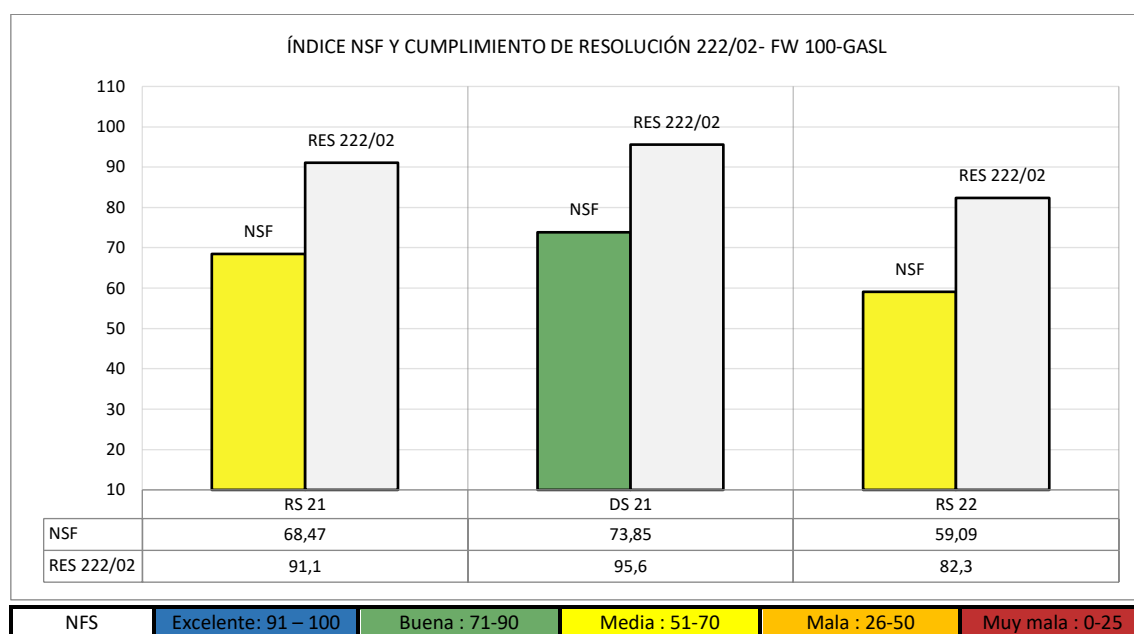


Figura 6. Evaluación del punto de monitoreo FW 100-GASL.

De acuerdo a la escala de valoración ICA-NSF el punto presenta calidad media en las campañas realizadas en temporada de lluvias y buena calidad en las temporadas secas de ambos años. En el cuadro 6 se presentan los parámetros que no se ajustaron a los requisitos del padrón nacional de aguas.

CUADRO 6. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 – FW 100-GASL			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	91,12%	95,6%	82,3%
Fuera de los límites (%)	8,88%	4,44%	17,7%
Parámetros fuera de los límites	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Oxígeno disuelto ▪ Fósforo total ▪ Nitrógeno total ▪ Amoníaco ▪ Hierro soluble ▪ Coliforme totales 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fósforo total ▪ Amoníaco 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Oxígeno disuelto ▪ Fósforo total ▪ Amoníaco ▪ Aluminio ▪ Manganeso ▪ Hierro soluble ▪ Coliformes totales ▪ Coliformes fecales

3.1.7 Análisis del punto FW 200-SLTR

La estación de monitoreo FW 200-SLTR se encuentra la estancia San Liberato que colinda con la estancia trementina , administrativamente se localiza en el lugar conocido como Zona de Estancias del distrito Sgto José Félix López, Departamento de Concepción; sus coordenadas UTM de referencia son 21K 519072.00 m E 7494784.00 m S. En el área de influencia de la estación se verifica el desarrollo de actividades ganaderas.

Este punto de monitoreo corresponde a un curso hídrico intermitente afluente del arroyo Trementina, se localiza en la parte alta de la microcuenca homónima, el cauce en el tramo verificado es de aproximadamente 5 metros de ancho y no presentó caudal de agua en la temporada seca 2021 ni en la temporada de lluvias 2022.

Se aplicó el Índice de Calidad de Agua de la *National Sanitation Foundation* (ICA-NSF) y se evaluó el grado de cumplimiento del padrón nacional de agua establecido según Resolución N° 222/02 en base a los resultados obtenidos durante la campaña en temporada de lluvias del 2021.

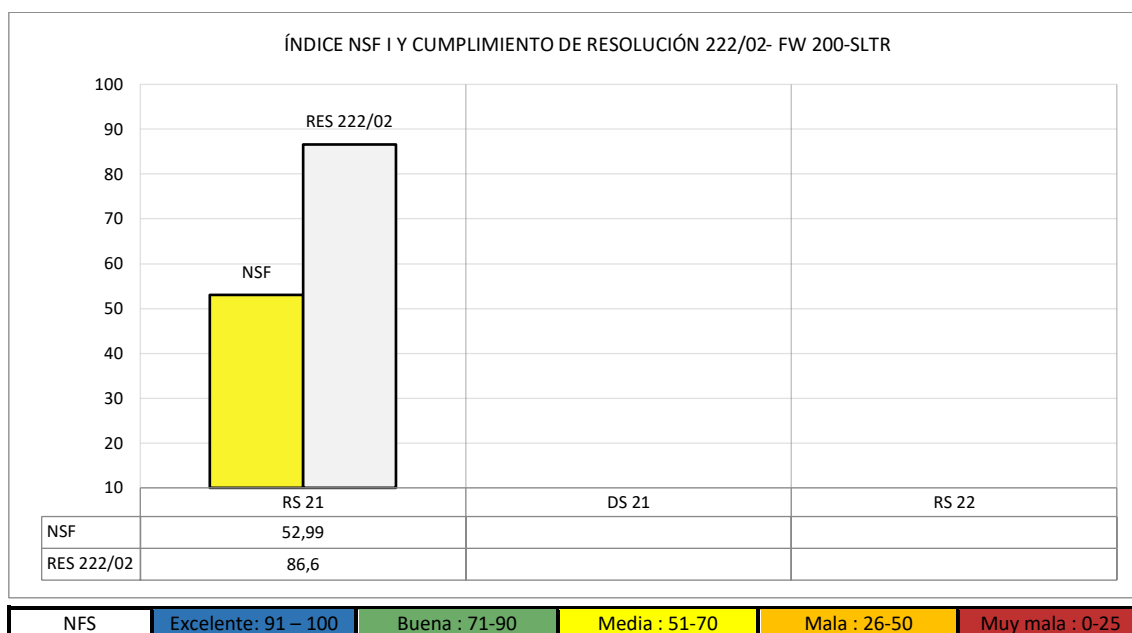


Figura 7. Evaluación del punto de monitoreo FW 200 SLTR.

Para la única campaña en la que el arroyo presentó caudal el resultado de la aplicación del ICA-NSF determina aguas de calidad media. El cumplimiento del padrón nacional de aguas fue del 86,6%.

CUADRO 7. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 - FW 200-SLTR			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	86,6%	S/D	S/D
Fuera de los límites (%)	13,33%	S/D	S/D
Parámetros fuera de los límites	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Turbidez ▪ Amoníaco ▪ Arsénico ▪ Hierro soluble ▪ Coliformes totales ▪ Coliformes fecales 	<p>S/D</p> <p>Arroyo seco</p>	<p>S/D</p> <p>Arroyo seco</p>

3.1.8 Análisis del punto FW 208-TR

La estación de monitoreo FW 208-TR se encuentra en la estancia Trementina, administrativamente se localiza en el lugar conocido como Zona de Estancias del distrito Concepción, Departamento de Concepción; sus coordenadas UTM de referencia son 21K 514416.00 m E 7485700.00 m S. En el área de influencia de la estación se verifica la transición de actividades ganaderas a plantaciones forestales de *Eucaliptus sp.*

Este punto de monitoreo se localiza sobre el arroyo Trementina, en la parte media de la microcuenca homónima, el cauce en el tramo verificado es de aproximadamente 10 metros de ancho y presenta caudal de agua en todas las campañas realizadas.

En base a los resultados de laboratorio obtenidos en las sucesivas campañas se aplicó el Índice de Calidad de Agua de la *National Sanitation Foundation* (ICA-NSF) y se evaluó el grado de cumplimiento del padrón nacional de agua establecido según Resolución N° 222/02.

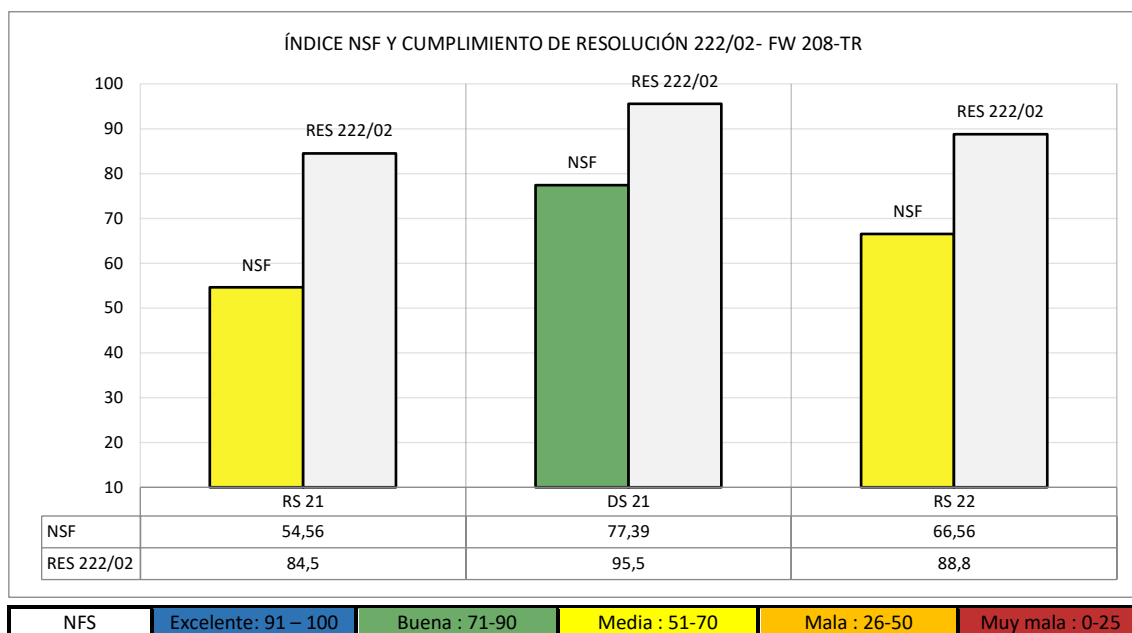


Figura 8. Evaluación del punto de monitoreo FW 208-TR.

De acuerdo a la escala de valoración ICA-NSF el punto presenta calidad media en las campañas realizadas en temporada de lluvias y buena calidad en temporada seca. En el cuadro 8 se presentan los parámetros que no se ajustaron a los requisitos del padrón nacional de aguas.

CUADRO 8. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 – FW 208-TR			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	84,5%	95,5	88,8%
Fuera de los límites (%)	15,5%	4,44%	11,11%
Parámetros fuera de los límites	<ol style="list-style-type: none"> 1. Oxígeno disuelto 2. Nitrógeno total 3. Amoníaco 4. Arsénico 5. Hierro soluble 6. Coliformes totales 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fósforo total 2. Amoníaco 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Oxígeno disuelto 2. Fósforo total 3. Amoníaco 4. Aluminio 5. Hierro soluble

	7. Coliformes fecales		
--	-----------------------	--	--

3.1.9 Análisis del punto FW 205-TR

La estación de monitoreo FW 205-TR se encuentra en la estancia Trementina, administrativamente se localiza en el lugar conocido como Zona de Estancias del distrito Concepción, Departamento de Concepción; sus coordenadas UTM de referencia son 21K 516574.00 m E 7482061.00 m S. En el área de influencia de la estación se verifica el desarrollo de plantaciones forestales de *Eucaliptus sp.*

Este punto de monitoreo corresponde a curso hídrico intermitente afluente del arroyo Trementina, se localiza en la parte media de la microcuenca homónima, el cauce en el tramo verificado es de aproximadamente 5 metros de ancho y no presenta caudal de agua en la temporada seca 2021 ni en la temporada de lluvias 2022.

Se aplicó el Índice de Calidad de Agua de la *National Sanitation Foundation* (ICA-NSF) y se evaluó el grado de cumplimiento del padrón nacional de agua establecido según Resolución N° 222/02 en base a los resultados obtenidos durante la campaña en temporada de lluvias del 2021.

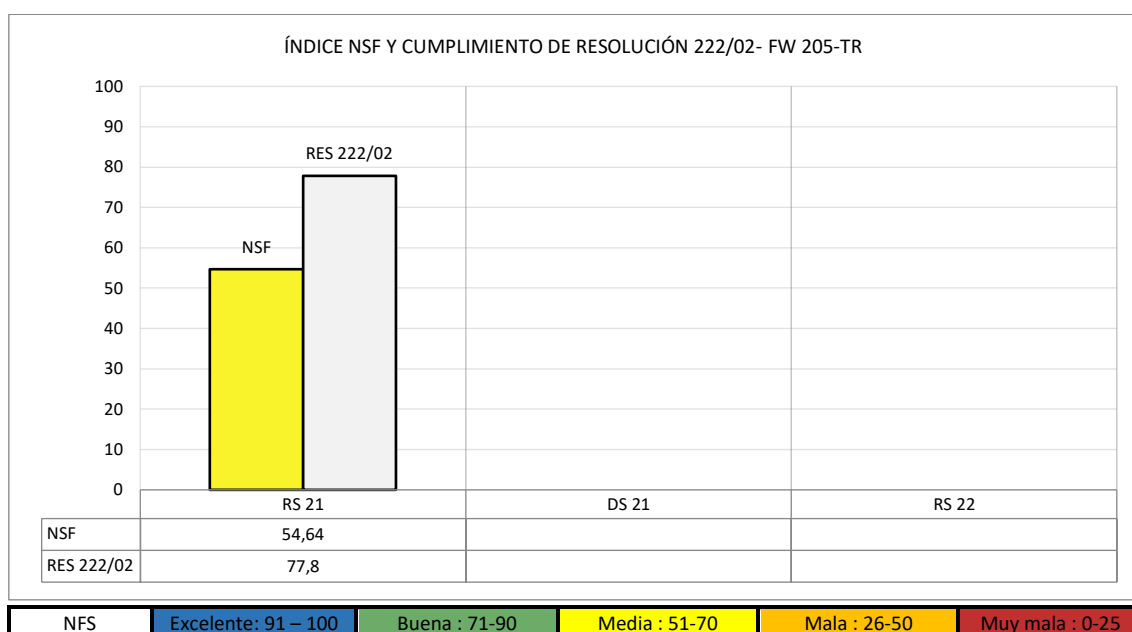


Figura 9. Evaluación del punto de monitoreo FW 205-TR.

Para la única campaña en la que el arroyo presenta caudal el resultado de la aplicación del ICA-NSF determina aguas de calidad media. El cumplimiento del padrón nacional de aguas fue del 77,8 %.

CUADRO 9. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 – FW 205-TR			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	77,8%	S/D	S/D
Fuera de los límites (%)	22,2%	S/D	S/D
Parámetros fuera de los límites	1. Turbidez 2. DQO 3. Fósforo total 4. Amoníaco 5. Níquel 6. Manganeseo 7. Arsénico 8. Hierro soluble 9. Coliformes totales 10. Coliformes fecales	S/D	S/D

3.1.10 Análisis del punto FW 109-MYRZ

La estación de monitoreo FW 109-MYRZ se encuentra en la estancia Mandyjú, finca colindante con la estancia denominada Rancho Z, administrativamente se localiza en el lugar conocido como Zona de Estancias del distrito Concepción, Departamento de Concepción; sus coordenadas UTM de referencia son 21K 508110.00 m E 7475784.00 m S. En el área de influencia de la estación se verifica el desarrollo de actividades ganaderas.

Este punto de monitoreo se localiza sobre el arroyo Trementina, en la parte media de la microcuenca homónima, el cauce en el tramo verificado es de aproximadamente 10 metros de ancho y presenta caudal de agua en todas las campañas realizadas.

A partir de los resultados de laboratorio obtenidos en las sucesivas campañas se aplicó el Índice de Calidad de Agua de la *National Sanitation Foundation* (ICA-NSF) y se evaluó el grado de cumplimiento del padrón nacional de agua establecido según Resolución N° 222/02.

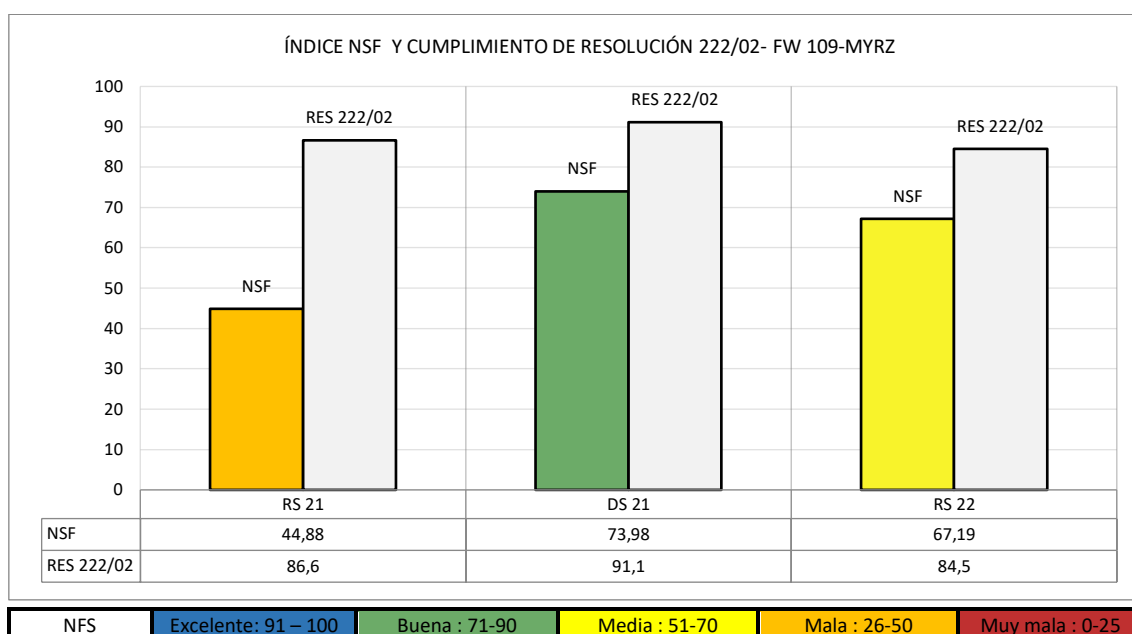


Figura 10. Evaluación del punto de monitoreo FW 109-MYRZ.

De acuerdo al ICA-NSF las aguas del punto presentan gran variabilidad en su calidad, las valoraciones determinadas están en el rango de mala a buena.

CUADRO 10. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 – FW 109-MYRZ			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	86,67%	91,1%	84,5%
Fuera de los límites (%)	13,33%	8,88%	15,5%
Parámetros fuera de los límites	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Oxígeno disuelto ▪ Amoníaco ▪ Fósforo total ▪ Hierro soluble ▪ Coliformes totales ▪ Coliformes fecales 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fósforo total ▪ Amoníaco ▪ Manganeseo ▪ Hierro soluble 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Oxígeno disuelto ▪ Fósforo total ▪ Aluminio ▪ Manganeseo ▪ Plomo ▪ Hierro soluble ▪ Coliformes totales

3.1.11 Análisis del punto FW 317-RZ

La estación de monitoreo FW 317-RZ se encuentra entre extremo sur de Rancho Z y el extremo norte de la propiedad denominada La Blanca, administrativamente se localiza en el lugar conocido como Jhugua Ñandu distrito Concepción, Departamento de Concepción; sus coordenadas UTM de referencia son 21K 503324.00 m E 7459243.00 m S.

Este punto de monitoreo se localiza sobre el arroyo Trementina, en la parte baja de la microcuenca homónima, el cauce en el tramo verificado es de aproximadamente 14 metros de ancho y presento caudal de agua en todas las campañas realizadas.

De acuerdo a los resultados de laboratorio obtenidos en las sucesivas campañas se aplicó el Índice de Calidad de Agua de la *National Sanitation Foundation* (ICA-NSF) y se evaluó el grado de cumplimiento del padrón nacional de agua establecido según Resolución N° 222/02.

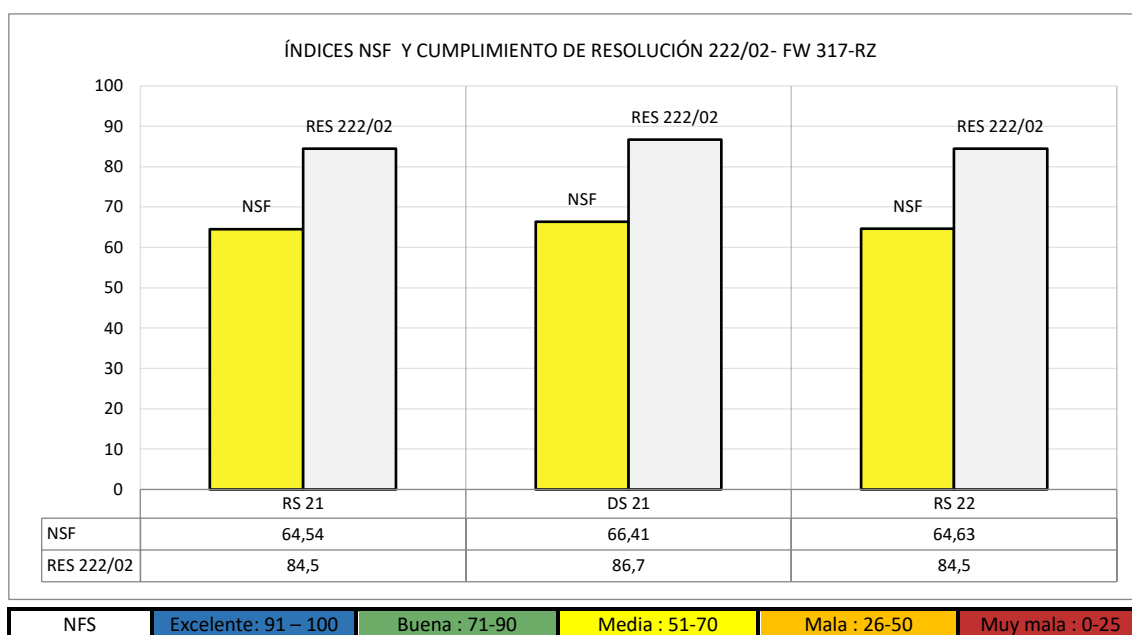


Figura 11. Evaluación del punto de monitoreo FW 317-RZ.

La aplicación del ICA-NSF determino una calidad de agua media en todas las campañas realizadas. El cumplimiento de los requisitos del padrón nacional de aguas estuvo entre el 84,5% y el 86,7%.

CUADRO 11. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 – FW 317-RZ			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	84,5%	86,7%	84,5%
Fuera de los límites (%)	15,5%	13,3%	15,5%
Parámetros fuera de los límites	<ul style="list-style-type: none"> PH Amoníaco Plomo Arsénico Hierro soluble Coliformes totales Coliformes fecales 	<ul style="list-style-type: none"> Oxígeno disuelto Fosforo total Amoníaco Aluminio Manganeso Hierro soluble 	<ul style="list-style-type: none"> Fósforo total Amoníaco Aluminio Hierro soluble Bario Coliformes totales Coliformes fecales

3.1.12 Análisis del punto FW 110-LB

La estación de monitoreo FW 110-LB se encuentra al sur de la estancia La Blanca, administrativamente se localiza en el lugar conocido como Jagareté Potreo del distrito Concepción, Departamento de Concepción; sus coordenadas UTM de referencia son 21K 511487.00 m E 7450940.00 m S.

Este punto de monitoreo corresponde a curso hídrico intermitente e innominado, **afluente directo del Río Aquidabán**, el cauce en el tramo verificado es de aproximadamente 10 metros de ancho y no presenta caudal de agua en la temporada seca 2021 ni en la temporada de lluvias 2022.

Se aplicó el Índice de Calidad de Agua de la *National Sanitation Foundation* (ICA-NSF) y se evaluó el grado de cumplimiento del padrón nacional de agua establecido según Resolución N° 222/02 utilizando los datos obtenidos durante la campaña en temporada de lluvias del 2021.

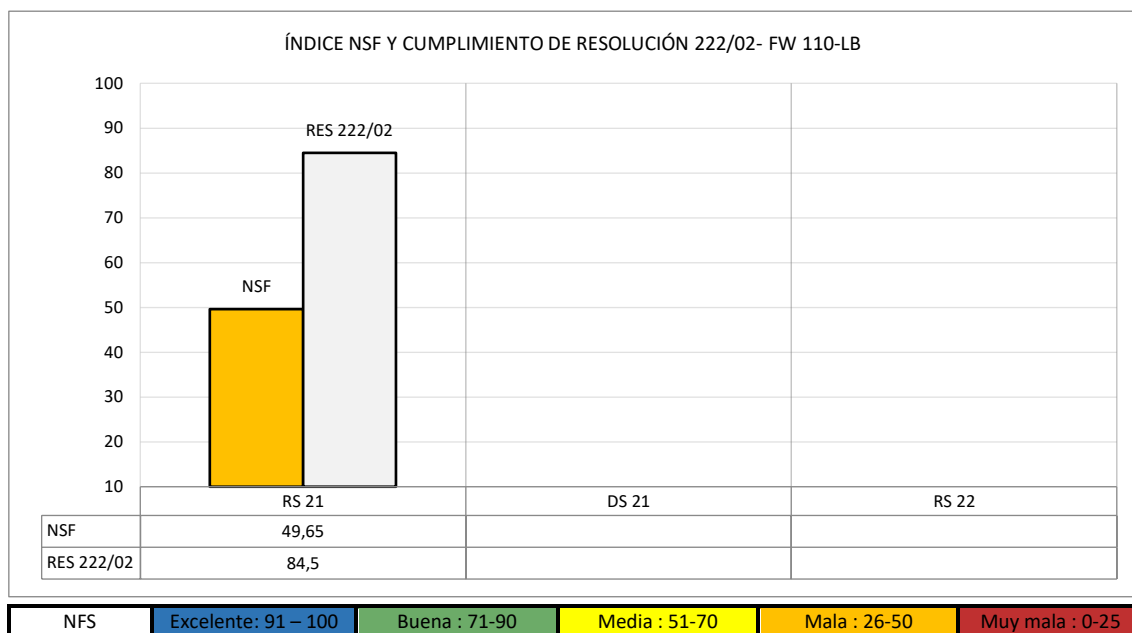


Figura 12. Evaluación del punto de monitoreo FW 110-LB.

Para la única campaña en la que el arroyo presenta caudal el resultado de la aplicación del ICA-NSF determina aguas de mala calidad. El cumplimiento del padrón nacional de aguas fue del 84,5 %.

CUADRO 12. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 FW 110-LB			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	84,5%	S/D	S/D
Fuera de los límites (%)	15,5%	S/D	S/D
Parámetros fuera de los límites	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Oxígeno disuelto ▪ Fósforo total ▪ Amoníaco ▪ Manganeso ▪ Hierro soluble ▪ Coliformes totales ▪ Coliformes fecales 	S/D	S/D

3.1.13 Análisis del punto FW 111-LB

La estación de monitoreo FW 111-LB se encuentra a 1,7 km al sureste de la propiedad, administrativamente se localiza en el lugar conocido Jaguareté Potrero del distrito Concepción, Departamento de Concepción; sus coordenadas UTM de referencia son 21 K 514185.37 m E 7447625.56 m S.

Este punto de monitoreo se localiza sobre el **Río Aquidabán** de la microcuenca homónima, el cauce en el tramo verificado es de aproximadamente 85 metros de ancho y presenta caudal de agua en todas las campañas realizadas.

A partir de los resultados de laboratorio obtenidos en las sucesivas campañas se aplicó el Índice de Calidad de Agua de la National Sanitation Foundation (ICA-NSF) y se evaluó el grado de cumplimiento del padrón nacional de agua establecido según Resolución N° 222/02.

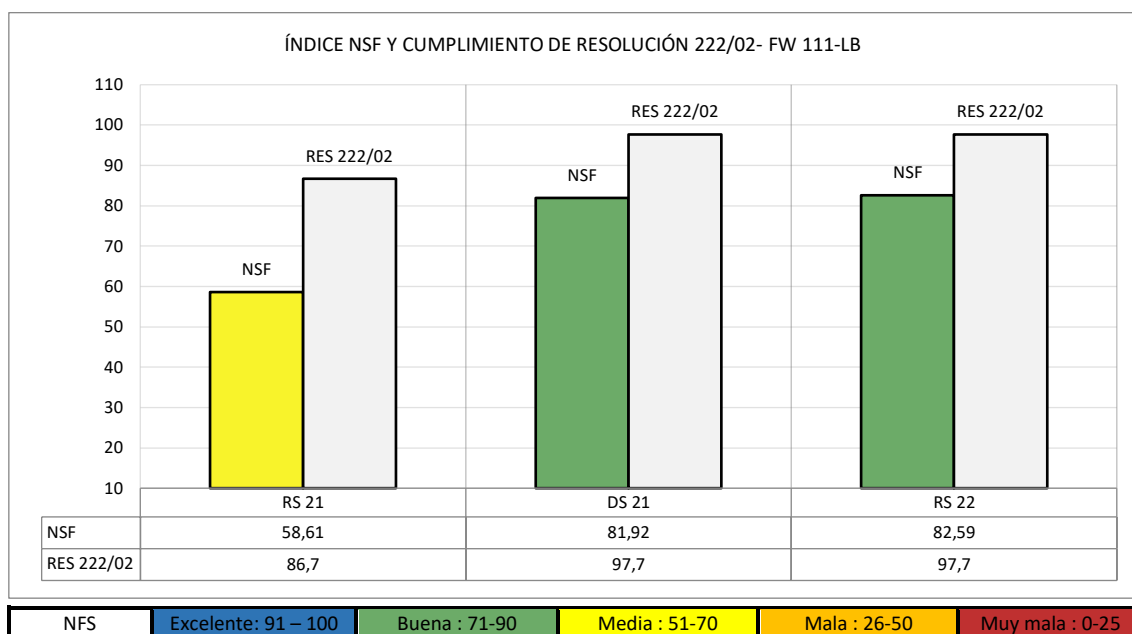


Figura 13. Evaluación del punto de monitoreo FW 111-LB.

De acuerdo a la escala de valoración ICA-NSF el punto presenta calidad de media a buena. En el cuadro 13 se presentan los parámetros que no se ajustaron a los requisitos del padrón nacional de aguas.

CUADRO 13. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 – FW 111-LB			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	86,7%	97,78%	97,78%
Fuera de los límites (%)	17,7%	2,22%	2,22%
Parámetros fuera de los límites	<ul style="list-style-type: none"> pH Turbidez Fósforo total Amoníaco Manganeso Hierro soluble Coliformes totales Coliformes fecales 	<ul style="list-style-type: none"> Fósforo total Amoníaco 	<ul style="list-style-type: none"> Amoníaco Aluminio

3.1.14 Análisis del punto FW 316-CR

La estación de monitoreo FW 316-CR se encuentra en el extremo suroeste de la propiedad denominada Cristo Rey, administrativamente se localiza en el lugar conocido como Laguna Penayo del distrito Loreto, Departamento de Concepción; sus coordenadas UTM de referencia son 21K 485341.00 m E 7442662.00 m S.

Este punto de monitoreo se localiza sobre el Arroyo Laguna Penayo de la microcuenca homónima, el cauce en el tramo verificado es de aproximadamente 35 metros de ancho y presenta caudal de agua en todas las campañas realizadas.

A partir de los resultados de laboratorio obtenidos en las sucesivas campañas se aplicó el Índice de Calidad de Agua de la National Sanitation Foundation (ICA-NSF) y se evaluó el grado de cumplimiento del padrón nacional de agua establecido según Resolución N° 222/02.

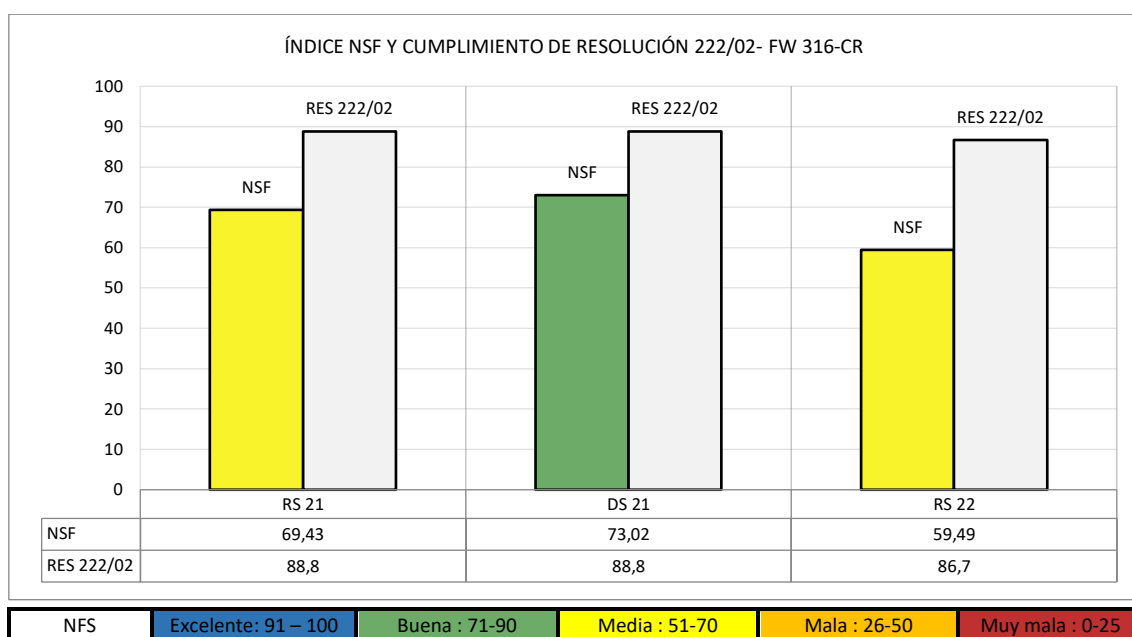


Figura 14. Evaluación del punto de monitoreo FW 316-CR.

De acuerdo a la escala de valoración ICA-NSF el punto de monitoreo presenta calidad media en las campañas realizadas en temporada de lluvias y buena calidad en temporada seca. En el cuadro 14 se presentan los parámetros que no se ajustaron a los requisitos del padrón nacional de aguas.

CUADRO 14. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 – FW 316-CR			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	88,8%	88,8%	86,7%
Fuera de los límites (%)	11,11%	11,11%	17,7%
Parámetros fuera de los límites	<ul style="list-style-type: none"> DQO Nitrógeno total Amoníaco Plomo Hierro soluble 	<ul style="list-style-type: none"> Fósforo total Amoníaco Aluminio Manganeso Hierro soluble 	<ul style="list-style-type: none"> pH Oxígeno disuelto Amoníaco Aluminio Plomo Hierro soluble Coliformes totales Coliformes fecales

3.1.15 Análisis del punto FW 210-ZM

La estación de monitoreo FW 210-ZM se encuentra en la propiedad denominada Zanja Morotĩ, administrativamente se localiza en el lugar conocido como Zona de Estancias del Sgto. José Félix López, Departamento de Concepción; sus coordenadas UTM de referencia son 21K 493362.00 m E 7499162.00 m S. En el área de influencia de la estación de monitoreo se verifica el desarrollo de actividades ganaderas.

Este punto de monitoreo se localiza **sobre el Arroyo Pitano** en la parte alta de la microcuenca homónima, el cauce en el tramo verificado es de aproximadamente 3 metros de ancho y presenta caudal de agua en todas las campañas.

El punto FW 210-ZM fue incluido en programa de monitoreo a partir de la campaña en temporada seca del 2021, a partir de los resultados de laboratorio obtenidos en las sucesivas campañas se aplicó el Índice de Calidad de Agua de la *National Sanitation Foundation* (ICA-NSF) y se evaluó el grado de cumplimiento del padrón nacional de agua establecido según Resolución N° 222/02.

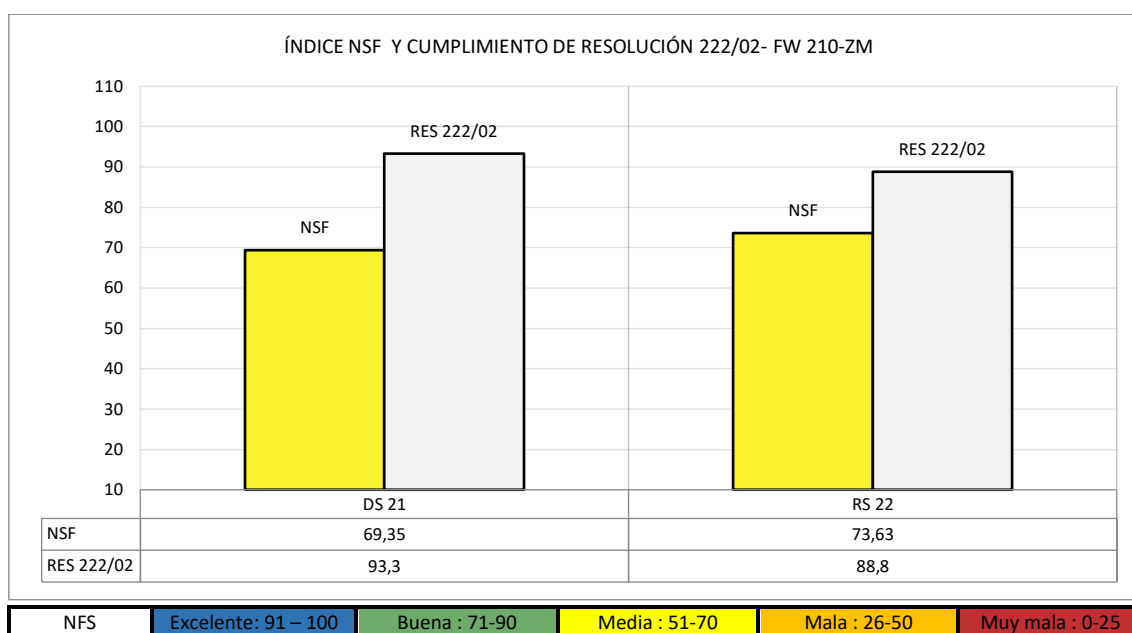


Figura 15. Evaluación del punto de monitoreo FW 210-ZM.

La aplicación del ICA-NSF a los datos disponibles determina aguas de calidad media, en el cuadro 15 se citan los parámetros que no cumplieron con los requisitos del padrón nacional de agua.

CUADRO 15. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 FW 210-ZM			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	S/D	93,3%	88,8%
Fuera de los límites (%)	S/D	6,67%	11,11%
Parámetros fuera de los límites	S/D	<ul style="list-style-type: none"> Fósforo total Amoníaco Hierro soluble 	<ul style="list-style-type: none"> Fósforo total Amoníaco Aluminio Manganeso Hierro soluble

3.1.16 Análisis del punto FW 212-MC

La estación de monitoreo FW 316-CR se encuentra en la propiedad denominada Machuca-Cue, administrativamente se localiza en el lugar conocido como Zona de Estancias del distrito Sgto José Félix López, Departamento de Concepción; sus coordenadas UTM de referencia son 21k 493057.00 m E 7491087.00 m S.

Este punto de monitoreo se localiza sobre un curso hídrico intermitente afluente del Arroyo Laguna Pitanohega en la parte alta de la microcuenca homónima, el cauce en el tramo verificado es de aproximadamente 5 metros de ancho y no presenta caudal de agua en la temporada de lluvias 2022.

El punto FW 212-MC fue incluido en programa de monitoreo a partir de la campaña en temporada seca del 2021, a partir de los resultados de laboratorio obtenidos en las sucesivas campañas se aplicó el Índice de Calidad de Agua de la *National Sanitation Foundation* (ICA-NSF) y se evaluó el grado de cumplimiento del padrón nacional de agua establecido según Resolución N° 222/02.

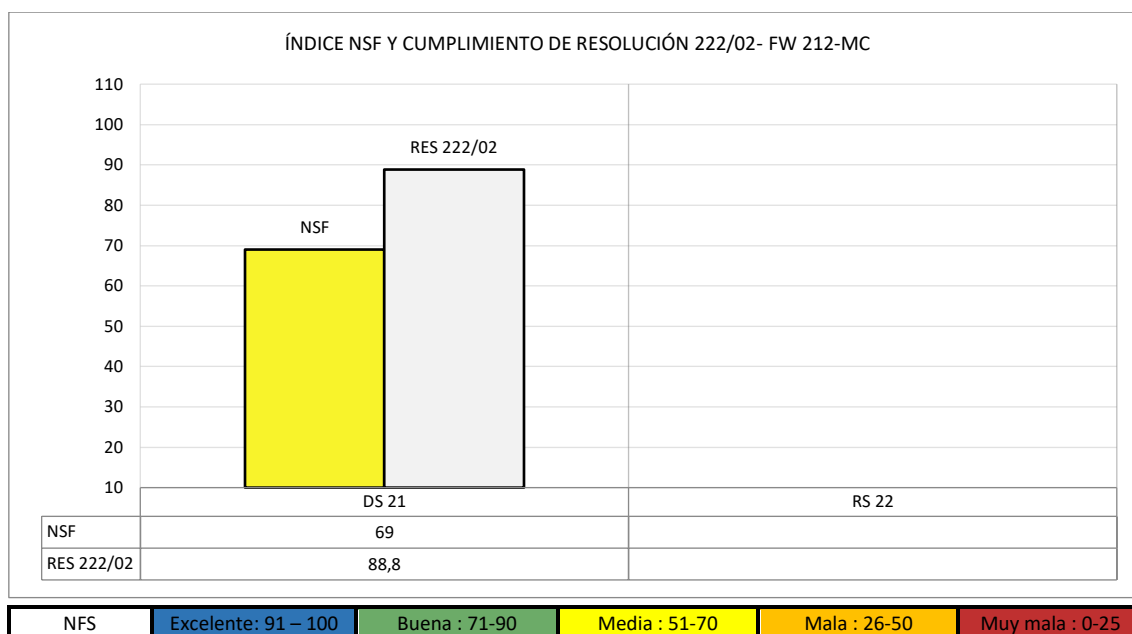


Figura 16. Evaluación del punto de monitoreo FW 212-MC.

El ICA-NSF aplicado a los datos de la campaña en temporada seca 2021 determinó una calidad de agua intermedia, mientras que el cumplimiento del padrón de aguas fue del 88.8%.

CUADRO 16. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 – FW 212-MC			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	S/D	88,8%	S/D
Fuera de los límites (%)	S/D	11,11%	S/D
Parámetros fuera de los límites	S/D	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Turbidez ▪ Fósforo total ▪ Nitrógeno total ▪ Amoníaco ▪ Hierro soluble 	S/D

3.1.17. Análisis del punto FW 318-VS

La estación de monitoreo FW 318-VS se encuentra en el extremo sur de la propiedad denominada Villa Sana, administrativamente se localiza en el lugar conocido como Paso Barreto del Distrito de Concepción, Departamento de Concepción; sus coordenadas UTM de referencia son 21 k 487111.56 m E 7470903.50 m S.

Este punto de monitoreo se localiza sobre el Arroyo Pitanoahaga, en la parte media de la microcuenca homónima, el cauce en el tramo verificado es de aproximadamente 25 metros de ancho.

El punto FW 318-VS fue incluido en el programa de monitoreo a partir de la campaña en temporada seca del 2021; se encontró el cauce sin caudal de agua en la temporada seca del 2021 y en la temporada de lluvias 2022. No se cuenta con resultados de laboratorio de este punto.



Figura 17. Evidencias fotográficas de punto FW 318-VS.

CUADRO 17. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 – FW 212-MC			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	S/D	S/D	S/D

Fuera de los límites (%)	S/D	S/D	S/D
Parámetros fuera de los límites	S/D	S/D	S/D

3.1.18 Análisis del punto FW 319-SO

La estación de monitoreo FW 319-SO se encuentra en la propiedad denominada Soledad, administrativamente se localiza en el lugar conocido como Zona de Estancias del Sgto. José Félix López, Departamento de Concepción; sus coordenadas UTM de referencia son 21K 479134.00 m E 7493163.00 m S. En el área de influencia de la estación de monitoreo se verifica el desarrollo de actividades ganaderas.

Este punto de monitoreo se localiza sobre el Arroyo Laguela perteneciente a la microcuenca Pitanoahaga, el cauce en el tramo verificado es de aproximadamente 7 metros de ancho y presenta caudal de agua en todas las campañas.

El punto FW 319-SO fue incluido en programa de monitoreo a partir de la campaña en temporada seca del 2021, a partir de los resultados de laboratorio obtenidos en las sucesivas campañas se aplicó el Índice de Calidad de Agua de la *National Sanitation Foundation* (ICA-NSF) y se evaluó el grado de cumplimiento del padrón nacional de agua establecido según Resolución N° 222/02.

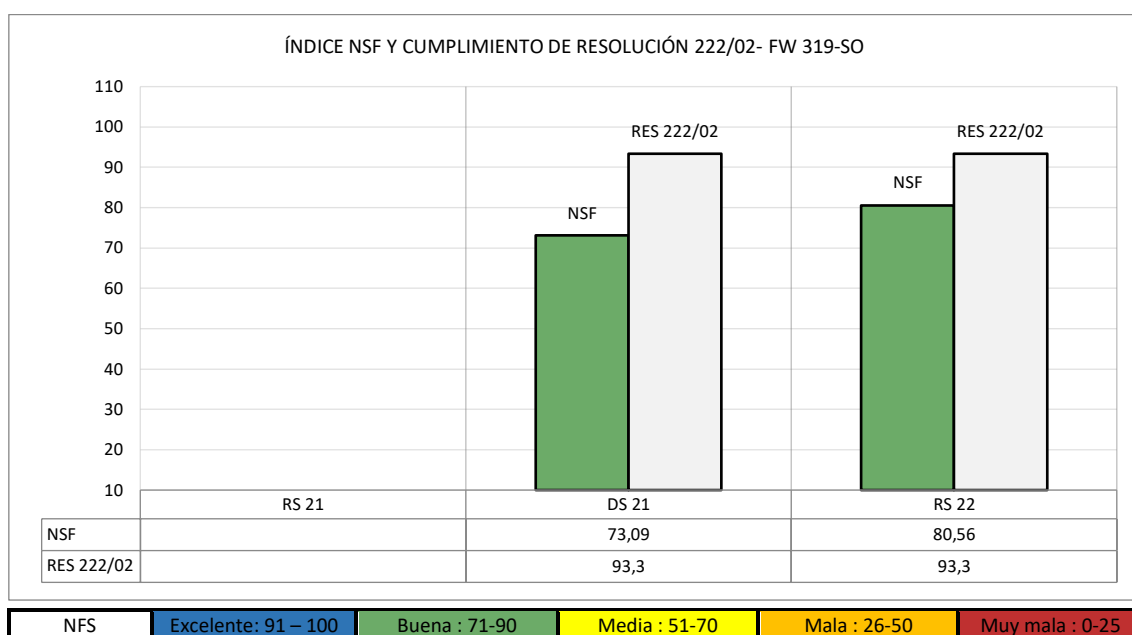


Figura 18. Evaluación del punto de monitoreo FW 319-SO.

Para aguas de la Clase 2 la Resolución SEAM 222/02 establece el límite de 200 mg/l. Ninguna determinación analítica superó la concentración máxima permisible.

De acuerdo a la aplicación de ICA-NSF las del arroyo Laguela en el punto de monitoreo muestreado presentan una buena calidad. En ambas campañas el cumplimiento de los requisitos del padrón nacional de agua fue del 93,3%.

CUADRO 18. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 – FW 319-SO			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	S/D	93,3%	93,3%
Fuera de los límites (%)	S/D	6,67%	6,67%
Parámetros fuera de los límites	S/D	<ul style="list-style-type: none"> Fósforo total Amoníaco Hierro soluble 	<ul style="list-style-type: none"> Aluminio Manganeso Arsénico

3.2.19 Análisis del punto FW 01-PY

La estación de monitoreo FW 01-PY se encuentra en la zona de influencia de la planta de celulosa, frente una propiedad anteriormente rural conocida como Zapatero-Cue o Albertini-Cue, administrativamente se localiza en el lugar denominado Laguna Plato del distrito Concepción, Departamento de Concepción; sus coordenadas UTM de referencia son 221K 446252.08 m E 7428199.87 m S.

Este punto de monitoreo se localiza sobre el Río Paraguay a 25 km aguas arriba de la ciudad de Concepción. La estación FW 01-PY representa la calidad de agua antes del vertido de efluentes que se realizara mediante un emisario sub-fluvial.

A partir de los resultados de laboratorio obtenidos en las sucesivas campañas se aplicó el Índice de Calidad de Agua de la *National Sanitation Foundation* (ICA-NSF) y se evaluó el grado de cumplimiento del padrón nacional de agua establecido según Resolución N° 222/02.

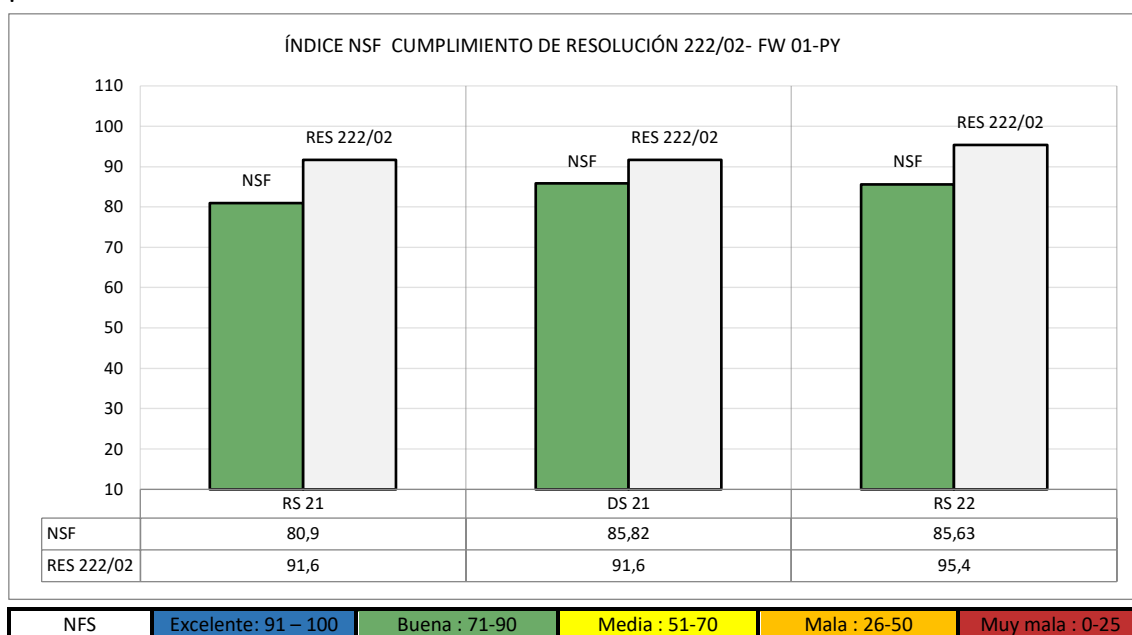


Figura 19. Evaluación del punto de monitoreo FW 01-PY.

De acuerdo a la escala de valoración ICA-NSF el punto presenta aguas de buena calidad en todas las campañas realizadas. El cumplimiento del padrón nacional de aguas estuvo entre 91,6% y 95,9%, en el cuadro 19 se citan los parámetros que sobrepasan el límite establecido.

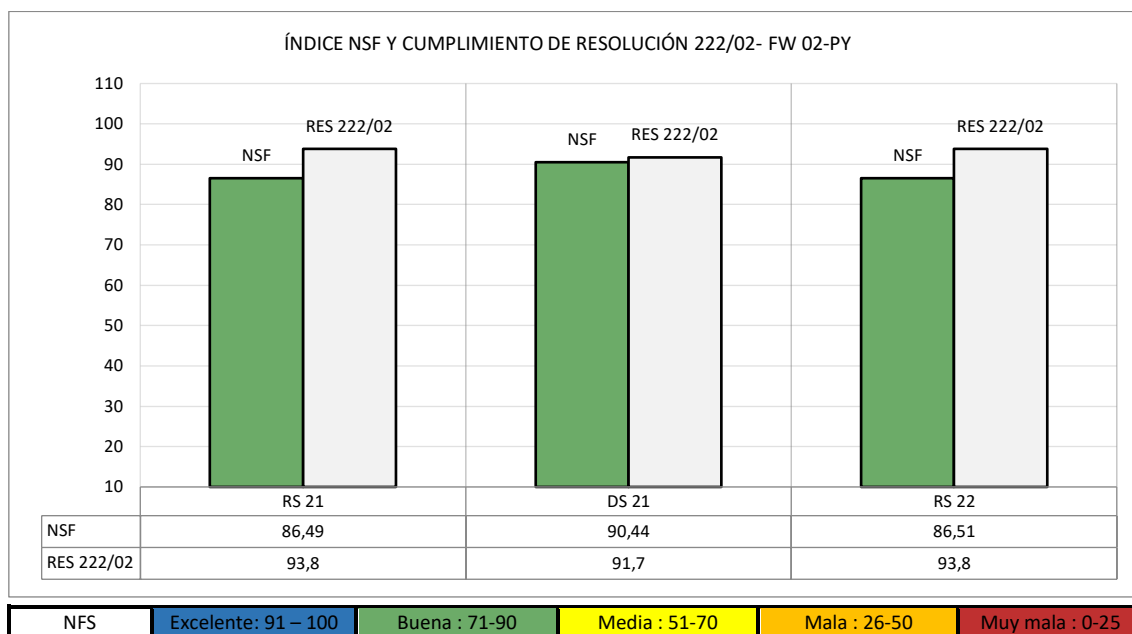
CUADRO 19. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 – FW 01-PY			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	91,6%	91,6%	95,9%
Fuera de los límites (%)	8,4%	8,4%	4,1%
Parámetros fuera de los límites	<ul style="list-style-type: none"> Fósforo total Amoníaco Manganeso Hierro soluble 	<ul style="list-style-type: none"> Fósforo total Amoníaco Manganeso Hierro soluble 	<ul style="list-style-type: none"> Fósforo total Aluminio

3.1.20 Análisis del punto FW 02-PY

La estación de monitoreo FW 02-PY se encuentra en la zona de influencia de la planta de celulosa, frente una propiedad anteriormente rural conocida como Zapatero-Cue o Albertini-Cue, administrativamente se localiza en el lugar denominado Laguna Plato del distrito Concepción, Departamento de Concepción; sus coordenadas UTM de referencia son 21K 449520.00 m E 7425420.00 m S.

Este punto de monitoreo se localiza sobre el Río Paraguay a 23 km aguas arriba de la ciudad de Concepción. La estación FW 02-PY representa la calidad de agua después del vertido de efluentes que se realizara mediante un emisario sub-fluvial.

A partir de los resultados de laboratorio obtenidos en las sucesivas campañas se aplicó el Índice de Calidad de Agua de la *National Sanitation Foundation* (ICA-NSF) y se evaluó el grado de cumplimiento del padrón nacional de agua establecido según Resolución N° 222/02.



NFS	Excelente: 91 – 100	Buena : 71-90	Media : 51-70	Mala : 26-50	Muy mala : 0-25
-----	---------------------	---------------	---------------	--------------	-----------------

Figura 20. Evaluación del punto de monitoreo FW 02-PY.

De acuerdo a la escala de valoración ICA-NSF el punto presenta aguas de buena calidad en todas las campañas realizadas. El cumplimiento del padrón nacional de aguas estuvo entre 91,7% y 93,8%, en el cuadro 20 se citan los parámetros que sobrepasan el límite establecido.

CUADRO 20. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 FW 02-PY			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	93,8%	91,7%	93,8%
Fuera de los límites (%)	6,2%	8,3%	6,2%
Parámetros fuera de los límites	<ul style="list-style-type: none"> Amoníaco Manganeso Hierro soluble 	<ul style="list-style-type: none"> Fósforo total Amoníaco Manganeso Hierro soluble 	<ul style="list-style-type: none"> Fósforo total Aluminio Selenio

3.1.21. Análisis del punto FW 03-PY

El punto de monitoreo FW 03-PY se localiza sobre el Río Paraguay frente al puerto de Concepción cerca de la toma de la aductora de la ESSAP. La estación FW 03-PY representa la calidad de agua que llega al núcleo urbano de mayor importancia y proximidad a la planta industrial. Sus coordenadas UTM de referencia son 21 k 453400.00 m E 7411400.00 m S.

El punto FW 03-PY fue incluido en programa de monitoreo a partir de la campaña en temporada de lluvias del 2022, a partir de los resultados de laboratorio obtenidos en dicha campaña se aplicó el Índice de Calidad de Agua de la *National Sanitation Foundation* (ICA-NSF) y se evaluó el grado de cumplimiento del padrón nacional de agua establecido según Resolución N° 222/02.

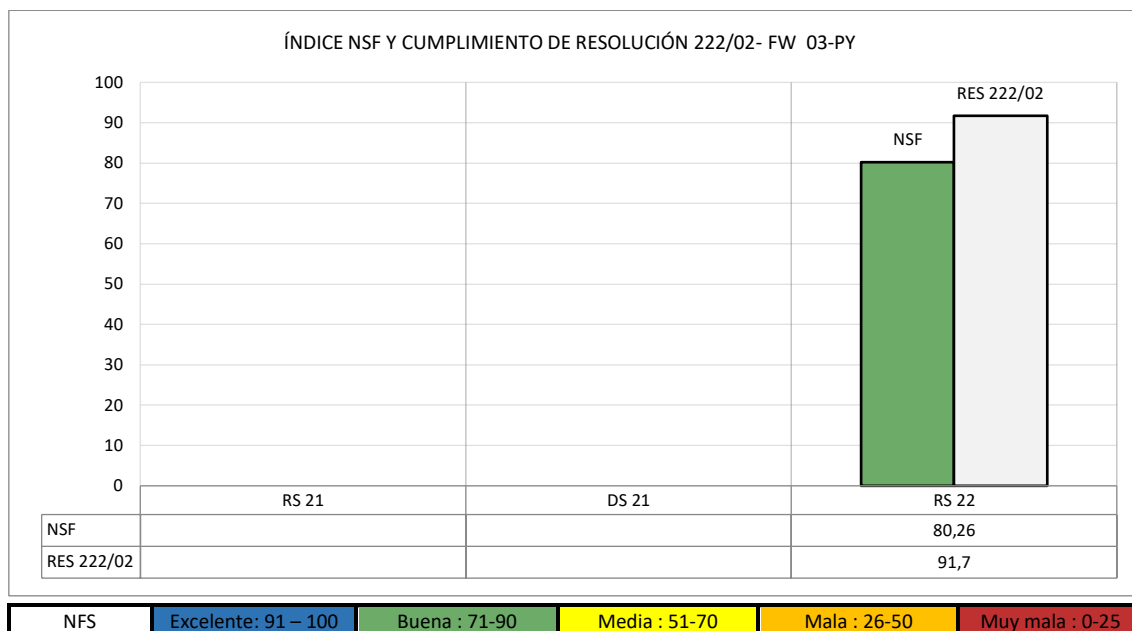


Figura 21. Evaluación del punto de monitoreo FW 03-PY.

El ICA-NSF aplicado a los datos de la campaña en temporada de lluvias 2022 determino una buena calidad de agua, mientras que el cumplimiento del padrón de aguas fue del 91,7%.

CUADRO 21. CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN 222/02 – FW 03-PY			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	S/D	S/D	91,7%
Fuera de los límites (%)	S/D	S/D	8,3%
Parámetros fuera de los límites	S/D	S/D	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fósforo total ▪ Aluminio ▪ Plomo ▪ Hierro soluble

IV. AGUAS SUBTERRÁNEAS

4.1 Interpretación de resultados de aguas subterráneas

En la serie de gráficos presentados a continuación se expone el comportamiento de cada parámetro determinado en los pozos que pudieron ser muestreados.

4.1.1 Análisis del punto GW 18-ZA

El punto de monitoreo GW 18-ZA se encuentra dentro de la estancia denominada Zapallo, al nordeste del distrito de Bella Vista, Departamento de Amambay; sus coordenadas UTM de referencia son 21K 548201.00 m E, 7512128.00 m S.

El punto de monitoreo corresponde a un pozo artesiano que se localiza en la sede de la estancia y se utiliza para la provisión de agua del lugar, en su área de influencia se verifica la existencia de viviendas del personal, área administrativa y el desarrollo de actividades ganaderas.

En base a los resultados de laboratorio obtenidos en las sucesivas campañas se aplicó el índice de calidad de agua (ICA) y se evaluó el grado de cumplimiento de los límites de calidad para agua potable establecidos en las normas nacionales.

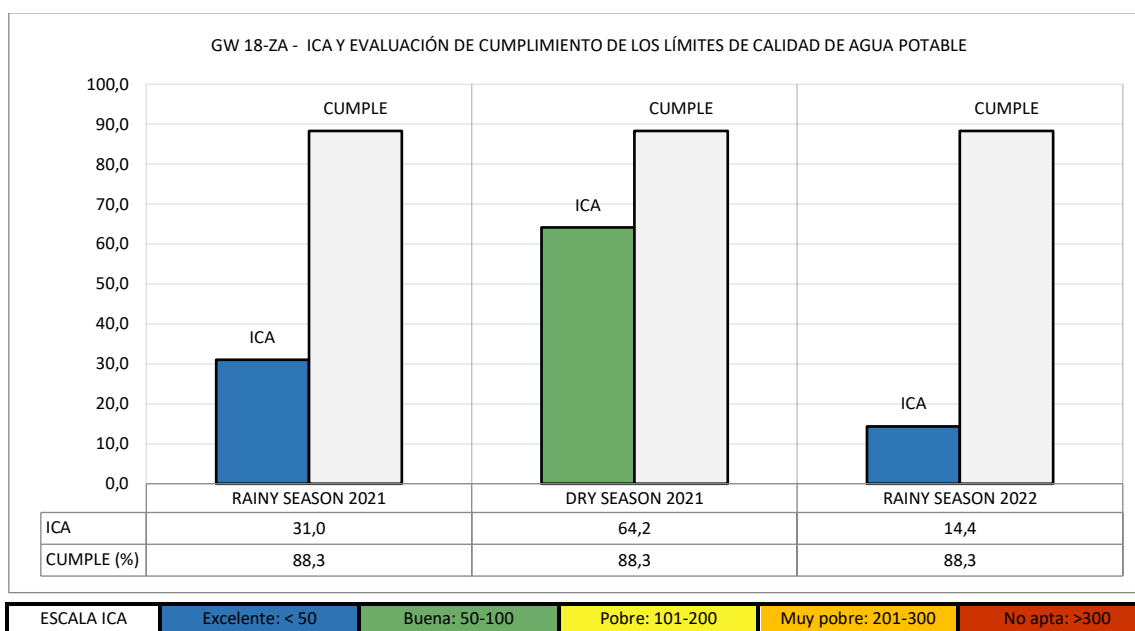


Figura 22. Evaluación del punto de monitoreo GW 18-ZA.

De acuerdo al ICA aplicado se determina que el agua del pozo presenta una calidad de buena a excelente para el consumo humano. En todas las campañas el 88,3% de los parámetros evaluados se encontraron conformes a los límites; en el cuadro x se reportan los parámetros que exceden los valores máximos especificados en la normativa vigente.

CUADRO 22. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2020 Y LA NP 24 001 80 - GW 18-ZA			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	88,3%	88,3%	88,3%
Fuera de los límites (%)	11,7%	11,7%	11,7%
Parámetros fuera de los límites	1. Coliformes totales 2. Coliformes fecales	1. Coliformes totales 2. Coliformes fecales	1. Coliformes totales 2. Coliformes fecales

* Límite correspondiente a la NP 24 001 80

Se verifica que en todas las campañas los indicadores microbiológicos exceden las concentraciones máximas recomendadas. Ningún parámetro fisicoquímico incumple los requisitos generales para agua potable.

4.1.2. Análisis del punto GW 20-ST

La estación de monitoreo GW 20-ST se encuentra dentro de la estancia denominada Santa Teresa, al nordeste del distrito Bella Vista, Departamento de Amambay; sus coordenadas UTM de referencia son 21K 537999.00 m E, 7498476.00 m S.

El punto de monitoreo corresponde a un pozo artesiano que se localiza en la sede de la estancia y se utiliza para la provisión de agua del lugar, en su área de influencia se verifica la existencia de viviendas del personal, área administrativa, taller, área recreativa y pista de aviación. La propiedad cuenta con plantaciones forestales de *Eucaliptus sp* y actividades ganaderas, pero las mismas se desarrollan más allá de los 100 metros a la redonda del pozo.

En base a los resultados de laboratorio obtenidos en las sucesivas campañas se aplicó el índice de calidad de agua (ICA) y se evaluó el grado de cumplimiento de los límites de calidad para agua potable establecidos en las normas nacionales.

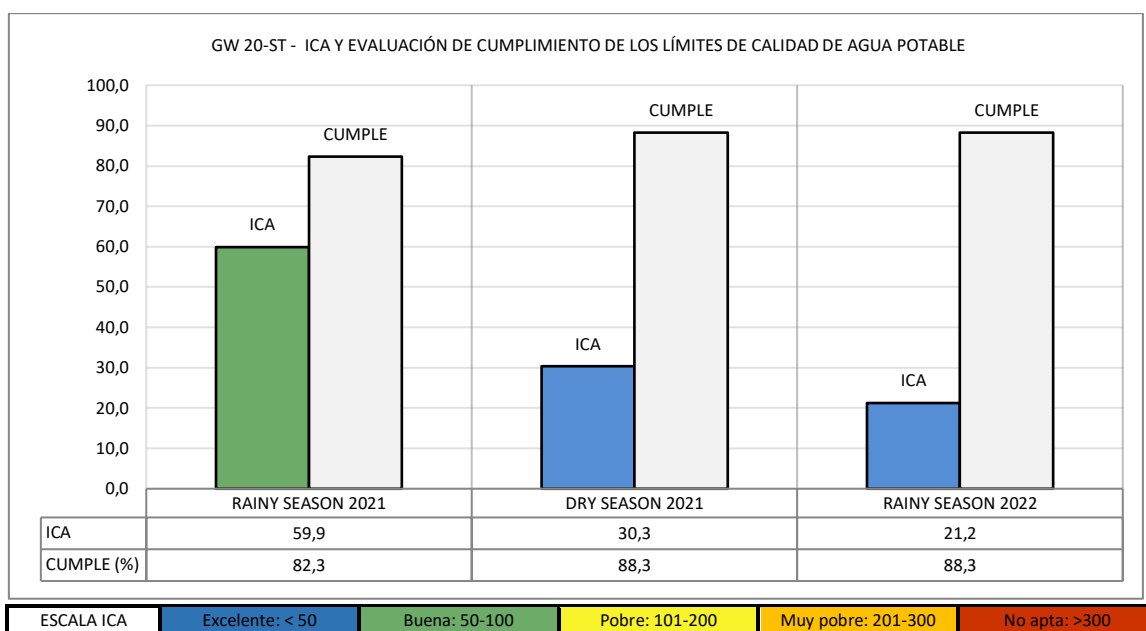


Figura 23. Evaluación del punto de monitoreo GW 20-ST.

De acuerdo al ICA aplicado se determina que el agua del pozo presenta una calidad de buena a excelente para el consumo humano. El grado de cumplimiento de los límites normativos estuvo de entre el 82,3% al 88,3% de conformidad.

CUADRO 23. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2000 Y LA NP 24 001 80 GW 20-ST			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	82,3%	88,3%	88,3%
Fuera de los límites (%)	17,7%	11,7%	11,7%
Parámetros fuera de los límites	<ul style="list-style-type: none"> pH Coliformes totales Coliformes fecales 	<ul style="list-style-type: none"> pH Coliformes totales 	<ul style="list-style-type: none"> pH Coliformes totales

* Límite correspondiente a la NP 24 001 80

El pozo presenta aguas ligeramente acidas, por debajo del límite inferior de 6,5 establecido en Ley 1614/2000; la Norma Paraguaya NP 24 001 80 admite una tolerancia de pH- entre 5,0 a 9,0 para aguas

subterráneas sin sistemas de distribución, atendiendo que la menor lectura de pH en el punto fue de 5,44 se puede afirmar que el pH aún se encuentra dentro los límites aptos para consumo humano. En todas las campañas se verifica parámetros microbiológicos fuera de los requisitos recomendados.

4.1.3 Análisis del punto GW 19-HE

La estación de monitoreo GW 19-HE se encuentra dentro de la estancia Hermosa, en la localidad conocida como Zona de Estancias perteneciente al distrito Sgto. José Félix Estigarribia del Departamento de Concepción; sus coordenadas UTM de referencia son 21K 512695.00 m E 7515558.00 m S.

El punto de monitoreo corresponde a un pozo artesiano utilizado en la provisión de agua del establecimiento, en un radio de 100 metros se verifica la existencia de área administrativa, viviendas del personal, taller y huerta de autoconsumo. En la finca se desarrollan actividades ganaderas y también cuenta con plantaciones forestales de Eucaliptus sp.

En base a los resultados de laboratorio obtenidos en las sucesivas campañas se aplicó el índice de calidad de agua (ICA) y se evaluó el grado de cumplimiento de los límites de calidad para agua potable establecidos en las normas nacionales.

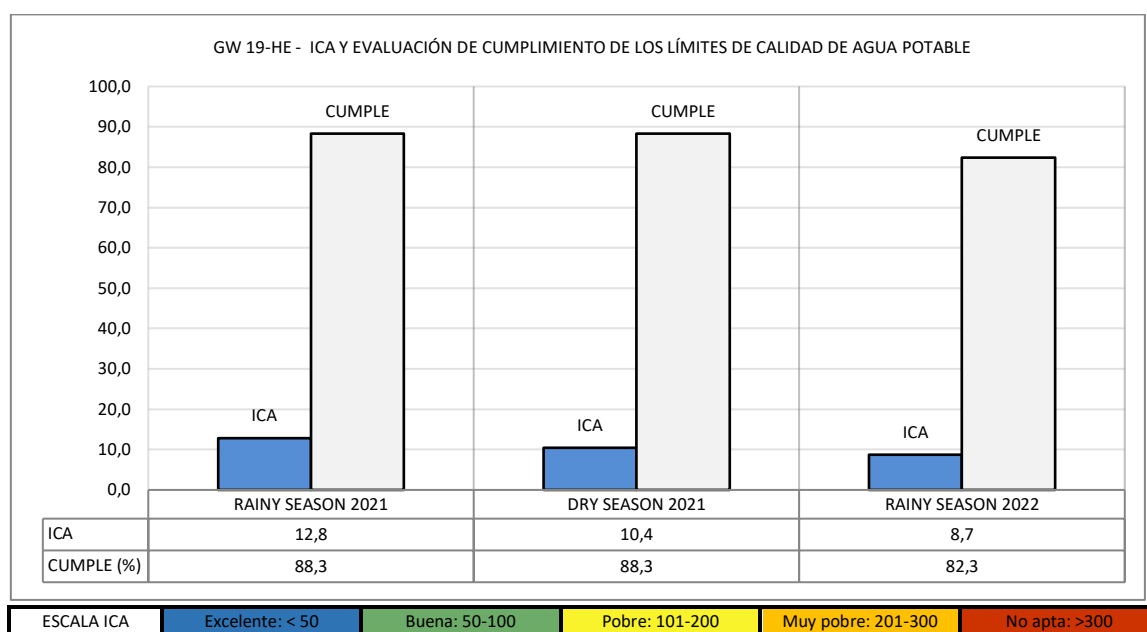


Figura 24. Evaluación del punto de monitoreo GW 19-HE.

De acuerdo a la aplicación del ICA las aguas del pozo presentan una calidad excelente para el consumo humano, el grado de cumplimiento de los límites establecidos en la normativa nacional fue siempre superior al 80%. En el cuadro x se citan los parámetros que no cumplen con los requisitos de referencia.

CUADRO 24. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2020 Y LA NP 24 001 80 - GW 19-HE			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	88,3%	88,3%	82,3%
Fuera de los límites (%)	11,7%	11,7%	17,7%
Parámetros fuera de los límites	<ul style="list-style-type: none"> Coliformes fecales Coliformes totales 	<ul style="list-style-type: none"> Coliformes fecales Coliformes totales 	<ul style="list-style-type: none"> Potasio Coliformes fecales Coliformes totales

* Límite correspondiente a la NP 24 001 80

Revisando los datos históricos del punto se encuentra que el único parámetro fisicoquímico con concentraciones superiores al límite fue el potasio durante la campaña en temporada de lluvias del 2022 (RS 2022); consistentemente se verifica que los parámetros microbiológicos no se encuentran en el rango recomendado por la normativa nacional.

4.1.4 Análisis del punto GW 23-SL

La estación de monitoreo GW 23-SL se encuentra dentro de la estancia San Liberato, en la localidad conocida como Zona de Estancias perteneciente al distrito Sgto. José Félix Estigarribia del Departamento de Concepción; sus coordenadas UTM de referencia son 21K 516367.00 m E 7503054.00 m S.

Este punto de monitoreo corresponde a un pozo artesiano utilizado en la provisión de agua de la finca, en un radio de 100 metros se verifica la existencia de área administrativa, vivero de plantines y depósitos de máquinas e insumos forestales. Actualmente en esta propiedad no se desarrollan actividades ganaderas y se verifica la conversión del uso del suelo de pasturas a plantaciones forestales.

En base a los resultados de laboratorio obtenidos en las sucesivas campañas se aplicó el índice de calidad de agua (ICA) y se evaluó el grado de cumplimiento de los límites de calidad para agua potable establecidos en las normas nacionales.

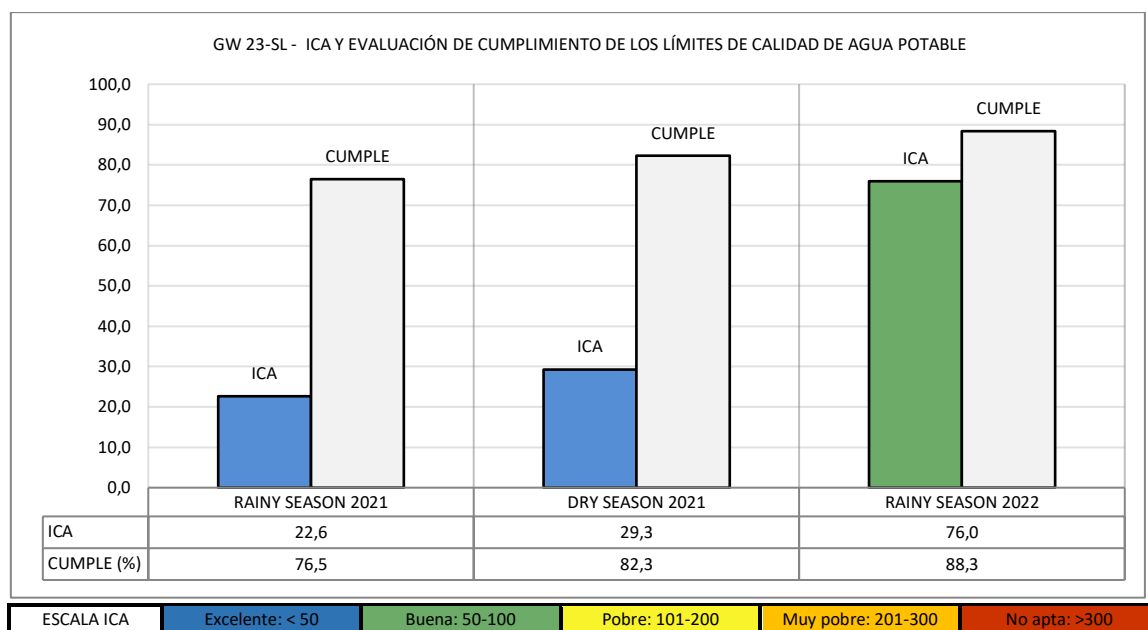


Figura 25. Evaluación del punto de monitoreo GW 23-SL.

De acuerdo al ICA aplicado el pozo presenta un rango calidad de agua de buena a excelente para el consumo humano. El cumplimiento normativo osciló entre 76,5% y 88,3%.

CUADRO 25. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2000 Y LA NP 24 001 80 – GW 23-SL			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	76,5%	82,3%	88,3%
Fuera de los límites (%)	23,5%	17,7%	11,7%
Parámetros fuera de los límites	<ul style="list-style-type: none"> pH Coliformes totales Coliformes fecales <i>Escherichia coli</i> 	<ul style="list-style-type: none"> pH Coliformes totales Coliformes fecales 	<ul style="list-style-type: none"> Coliformes totales Coliformes fecales

* Límite correspondiente a la NP 24 001 80

Utilizando como referencia la Ley 1614/2000 el pH se encuentra por debajo del límite inferior (ligeramente ácido) sin embargo, las lecturas obtenidas se encuentran en el rango admisible para aguas subterráneas sin sistemas de distribución según la NP 24 001 80. No se registra elementos químicos que excedan los límites y los contaminantes encontrados son de origen microbiológicos.

4.1.5 Análisis del punto GW 25 PLALO HAYA

La estación de monitoreo GW 25-PALO HAYA se encuentra en un retiro de la estancia San Liberato, en la localidad conocida como Zona de Estancias perteneciente al distrito Sgto. José Félix Estigarribia del Departamento de Concepción; sus coordenadas UTM de referencia son 21 K 522532 m E 7498944 m S.

Este punto de monitoreo corresponde a un pozo artesiano utilizado en la provisión de agua del lugar, en un radio de 100 m se verifica la existencia de un campamento forestal, vivienda del personal y vivero de rusificación de plantines de Eucaliptus sp. En su área de influencia se verifica la conversión de pasturas a plantaciones forestales.

Este punto de monitoreo fue incluido en el Ajuste de los Términos de Referencia del 2022, por ello este pozo cuenta únicamente con los resultados de la campaña en temporada de lluvias del corriente. En el grafico X se representa la aplicación del índice de calidad de agua (ICA) y la evaluación del grado de cumplimiento de los límites de calidad para agua potable establecidos en las normas nacionales.

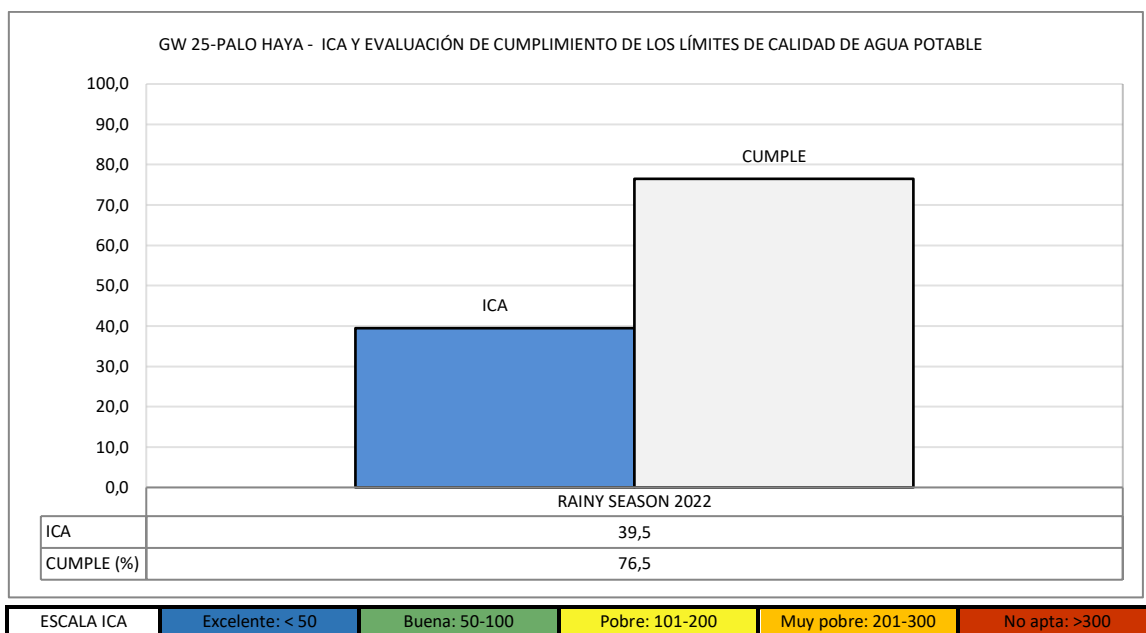


Figura 26. Evaluación del punto de monitoreo GW 25-PALO HAYA.

De acuerdo al ICA aplicado el pozo presenta agua de excelente calidad para el consumo humano, el cumplimiento de los límites de referencia fue de 76,5%. En el cuadro X se citan los parámetros que no cumplieron con los requisitos establecidos.

CUADRO 26. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2020 Y LA NP 24 001 80 GW 25 PLALO HAYA			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	S/D	S/D	76,5%
Fuera de los límites (%)	S/D	S/D	23,5%
Parámetros fuera de los	S/D	S/D	▪ pH

límites			<ul style="list-style-type: none"> ▪ Potasio ▪ Coliformes totales ▪ Coliformes fecales
---------	--	--	---

* Límite correspondiente a la NP 24 001 80

3.3.6 Análisis del punto GW 16-GA

La estación de monitoreo GW 16-GA se encuentra en la estancia Gavilán, en la localidad conocida como Zona de Estancias perteneciente al distrito Sgto. José Félix Estigarribia del Departamento de Concepción; sus coordenadas UTM de referencia son 21K 505125.00 m E 7498320.00 m S.

Este punto de monitoreo corresponde a un pozo artesiano localizado en la sede de la finca y es utilizado para la provisión de agua del sitio, en sus alrededores se verifica el desarrollo de actividades ganaderas y plantaciones forestales de Eucaliptus sp.

En base a los resultados de laboratorio obtenidos en las sucesivas campañas se aplicó el índice de calidad de agua (ICA) y se evaluó el grado de cumplimiento de los límites de calidad para agua potable establecidos en las normas nacionales.

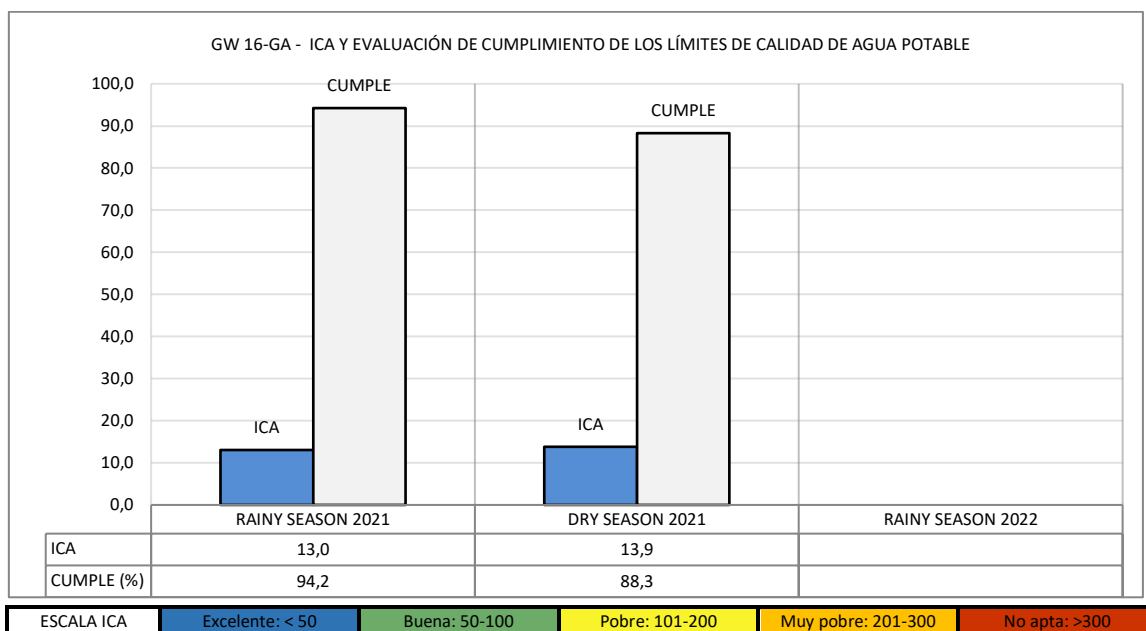


Figura 27. Evaluación del punto de monitoreo GW 16-GA.

De acuerdo al ICA aplicado el pozo presenta aguas de excelente calidad para el consumo humano; en las campañas realizadas la adecuación a los límites de referencia fue superior al 88%. -A causa de una avería en la bomba sumergible del pozo, no fue posible la toma de muestra en la temporada de lluvias del corriente.

CUADRO 27. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2020 Y LA NP 24 001 80 – GW 16-GA			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	94,2%	88,3%	S/D

Fuera de los límites (%)	5,8%	11,7%	S/D
Parámetros fuera de los límites	<ul style="list-style-type: none"> Coliformes totales 	<ul style="list-style-type: none"> Coliformes totales Coliformes fecales 	S/D

* Límite correspondiente a la NP 24 001 80

No se registran parámetros fisicoquímicos que no cumplan con los requisitos para agua potable; los parámetros fuera del límite corresponden a indicadores microbiológicos.

3.3.7 Análisis del punto GW 24 BELEN

La estación de monitoreo GW 24-BELEN se encuentra en el retiro denominado Belén perteneciente a la estancia San Liberato, administrativamente corresponde a la localidad conocida como Zona de Estancias del distrito Sgto. José Félix Estigarribia, Departamento de Concepción; sus coordenadas UTM de referencia son 21Kn 518775.00 m E 7492688.00 m S.

Este punto de monitoreo es un pozo artesiano reciente excavado que se utiliza para el abastecimiento de agua de un campamento forestal, en un radio de 100 metros se verifica la existencia viviendas del personal, oficina administrativa, depósito de maquinaria e implementos forestales y vivero de rusificación de plantines. En su zona de influencia se desarrollan plantaciones de *Eucaliptus sp.*

El punto de monitoreo fue incluido en el Ajuste de los Términos de Referencia del 2022, por ello solo se cuenta con datos analíticos para la campaña en temporada de lluvia del corriente. En la figura x se representa la aplicación de un índice de calidad de agua y el grado de cumplimiento de los límites de referencia.

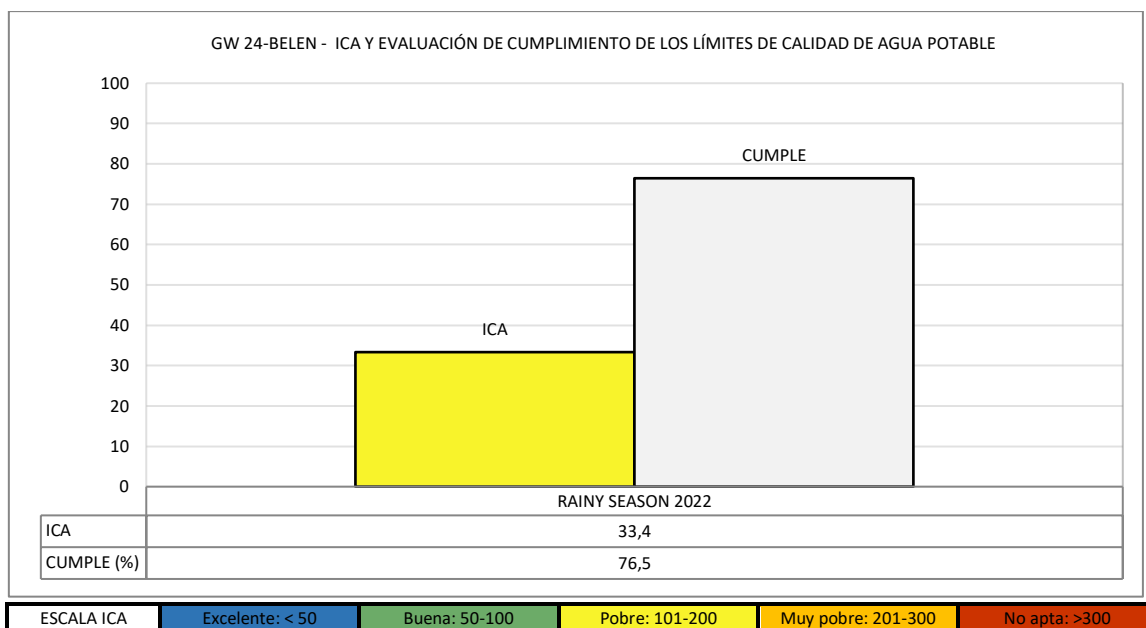


Figura 28. Evaluación del punto de monitoreo GW 24-BELEN.

De acuerdo al ICA aplicado el pozo presenta una pobre calidad de agua para el consumo humano, el cumplimiento de los límites de referencia fue del 76,5%.

CUADRO 28. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2020 Y LA NP 24 001 80 – GW 24-BELEN			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	S/D	S/D	76,5%
Fuera de los límites (%)	S/D	S/D	23,5%
Parámetros fuera de los límites	S/D	S/D	<ul style="list-style-type: none"> Alcalinidad Sodio Potasio Coliformes totales Coliformes fecales

* Límite correspondiente a la NP 24 001 80

3.3.8 Análisis del punto GW 11 MICHEL

La estación de monitoreo GW 11-MICHEL se encuentra en el retiro Michel perteneciente a la estancia Trementina, administrativamente se ubica en la localidad conocida como Zona de Estancias del Distrito de Concepción del departamento homónimo; sus coordenadas UTM de referencia son 21K 518643.00 m E 7484801.00 m S.

Este punto de monitoreo es un pozo artesiano que se encuentra en medio de las plantaciones de *Eucalyptus sp*, sus aguas se utilizan en la plantación y también se bombean hasta la sede de la estancia que se encuentra a aproximadamente 2,5 m.

En base a los resultados de laboratorio obtenidos en las sucesivas campañas se aplicó el índice de calidad de agua (ICA) y se evaluó el grado de cumplimiento de los límites de calidad para agua potable establecidos en las normas nacionales.

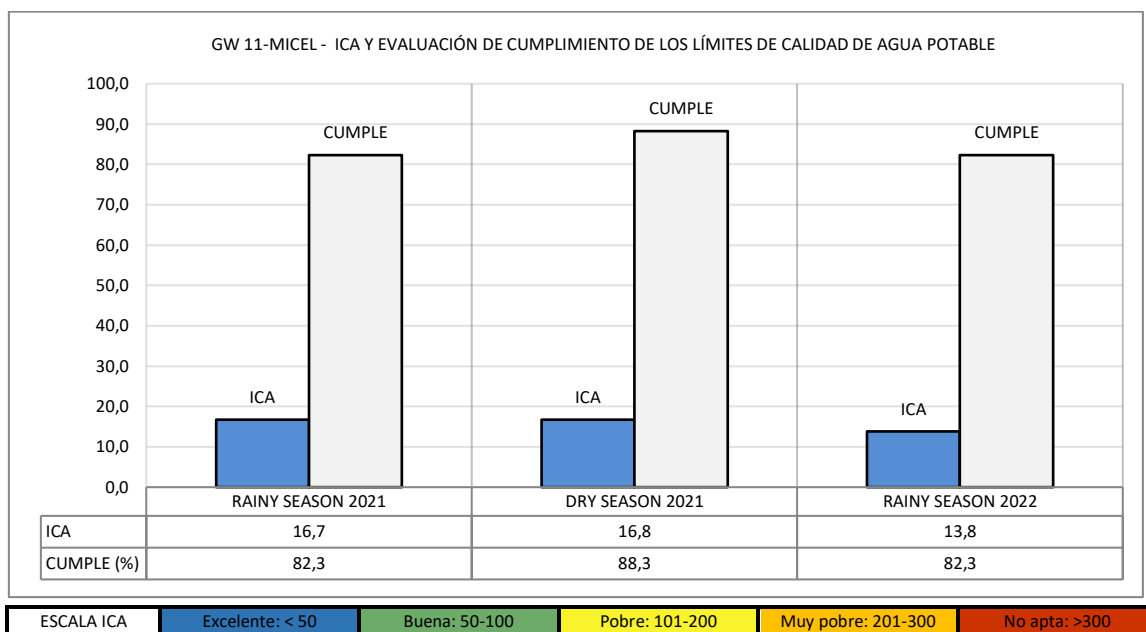


Figura 29. Evaluación del punto de monitoreo GW 11-MICEL.

De acuerdo al ICA aplicado las aguas del pozo presentan una excelente calidad para el consumo humano, en todas las campañas el cumplimiento de los límites fue superior al 82%. En el cuadro x se presentan los parámetros que no cumplen con los estándares de agua potable.

CUADRO 29. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2020 Y LA NP 24 001 80 GW 11-MICHEL			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	82,3%	88.3%	82,3%
Fuera de los límites (%)	17,7%	11,7%	17,7%
Parámetros fuera de los límites	<ul style="list-style-type: none"> pH Coliformes totales Coliformes fecales 	<ul style="list-style-type: none"> pH Coliformes totales 	<ul style="list-style-type: none"> pH Coliformes totales Coliformes fecales

* Límite correspondiente a la NP 24 001 80

El pozo presenta aguas ligeramente acidas, por debajo del límite inferior de 6,5 establecido en la Ley 1614/2000; para aguas subterráneas sin sistemas de distribución la Norma Paraguaya NP 24 001 80 admite una tolerancia de pH- entre 5,0 a 9,0, atendiendo que la menor lectura de pH en el punto fue de 5,71 se puede afirmar que el pH aún se encuentra dentro los límites aptos para consumo humano. En todas las campañas se verifica parámetros microbiológicos que no se ajustan a los requisitos recomendados.

3.3.9. Análisis del punto GW 10-TR.

La estación de monitoreo GW 10-TR se encuentra en la estancia Trementina; en la localidad conocida como Zona de Estancias perteneciente al distrito Concepción del departamento homónimo, sus coordenadas UTM de referencia son 21K 516254.00 m E 7484946.00 m S.

Este punto de monitoreo es un pozo artesiano que se utiliza para el abastecimiento de agua de la sede de la finca, en su área de influencia se registran diversos usos como viviendas del personal, oficina administrativa, campamento forestal y pista de aviación. En cuanto a las actividades desarrolladas se aprecia una transición de ganadería a plantaciones forestales.

En base a los resultados de laboratorio obtenidos en las sucesivas campañas se aplicó el índice de calidad de agua (ICA) y se evaluó el grado de cumplimiento de los límites de calidad para agua potable establecidos en las normas nacionales.

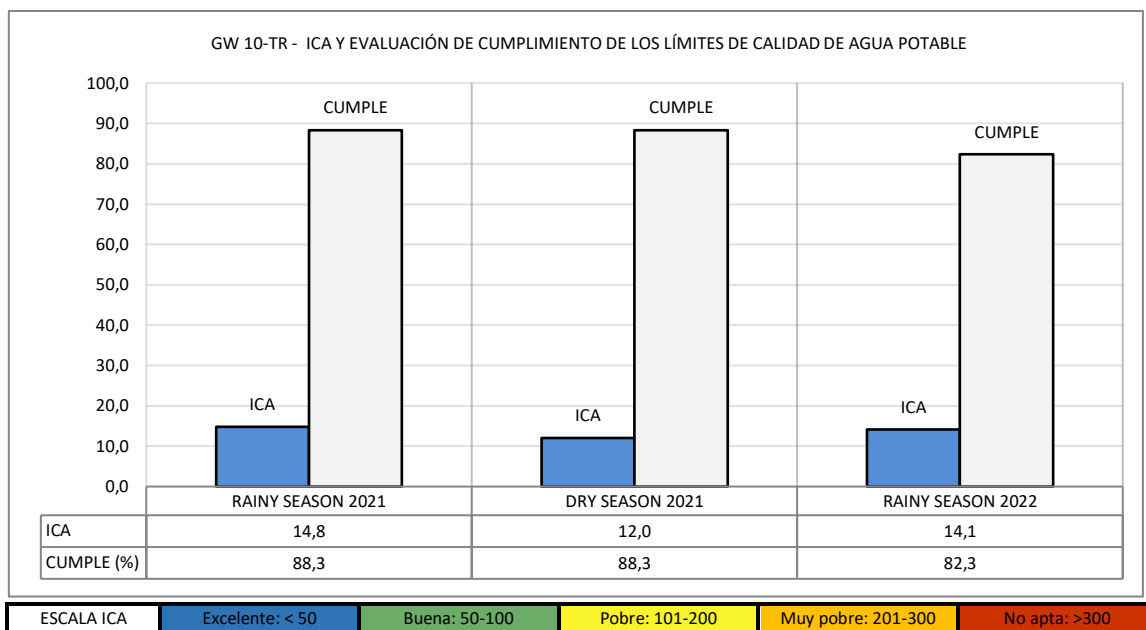


Figura 30. Evaluación del punto de monitoreo GW 10-TR.

Para nitratos, el tenor máximo establecido por la legislación de referencia es de 10 mg/L. Se verifica que en los puntos GW 18-ZA y GW-13 San Juan, se sobrepasa el máximo permisible.

De acuerdo al ICA aplicado las aguas presentan una calidad excelente para el consumo humano, en todas las campañas el cumplimiento de los estándares de calidad de agua potable fue superior al 82%.

CUADRO 30. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2020 Y LA NP 24 001 80 – GW 10-TR			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	88,3%	88,3%	82,3%
Fuera de los límites (%)	11,7%	11,7%	17,7%
Parámetros fuera de los límites	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Coliformes totales ▪ Coliformes fecales 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Coliformes totales ▪ Coliformes fecales 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Potasio ▪ Coliformes totales ▪ Coliformes fecales

* Límite correspondiente a la NP 24 001 80

Se encuentra que los parámetros microbiológicos no se ajustan a las recomendaciones de las normas nacionales, revisando los resultados históricos del punto, el único parámetro fisicoquímico fuera del límite fue el potasio en la campaña en temporada de lluvias de 2022.

4.1.10 Análisis del punto GW 13 SAN JUAN

La estación de monitoreo GW 13-SAN JUAN se encuentra en el retiro San Juan perteneciente a la Estancia Trementina; administrativamente se ubica en la localidad denominada Zona de Estancia del Distrito de Concepción, departamento homónimo. Sus coordenadas UTM de referencia son 21K 509767.00 m E 7486076.00 m S.

Este punto de monitoreo es un pozo artesiano que se utiliza para el abastecimiento de agua de un campamento forestal, en un radio de 100 metros se verifica la existencia viviendas del personal, oficina administrativa y vivero de rusificación de plantines. En su zona de influencia se desarrollan plantaciones de Eucaliptus sp.

En base a los resultados de laboratorio obtenidos en las sucesivas campañas se aplicó el índice de calidad de agua (ICA) y se evaluó el grado de cumplimiento de los límites de calidad para agua potable establecidos en las normas nacionales.

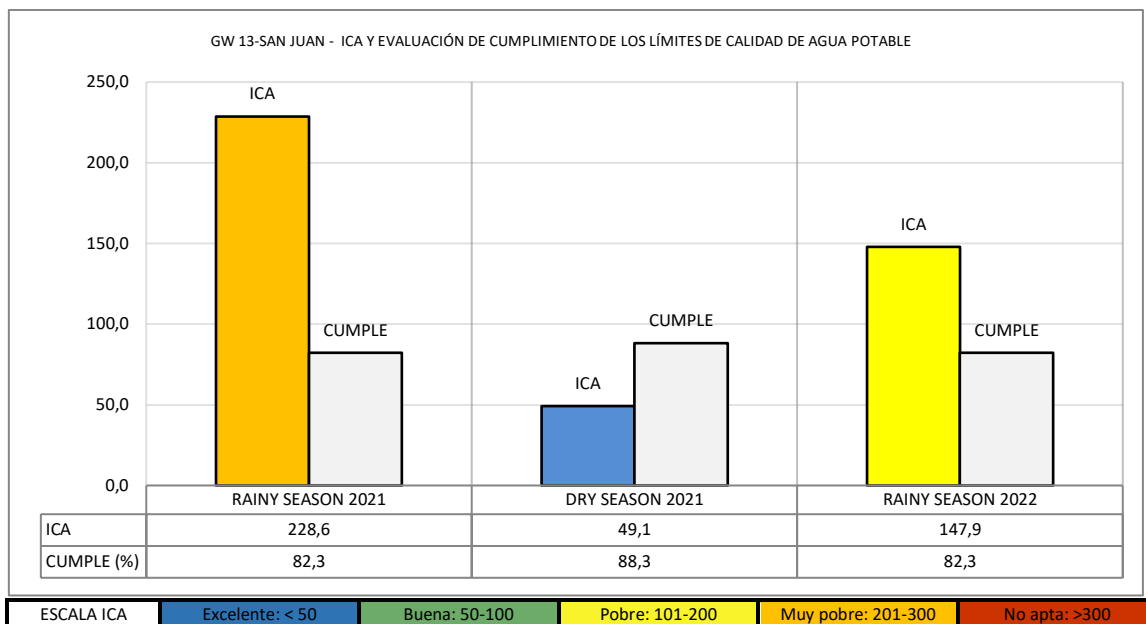


Figura 31. Evaluación del punto de monitoreo GW 13-SAN JUAN.

. De acuerdo al ICA aplicado el pozo presenta una calidad muy pobre durante la campaña en temporada de lluvias del 2021 y pobre durante la temporada de lluvias del corriente, esta valoración responde a los altos valores de nitratos hallados en las muestras, los cuales superan el límite establecido en la Ley 1614/2000. Durante la campaña en temporada seca 2021 se encontró aguas de excelente calidad para el consumo humano.

CUADRO 31. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2000 Y LA NP 24 001 80 GW 13-SAN JUAN			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	82,3%	88,3%	82,3%
Fuera de los límites (%)	17,7%	11,7%	17,7%
Parámetros fuera de los límites	<ul style="list-style-type: none"> Nitratos Coliformes totales Coliformes fecales 	<ul style="list-style-type: none"> Coliformes totales Coliformes fecales 	<ul style="list-style-type: none"> Nitratos Coliformes totales Coliformes fecales

* Límite correspondiente a la NP 24 001 80

4.1.11 Análisis del punto GW 22-SILVA

La estación de monitoreo GW 22-SILVA se encuentra el retiro Silva-cue de la estancia Trementina; administrativamente se ubica en la localidad denominada Zona de Estancia del Distrito de Concepción, departamento homónimo. Sus coordenadas UTM de referencia son 21K 509830.00 m E 7484037.00 m S.

Este punto de monitoreo es un pozo artesiano que se encuentra en retiro abandonado, en un radio de 100 metros se verifica la existencia potreros y campos naturales.

En la campaña en temporada de lluvias del corriente la bomba sumergible se encontraba fuera de servicio y fue imposible la toma de muestra, en base a los resultados de laboratorio obtenidos en las campañas del 2021 se aplicó el índice de calidad de agua (ICA) y se evaluó el grado de cumplimiento de los límites de calidad para agua potable establecidos en las normas nacionales.

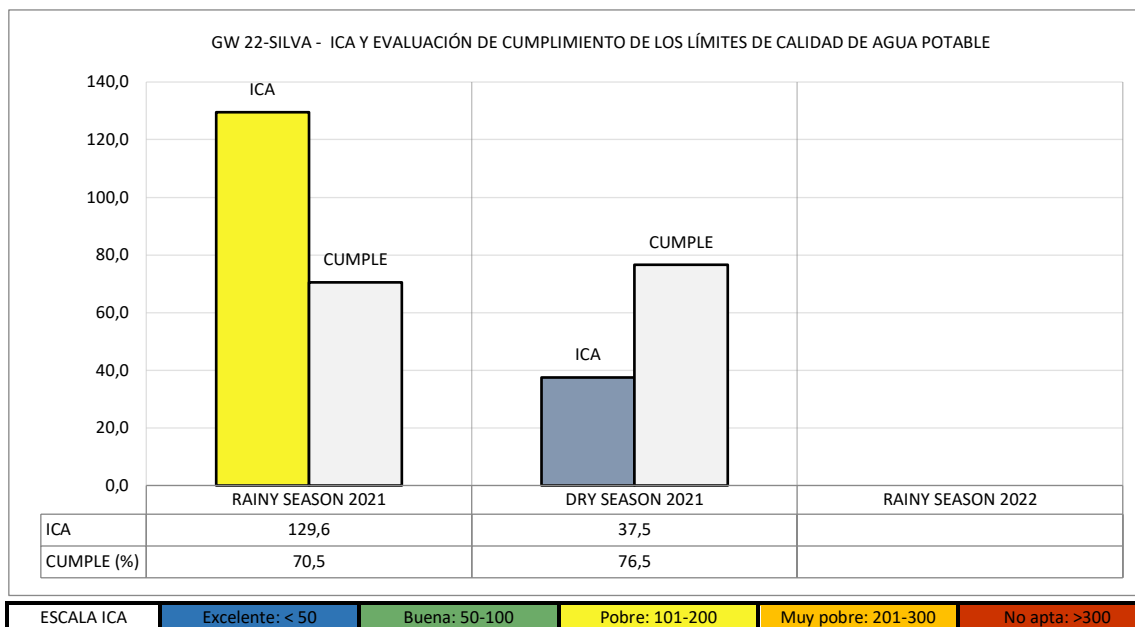


Figura 32. Evaluación del punto de monitoreo GW 22-SILVA.

De acuerdo al ICA aplicado la calidad de agua del pozo presenta una variación de calidad entre pobre a excelente, el grado de cumplimiento de los requisitos para agua potable estuvo en torno al 70,5 y 76,5 por ciento.

CUADRO 32. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2020 Y LA NP 24 001 80 – GW 22-SILVA			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	70,5%	76,5%	S/D
Fuera de los límites (%)	29,5%	23,5%	S/D
Parámetros fuera de los límites	<ul style="list-style-type: none"> pH Nitratos Coliformes totales Coliformes fecales <i>Escherichia coli</i> 	<ul style="list-style-type: none"> pH Potasio Coliformes totales Coliformes fecales 	S/D: bomba sumergible fuera de servicio.

* Límite correspondiente a la NP 24 001 80

4.1.12 Análisis del punto GW 12-LAGUNA

La estación de monitoreo GW 12-Laguna se encuentra dentro de la estancia Trementina que administrativamente se halla en la denominada Zona de Estancias, distrito de Concepción del departamento homónimo. Sus coordenadas UTM de referencia son 21K 516419.00 m E 7478307.00 m S.

Este punto de monitoreo corresponde a un pozo artesiano utilizado en el abastecimiento de agua de un campamento forestal, en un radio de 100 metros se observa oficinas administrativas, viviendas del personal, depósito de maquinarias e implementos forestales y vivero de rusificación de plantines.

En base a los resultados de laboratorio obtenidos en las sucesivas campañas se aplicó el índice de calidad de agua (ICA) y se evaluó el grado de cumplimiento de los límites de calidad para agua potable establecidos en las normas nacionales.

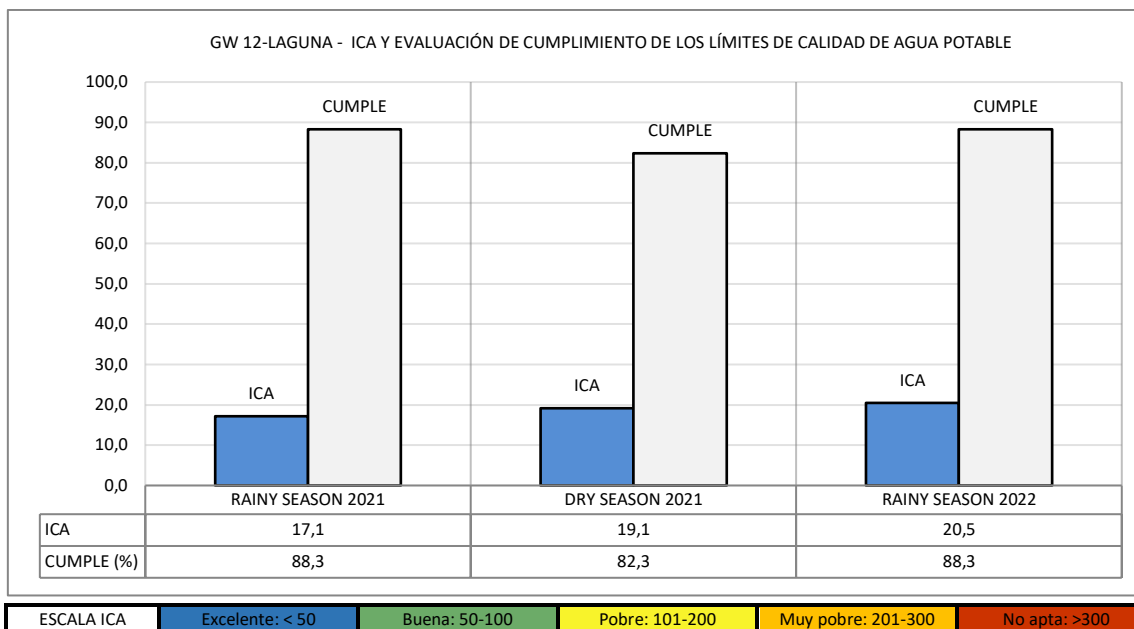


Figura 33. Evaluación del punto de monitoreo GW 12-Laguna.

De acuerdo al ICA aplicado el pozo presenta aguas de una excelente calidad para el consumo humano, en todas las campañas el cumplimiento de los requisitos para agua potable fue superior al 82%. Se encuentra que principalmente los indicadores -microbiológicos no se ajustan a los límites de referencia.

CUADRO 33. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2020 Y LA NP 24 001 80 - GW 12-LAGUNA			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	88,3%	82,3%	88,3%
Fuera de los límites (%)	11,7%	17,7%	11,7%
Parámetros fuera de los límites	<ul style="list-style-type: none"> Coliformes totales Coliformes fecales 	<ul style="list-style-type: none"> Coliformes totales Coliformes fecales <i>Escherichia coli</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Coliformes totales Coliformes fecales

* Límite correspondiente a la NP 24 001 80

Ningún parámetro fisicoquímico presenta concentraciones superiores a los máximos permisibles según la normativa de referencia.

4.1.13 Presencia de Carbonatos en aguas subterráneas

La estación de monitoreo GW 14-ZM se encuentra en la finca denominada Zanja Moroti en el lugar conocido como Zona de Estancias del distrito Sgto José Félix López del Departamento de Concepción. Sus coordenadas UTM de referencia son 21K 493064.00 m E 7499176.00 m S.

Este punto de monitoreo corresponde a un pozo artesiano utilizado en el abastecimiento de agua de la finca mencionada, en un radio de 100 metros se observa oficina administrativa y viviendas del personal. En la finca se desarrollan actividades ganaderas.

En base a los resultados de laboratorio obtenidos en las sucesivas campañas se aplicó el índice de calidad de agua (ICA) y se evaluó el grado de cumplimiento de los límites de calidad para agua potable establecidos en las normas nacionales.

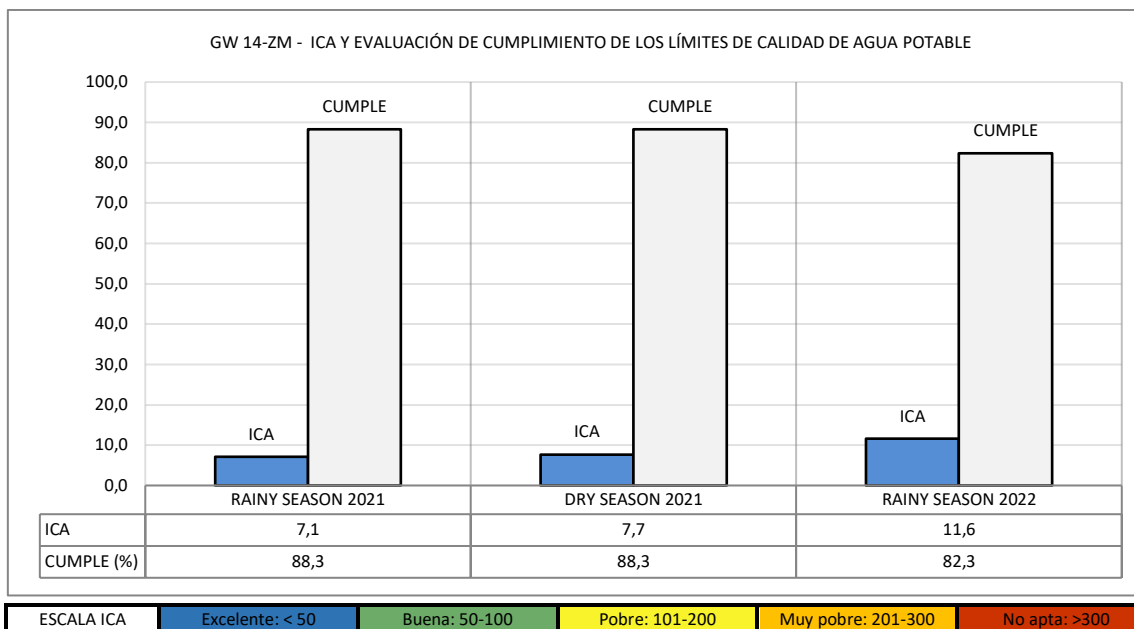


Figura 34. Evaluación del punto de monitoreo GW 14-ZM.

De acuerdo al ICA aplicado el pozo presenta aguas de excelente calidad para el consumo humano, en cuanto a la adecuación a los requisitos nacionales para agua potable se encontró un cumplimiento superior al 82%, siendo los indicadores microbiológicos los parámetros que consistentemente no se ajustaron a los límites de referencia.

CUADRO 34. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2020 Y LA NP 24 001 80 GW 14-ZM			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	88,3%	88,3%	82,3%
Fuera de los límites (%)	11,7%	11,7%	17,7%
Parámetros fuera de los límites	<ul style="list-style-type: none"> Coliformes totales Coliformes fecales 	<ul style="list-style-type: none"> Coliformes totales Coliformes fecales 	<ul style="list-style-type: none"> pH Coliformes totales Coliformes fecales <i>Escherichia coli</i>

* Límite correspondiente a la NP 24 001 80

4.1.14 Análisis del punto GW 15-SO.

La estación de monitoreo GW 15-SO se encuentra en la finca denominada Soledad, en el lugar conocido como Zona de Estancias del distrito Sgto. José Félix López del Departamento de Concepción. Sus coordenadas UTM de referencia son 21K 483316.00 m E 7497562.00 m S.

Este punto de monitoreo corresponde a un pozo artesiano utilizado en el abastecimiento de agua de la finca mencionada, en un radio de 100 metros se observa viviendas del personal y potreros. En la finca se desarrollan actividades ganaderas

En base a los resultados de laboratorio obtenidos en las sucesivas campañas se aplicó el índice de calidad de agua (ICA) y se evaluó el grado de cumplimiento de los límites de calidad para agua potable establecidos en las normas nacionales.

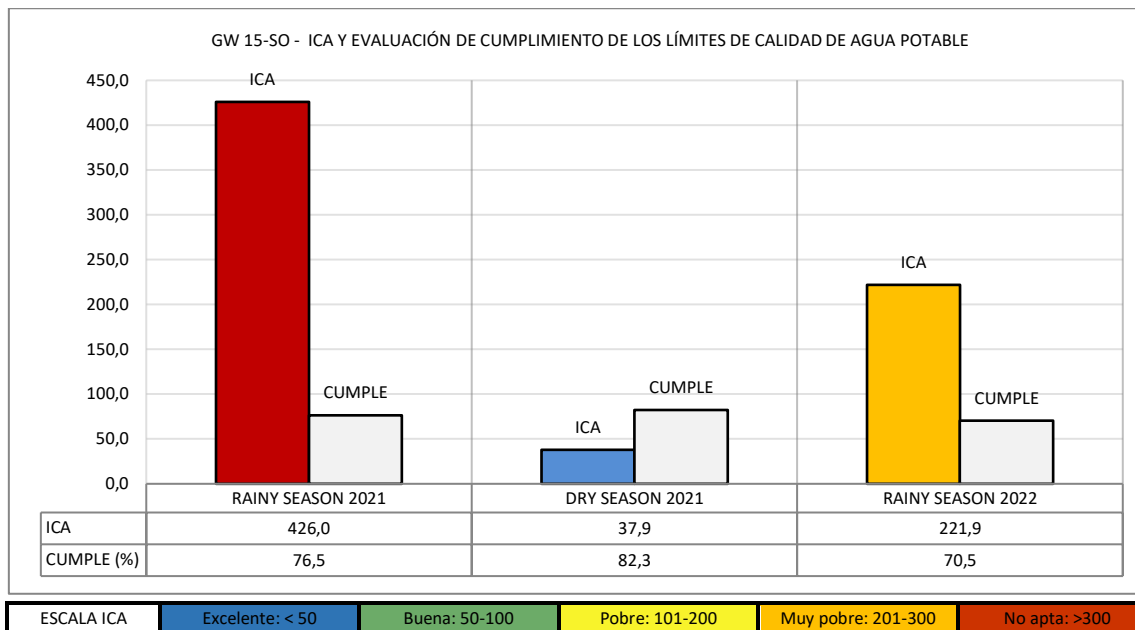


Figura 35. Evaluación del punto de monitoreo GW 15-SO.

De acuerdo al ICA aplicado a los resultados analíticos de las distintas campañas, el pozo presenta una calidad de agua muy variable, la valoración de calidad “pobre” o “no apta para consumo humano” deriva principalmente de la presencia de contracciones de nitratos por encima de límites de referencia para agua potable.

CUADRO 35. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2020 Y LA NP 24 001 80 GW 15-SO			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	76,5%	82,3%	70,5%
Fuera de los límites (%)	23,5%	17,7%	29,5%
Parámetros fuera de los límites	<ul style="list-style-type: none"> Nitratos Alcalinidad Coliformes totales Coliformes fecales 	<ul style="list-style-type: none"> Conductividad eléctrica Coliformes totales Coliformes fecales 	<ul style="list-style-type: none"> Nitratos Alcalinidad Calcio Coliformes totales Coliformes fecales

* Límite correspondiente a la NP 24 001 80

3.4.15 Análisis del punto GW 17-LP

La estación de monitoreo GW 17-LP se encuentra en la finca denominada La Paraguaya, en el lugar conocido como Zona de Estancias del distrito Sgo. José Félix López del Departamento de Concepción. Sus coordenadas UTM de referencia son 21K 489833.00 m E 7492572.00 m S.

Este punto de monitoreo corresponde a un pozo artesiano que se localiza a 2 km al oeste de la sede de la finca mencionada, el agua se bombea a la sede para el abastecimiento de las viviendas del personal.

En un radio de 100 metros del punto de monitoreo se observa campos naturales; en la finca se desarrollan actividades ganaderas.

En base a los resultados de laboratorio obtenidos en las sucesivas campañas se aplicó el índice de calidad de agua (ICA) y se evaluó el grado de cumplimiento de los límites de calidad para agua potable establecidos en las normas nacionales.

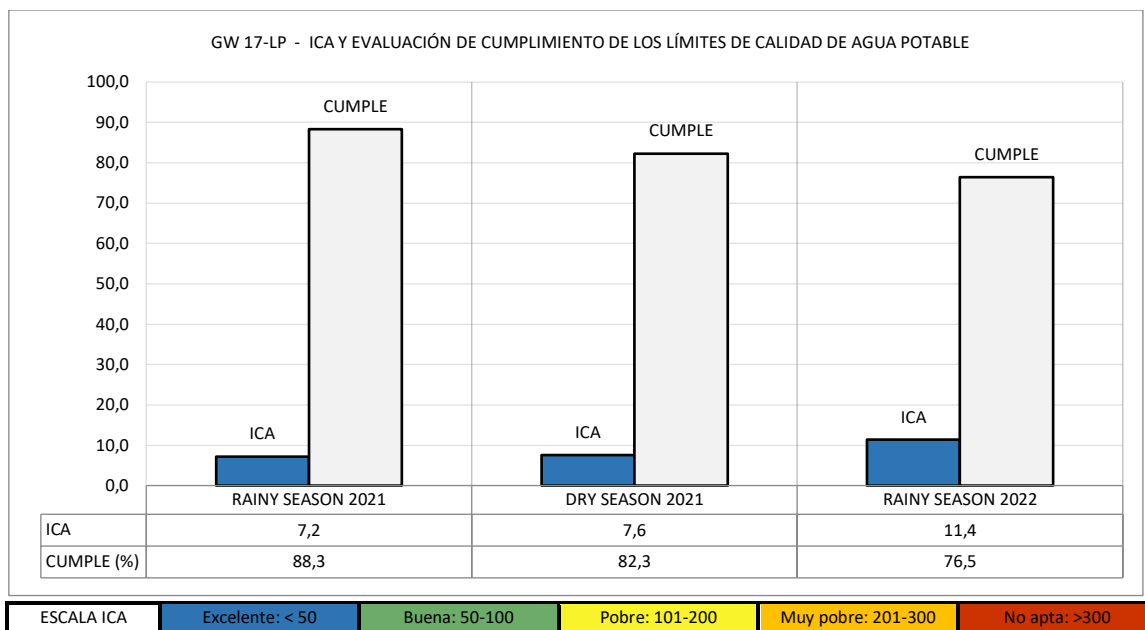


Figura 36. Evaluación del punto de monitoreo GW 17-LP.

De acuerdo al ICA aplicado las aguas presentan una excelente calidad para el consumo humano, el cumplimiento de los requisitos para agua potable estuvo en el rango de 76,5% a 88,3%, siendo los indicadores microbiológicos los contaminantes más frecuentes.

CUADRO 36. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2020 Y LA NP 24 001 80 GW 17-LP			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	88,3%	82,3%	76,5%
Fuera de los límites (%)	11,7%	17,7%	23,5%
Parámetros fuera de los límites	<ul style="list-style-type: none"> Coliformes totales Coliformes fecales 	<ul style="list-style-type: none"> Coliformes totales Coliformes fecales Escherichia coli 	<ul style="list-style-type: none"> pH Potasio Coliformes totales Coliformes fecales

* Límite correspondiente a la NP 24 001 80

3.3.16 Análisis del punto GW 21-MC

La estación de monitoreo GW 21-MC se encuentra en la finca denominada Machuca-cue, en el lugar conocido como Zona de Estancias del distrito Sgo. José Félix López del Departamento de Concepción. Sus coordenadas UTM de referencia son 21K 495202.00 m E 7489899.00 m S.

Este punto de monitoreo corresponde a un pozo artesiano que se localiza en la sede de la finca mencionada, en un radio de 100 metros se verifica la existencia de corrales y viviendas del personal.

Durante la campaña en temporada seca del 2021 la bomba sumergible del pozo se encontraba fuera de servicio y no fue posible la toma de muestra. La aplicación del índice de calidad de agua (ICA) se realizó con los resultados analíticos en temporada de lluvias de 2021 y 2022.

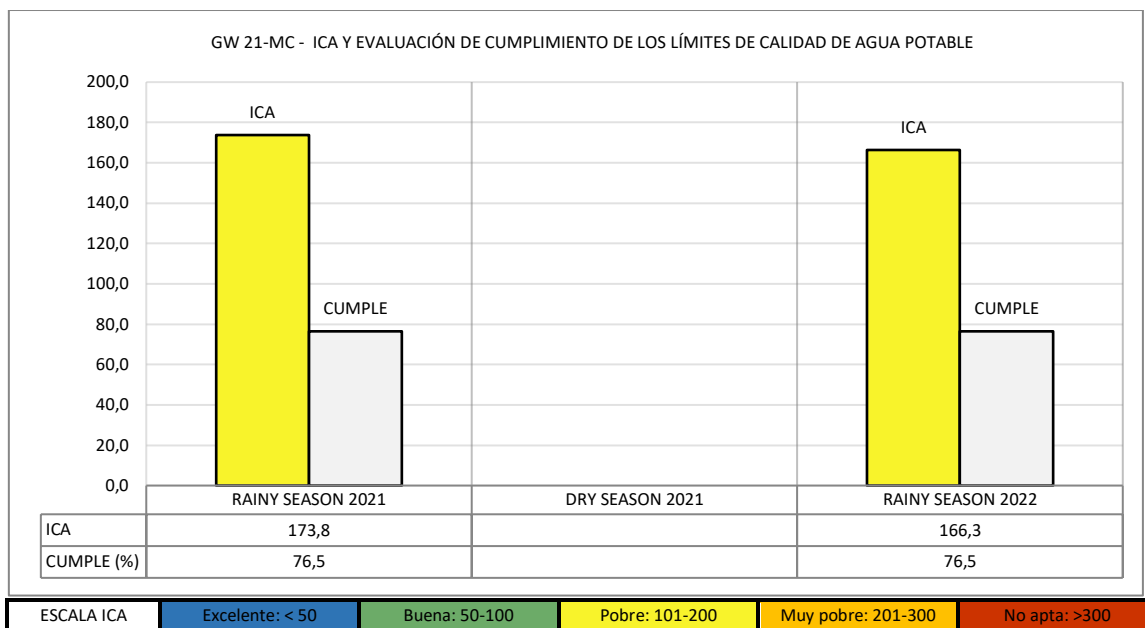


Figura 37. Evaluación del punto FW 21-MC.

De acuerdo al ICA aplicada las aguas del pozo presenta una calidad pobre, valoración influenciada principalmente por las concentraciones por encima del límite de los nitratos. En ambas campañas el cumplimiento de los requisitos para agua potable fue del 76.5%.

CUADRO 37. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2000 Y LA NP 24 001 80 GW 21-MC			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	76,5%	S/D	76,5%
Fuera de los límites (%)	23,5%	S/D	23,5%
Parámetros fuera de los límites	<ul style="list-style-type: none"> pH Nitratos Coliformes totales Coliformes fecales 	S/D	<ul style="list-style-type: none"> pH Nitratos Coliformes totales Coliformes fecales

* Límite correspondiente a la NP 24 001 80

El pozo presenta aguas ligeramente acidas con valores de pH por debajo del límite inferior establecido en la Ley 1614/2000, sin embargo si se considera el límite admisible según la NP 24 001 80, los valores aún se encuentran dentro del rango apto para consumo humano.

3.3.17. Análisis del punto GW 01

La estación de monitoreo GW 01 se encuentra en la Zona industrial de PARACEL, en lugar conocido como Zapatero-cue, 15 km al norte de la ciudad de Concepción. Sus coordenadas UTM de referencia son 21K 449839.00 m E 7430729.00 m S.

La estación corresponde a un pozo de monitoreo del tipo freatímetro exclusivo para la toma de muestra de agua subterránea, el pozo se localiza en el perímetro de la propiedad industrial aproximadamente 2,3 km al norte tomando como referencia la sede y oficina de PARACEL.

En base a los resultados de laboratorio obtenidos en las sucesivas campañas se aplicó el índice de calidad de agua (ICA) y se evaluó el grado de cumplimiento de los límites de calidad para agua potable establecidos en las normas nacionales.

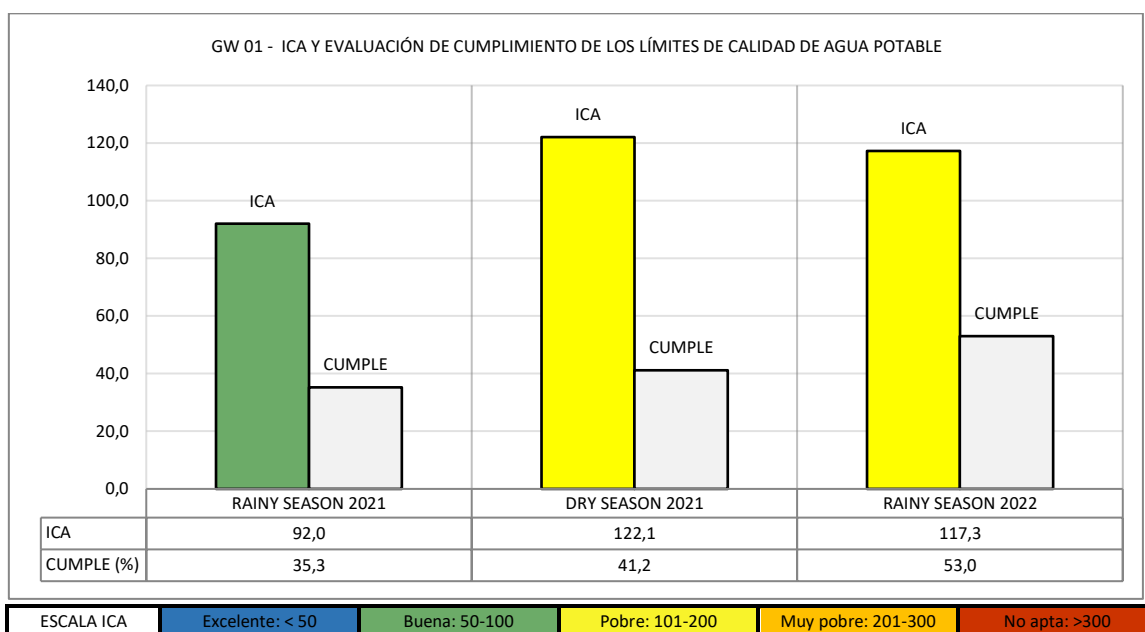


Figura 38. Evaluación del punto de monitoreo GW 01.

De acuerdo al ICA las aguas presentan una calidad entre pobre a buena, el índice aplicado asigna pesos ponderativos que pueden entenderse como importancia diferenciada según el parámetro que no se adecua a los valores de referencia. En la tabla x se presentan los parámetros que no se ajustaron a los requisitos de agua potable; el punto GW 01 es el pozo con más parámetros fuera de los límites.

CUADRO 38. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2020 Y LA NP 24 001 80 – GW 01			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	35,3%	41,2%	53%
Fuera de los límites (%)	64,7%	58,8%	47%
Parámetros fuera de los límites	3. Conductividad eléctrica 4. Sólidos disueltos totales 5. Materia orgánica* 6. Cloruros* 7. Alcalinidad 8. Sulfatos* 9. Sodio* 10. Flúor* 11. Coliformes totales 12. Coliformes fecales	3. Conductividad eléctrica 4. Sólidos disueltos totales 5. Cloruros* 6. Alcalinidad 7. Sulfatos* 8. Sodio* 9. Flúor* 10. Coliformes totales 11. Coliformes fecales 12. <i>Escherichia coli</i>	3. Conductividad eléctrica 4. Cloruros* 5. Alcalinidad 6. Sodio* 7. Calcio 8. Flúor* 9. Coliformes totales 10. Coliformes fecales

	13. Escherichia coli		
--	-----------------------------	--	--

* Límite correspondiente a la NP 24 001 80

4.1.18. Análisis del punto GW 02

La estación de monitoreo GW 02 se encuentra en la Zona industrial de PARACEL, en lugar conocido como Zapatero-cue, 15 km al norte de la ciudad de Concepción. Sus coordenadas UTM de referencia son 21K 450165.00 m E 7430301.00 m S.

La estación corresponde a un pozo de monitoreo del tipo freatímetro exclusivo para la toma de muestra de agua subterránea, el pozo se localiza en el perímetro de la propiedad industrial aproximadamente 1,9 km al norte tomando como referencia la sede y oficina de PARACEL.

En base a los resultados de laboratorio obtenidos en las sucesivas campañas se aplicó el índice de calidad de agua (ICA) y se evaluó el grado de cumplimiento de los límites de calidad para agua potable establecidos en las normas nacionales.

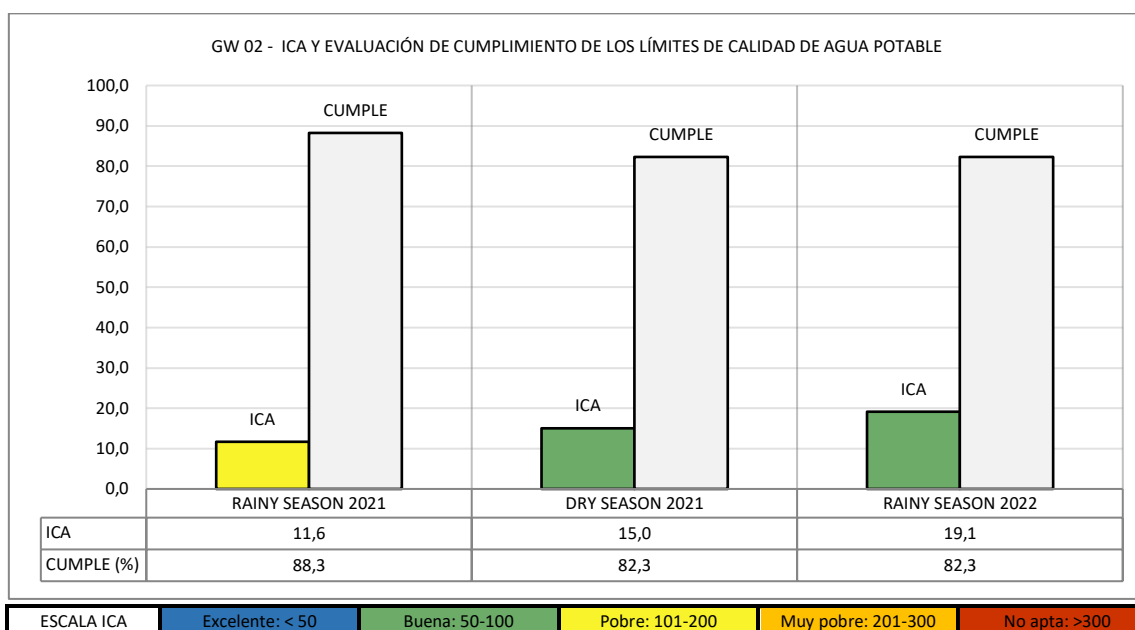


Figura 39. Evaluación del punto de monitoreo GW 02.

De acuerdo al ICA aplicado el pozo de monitoreo presenta aguas de una calidad entre pobre a buena. En todas las campañas el cumplimiento de los requisitos para agua potable fue superior al 82%.

CUADRO 39. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2020 Y LA NP 24 001 80 – GW 02			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	88,3%	82,3%	82,3%
Fuera de los límites (%)	11,7%	17,7%	17,7%
Parámetros fuera de los límites	<ul style="list-style-type: none"> Potasio Flúor* 	<ul style="list-style-type: none"> Potasio Coliformes totales Coliformes fecales 	<ul style="list-style-type: none"> pH Conductividad eléctrica Potasio

* Límite correspondiente a la NP 24 001 80

4.1.19 Análisis del punto GW 03

La estación de monitoreo GW 03 se encuentra en la Zona industrial de PARACEL, en lugar conocido como Zapatero-cue, 15 km al norte de la ciudad de Concepción. Sus coordenadas UTM de referencia son 21K 449136.00 m E 7427123.00 m S.

La estación corresponde a un pozo de monitoreo del tipo freatímetro exclusivo para la toma de muestra de agua subterránea, el pozo se localiza en el perímetro de la propiedad industrial aproximadamente 1,3 km al sur tomando como referencia la sede y oficina de PARACEL. El punto GW 03 es el pozo de monitoreo más próximo al Río Paraguay.

En base a los resultados de laboratorio obtenidos en las sucesivas campañas se aplicó el índice de calidad de agua (ICA) y se evaluó el grado de cumplimiento de los límites de calidad para agua potable establecidos en las normas nacionales.

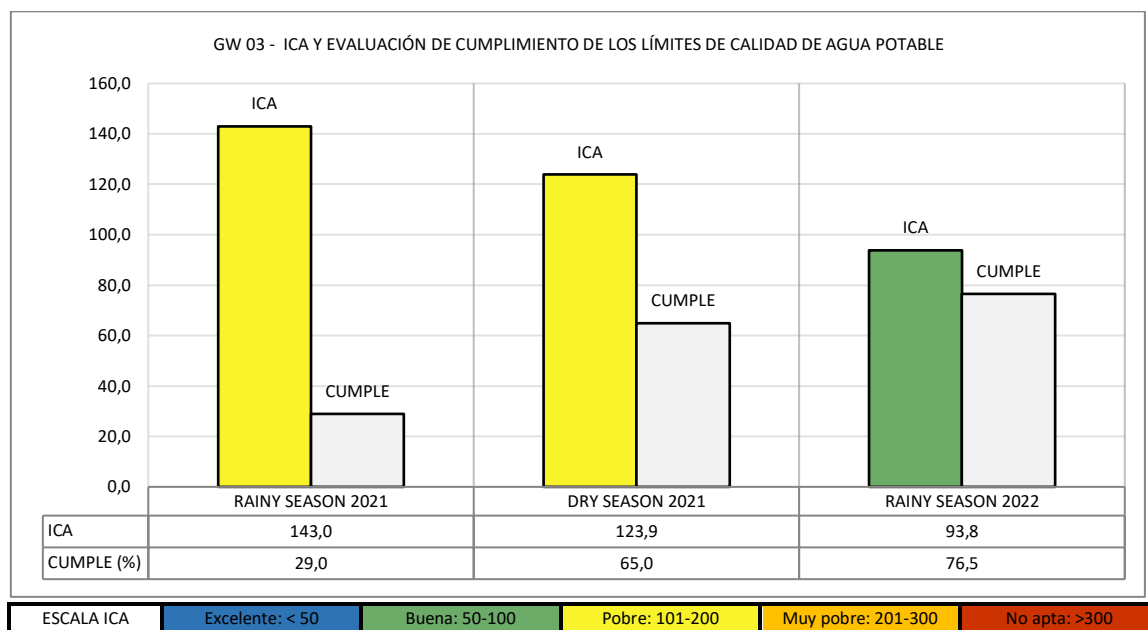


Figura 40. Evaluación del punto de monitoreo GW 03.

En los pozos artesianos de la zona de plantaciones forestales se encuentra que el Flúor presente una media de 0,2 mg/L. El flúor no cuenta con un límite establecido en las normas de referencia.

Entre las distintas campañas realizadas el cumplimiento de los requisitos osciló entre el 29% y el 76,5%. La aplicación del ICA dio como resultado la valoración de calidad de agua entre pobre a buena.

CUADRO 40. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2020 Y LA NP 24 001 80 – GW 03			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	29%	65%	76,5%
Fuera de los límites (%)	71%	35%	23,5%
Parámetros fuera de los límites	<ul style="list-style-type: none"> Conductividad eléctrica TDS Materia orgánica* 	<ul style="list-style-type: none"> Conductividad eléctrica TDS Cloruros 	<ul style="list-style-type: none"> Conductividad eléctrica Cloruros Sodio

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dureza ▪ Cloruros ▪ Alcalinidad ▪ Sodio* ▪ Calcio ▪ Magnesio ▪ Coliformes totales ▪ Coliformes fecales ▪ Escherichia coli 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sodio ▪ Coliformes totales ▪ Coliformes fecales 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Potasio
--	---	---	---

* Límite correspondiente a la NP 24 001 80

3.3.20 Análisis del punto GW 04

La estación de monitoreo GW 04 se encuentra en la Zona industrial de PARACEL, en lugar conocido como Zapatero-cue, 15 km al norte de la ciudad de Concepción. Sus coordenadas UTM de referencia son 21K 448716.00 m E 7428109.00 m S.

La estación corresponde a un pozo de monitoreo del tipo freático exclusivo para la toma de muestra de agua subterránea, el pozo se localiza en el perímetro de la propiedad industrial aproximadamente 0,8 km al suroeste tomando como referencia la sede y oficina de PARACEL.

En base a los resultados de laboratorio obtenidos en las sucesivas campañas se aplicó el índice de calidad de agua (ICA) y se evaluó el grado de cumplimiento de los límites de calidad para agua potable establecidos en las normas nacionales. La muestra no pudo ser tomada en la campaña en temporada de lluvias de 2021.

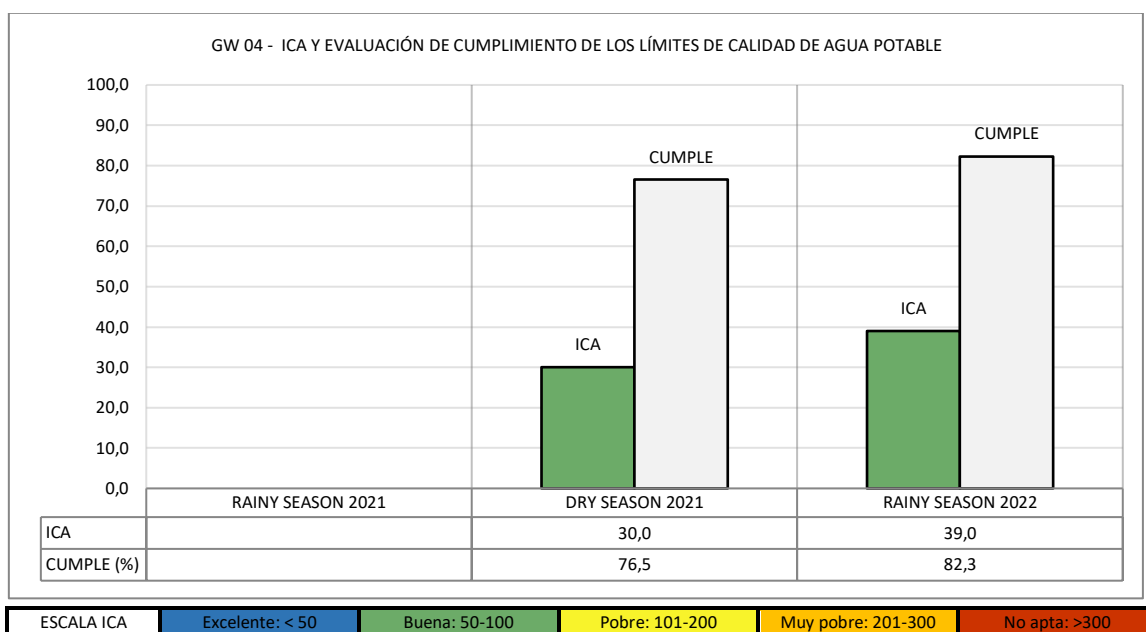


Figura 41. Evaluación del punto GW 04.

De acuerdo al ICA aplicado el pozo de monitoreo presenta aguas de buena calidad. En cuanto al cumplimiento de los requisitos para agua potable se encontró que los indicadores microbiológicos no se ajustan a los límites e referencia.

CUADRO 41. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2000 Y LA NP 24 001 80 GW 04			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	S/D	76,5%	82,3%

Fuera de los límites (%)	S/D	23,5%	17,7%
Parámetros fuera de los límites	S/D Pozo de monitoreo no muestreado.	<ul style="list-style-type: none"> pH Conductividad eléctrica Coliformes totales Coliformes fecales 	<ul style="list-style-type: none"> pH Coliformes totales Coliformes fecales

* Límite correspondiente a la NP 24 001 80

Las aguas presentan un pH ligeramente ácido que están por debajo del límite inferior con respecto a la Ley 1614/2000, sin embargo tomando como referencia los límites admisibles de la NP 24 001 80, el pH aún se encuentra dentro del rango apto para consumo humano.

3.3.21 Análisis del punto GW 05

La estación de monitoreo GW 05 se encuentra en la Zona industrial de PARACEL, en lugar conocido como Zapatero-cue, 15 km al norte de la ciudad de Concepción. Sus coordenadas UTM de referencia son 21K 450803.00 m E 7426714.00 m S.

La estación corresponde a un pozo de monitoreo del tipo freático exclusivo para la toma de muestra de agua subterránea, el pozo se localiza en el perímetro de la propiedad industrial aproximadamente 2,1 km al sureste tomando como referencia la sede y oficina de PARACEL.

En base a los resultados de laboratorio obtenidos en las sucesivas campañas se aplicó el índice de calidad de agua (ICA) y se evaluó el grado de cumplimiento de los límites de calidad para agua potable establecidos en las normas nacionales.

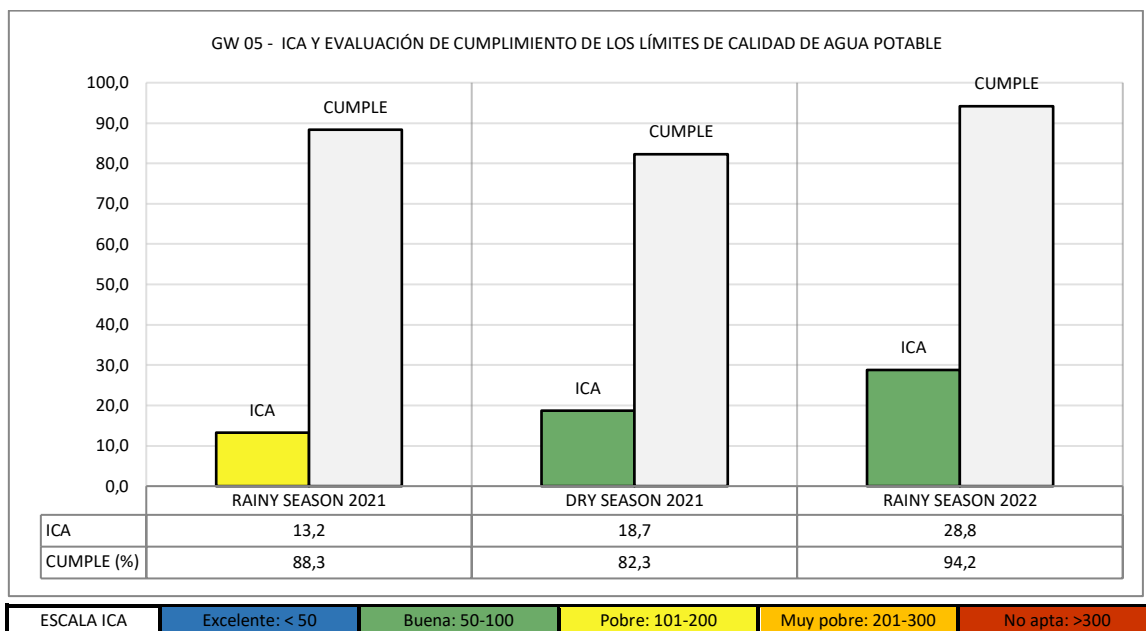


Figura 42. Evaluación de punto GW 05.

De acuerdo al ICA aplicado las aguas presentan una calidad que oscila entre pobre a buena, el cumplimiento de los requisitos para agua potable fue superior al 82% en todas las campañas.

CUADRO 42. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2020 Y LA NP 24 001 80 – GW 05			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	88,3%	82,3%	94,2%

Fuera de los límites (%)	11,7%	17,7%	5,8%
Parámetros fuera de los límites	<ul style="list-style-type: none"> Coliformes totales Escherichia coli 	<ul style="list-style-type: none"> pH Coliformes totales Coliformes fecales 	<ul style="list-style-type: none"> pH

* Límite correspondiente a la NP 24 001 80

El pozo presenta aguas ligeramente ácidas y se ha encontrado indicadores microbiológicos que no se ajustan al estándar de agua potable.

3.3.22 Análisis del punto GW 06

La estación de monitoreo GW 06 se encuentra en la Zona industrial de PARACEL, en lugar conocido como Zapatero-cue, 15 km al norte de la ciudad de Concepción. Sus coordenadas UTM de referencia son 21K 451708.00 m E 7427153.00 m S.

La estación corresponde a un pozo de monitoreo del tipo freatímetro exclusivo para la toma de muestra de agua subterránea, el pozo se localiza en el perímetro de la propiedad industrial aproximadamente 2,5 km al sureste tomando como referencia la sede y oficina de PARACEL.

En base a los resultados de laboratorio obtenidos en las sucesivas campañas se aplicó el índice de calidad de agua (ICA) y se evaluó el grado de cumplimiento de los límites de calidad para agua potable establecidos en las normas nacionales.

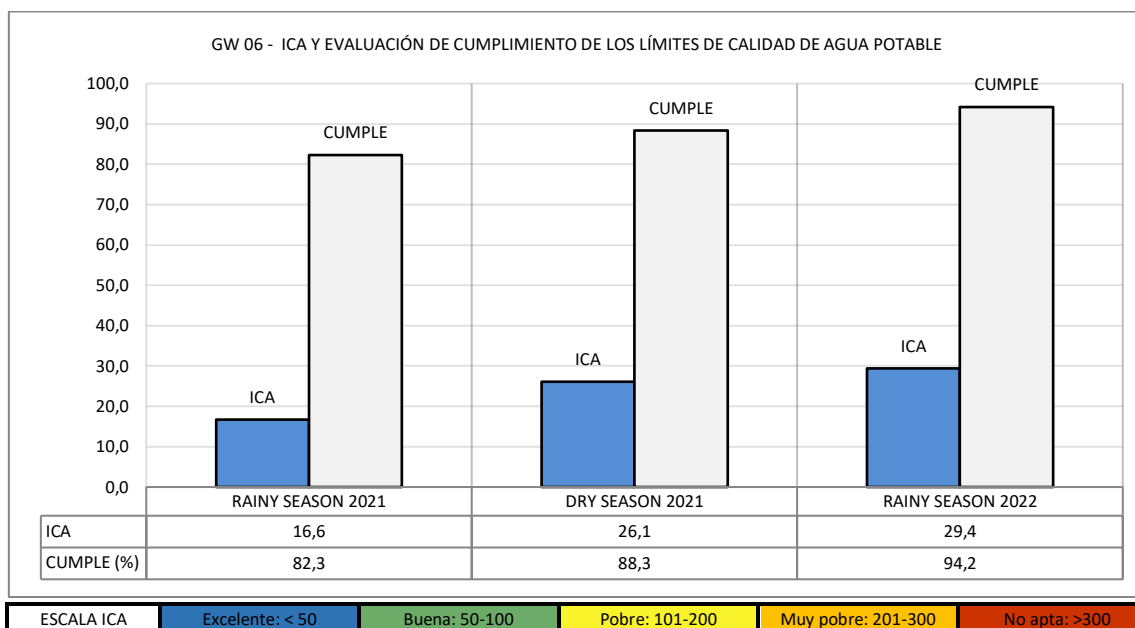


Figura 43. Evaluación del punto de monitoreo GW 06.

De acuerdo al ICA aplicado las aguas del pozo de monitoreo presentan una calidad excelente. En todas las campañas el cumplimiento de los requisitos para agua potable fue superior al 82%.

CUADRO 43. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2020 Y LA NP 24 001 80 - GW 06			
INDICADORES	RS 2021	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	82,3%	88,3%	94,2%
Fuera de los límites (%)	17,7%	11,7%	5,8%
Parámetros fuera de los límites	<ul style="list-style-type: none"> pH Coliformes totales Coliformes fecales 	<ul style="list-style-type: none"> Coliformes totales Coliformes fecales 	<ul style="list-style-type: none"> pH

* Límite correspondiente a la NP 24 001 80

Se encuentra que el pozo presenta aguas ligeramente acid, que aún se encuentran dentro del rango de aptos para consumo según NP 24 001 80.

4.1.23 Análisis del punto GW 07

La estación de monitoreo GW 07 se encuentra en la Zona industrial de PARACEL, en lugar conocido como Zapatero-cue, 15 km al norte de la ciudad de Concepción. Sus coordenadas UTM de referencia son 21K 449489.00 m E 7428479.00 m S.

La estación corresponde a un pozo artesiano que se encuentra en la sede y oficina de PARACEL dentro del área industrial y se utiliza para la provisión de agua del sitio.

En base a los resultados de laboratorio obtenidos en las sucesivas campañas se aplicó el índice de calidad de agua (ICA) y se evaluó el grado de cumplimiento de los límites de calidad para agua potable establecidos en las normas nacionales.

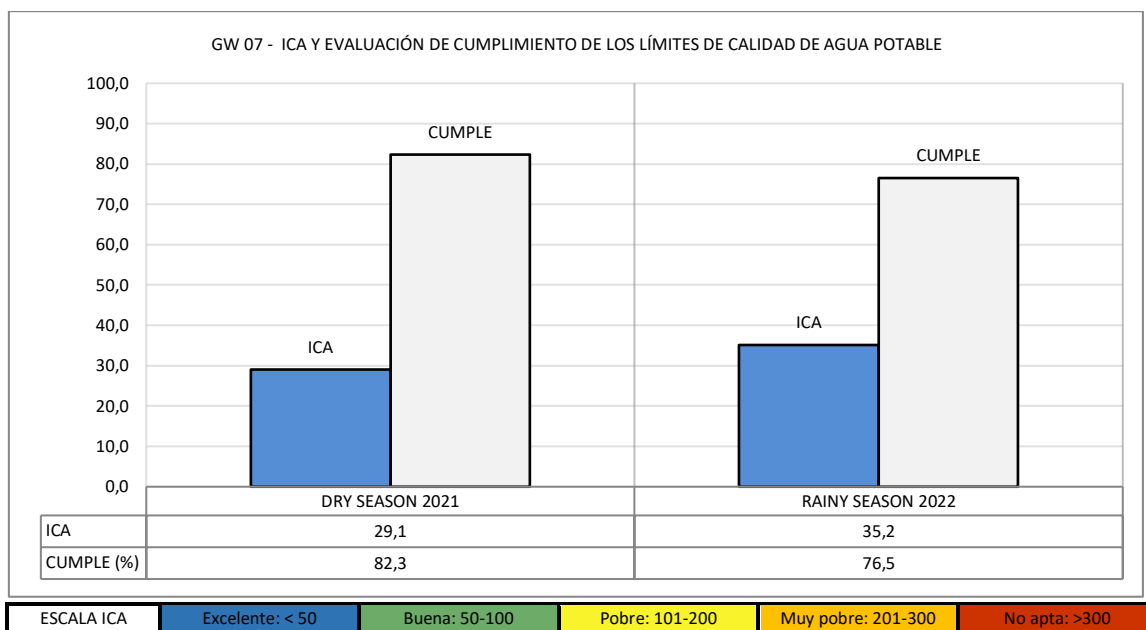


Figura 44. Evaluación del punto de monitoreo GW 07.

De acuerdo al ICA aplicado las aguas del pozo de monitoreo presentan una calidad excelente. En cuanto a los parámetros que no cumplen con los requisitos para agua potable se encuentran los indicadores microbiológicos y el pH; no se registran elementos químicos fuera de los límites de referencia

CUADRO 44. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 1614/2020 Y LA NP 24 001 80 – GW 07		
INDICADORES	DS 2021	RS 2022
Conforme a los límites (%)	82,3%	76,5%
Fuera de los límites (%)	17,7%	23,5%
Parámetros fuera de los límites	<ul style="list-style-type: none"> ▪ pH ▪ Coliformes totales ▪ Coliformes fecales 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ pH ▪ Coliformes totales ▪ Coliformes fecales ▪ <i>Escherichia coli</i>

* Límite correspondiente a la NP 24 001 80

El pozo presenta aguas ligeramente acidas, por debajo del límite inferior de 6,5 establecido en Ley 1614/2000; la Norma Paraguaya NP 24 001 80 admite una tolerancia de pH entre 5,0 a 9,0 para aguas subterráneas sin sistemas de distribución, atendiendo que la menor lectura de pH en el punto fue de 5,75 se puede afirmar que el pH aún se encuentra dentro los límites aptos para consumo humano.