

QUEBRACHO S.R.L.

LABORATORIO DE AGUAS, SUELOS Y AIRE

INFORME ANÁLISIS FISICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE AGUA SUPERFICIAL

**LUGAR: DIAGNOSTICO LINEA BASE AMBIENTAL
ARROYO COLORADO PTAR WARNES**

Q 516/22

**SOLICITADO POR: ASOCIACION ACCIDENTAL CRUZ DEL SUR.
Santa Cruz, 19 de Agosto de 2022.**

- Los resultados emitidos se refiere a las muestras analizadas, cualquier enmienda, corrección o raspadura invalida este documento.
- Este documento es válido con las firmas autorizadas, sello de área y sello seco de la empresa, una vez entregado no es responsable del uso de mismo.
- Si QUEBRACHO S.R.L. no efectuó el muestreo, no es responsable de la representatividad de las muestras.

INFORME DE LABORATORIO

Empresa	: ASOCIACION ACCIDENTAL CRUZ DEL SUR	Solicitud	: Q 516/22
Nº de Orden	: 6976/22	Código de Laboratorio	: 1328A
Lugar	: DIAGNOSTICO LINEA BASE AMBIENTAL ARROYO COLORADO PTAR WARNES	Código del Cliente	: SP-01
Punto de muestreo	: PTO.1 ARROYO COLORADO AGUAS ABAJO FABRICAS 20K. 483489; 8062673	Volumen	: 1000 ml
Fecha de muestreo	: 2022-08-04	Hora de muestreo	: 10:44-17:55
Fecha de recepción	: 2022-08-05	Hora de recepción	: 08:00
Fecha de análisis	: 2022-08-10	Fecha de entrega	: 2022-08-19
Muestreado por	: QUEBRACHO S.R.L.-D.D.Q.		

ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE AGUA RESIDUAL

Ítem	Parámetro	Unidad	Método	Limite de Cuantificación	ANEXO A-2	Resultado
1	Cobre	mg/l	ASTM D 1688(")	0.04	1	<0.04
2	Zinc	mg/l	ASTM D 1691(")	0.01	3	<0.01
3	Plomo	mg/l	ASTM D 3559-03A(")	0.03	0.6	<0.3
4	Cadmio	mg/l	ASTM D 3557-02A (")	0.005	0.3	<0.005
5	Arsénico	mg/l	ASTM D 2972-03B (")	0.005	1.0	<0.005
6	Cromo, Cr+3	mg/l	Diferencia (CrT- Cr+6)	0.01	1	<0.01
7	Cromo, Cr+6	mg/l	Method (8023)**	0.01	0.1	<0.01
8	Mercurio	mg/l	ASTM D 3223-02 (")	0.001	0.002	<0.001
9	Hierro Total	mg/l	ASTM D 1068-03(")	0.02	1	0.35
10	Antimonio	mg/l	APHA AWWA -311B Sb (")	0.3	1	<0.3
11	Estaño	mg/l	APHA AWWA -311B Sn (")	0.5	2	<0.5
12	Cianuro Libre	mg/l	Method (8027)**	0.002	0.5	0.002
13	pH	-	Electrométrico (4500-H+B)*^	-	6-9	8.18
14	Temperatura	°C	Medición Directa (2550-B)*	0.1	± 5	24.1
15	Fenoles	mg/l	Method (8047)**	0.002	1	0.008
16	Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	Method (8006)**	5	60	17
17	Aceites y Grasas	mg/l	Infrarrojo EPA 413.2***	0.1	20	<0.1
18	DQO	mg/l	Method (8000)**	3	300	58
19	DBO5	mg/l	Cálculo	1	80	14
20	Amonio-N	mg/l	Method (8038)**	0.02	4	5.4
21	Sulfuros	mg/l	Method (8131)**	0.005	2	<0.005

ENSAYOS MEDIDOS IN SITU

*^ Métodos normalizados para análisis de aguas potables y residuales : APHA, AWWA y WPCF - Edición 22

** Métodos HACH para el espectrofotómetro DR 3900 con certificación ISO 9001

*** Métodos normalizados por Horiba para el equipo OCMA-350 con certificación ISO 9001

(") Equipo Contra A-300

Información Adicional:

ANEXO A-2: Límites permisibles para descargas líquidas según el Reglamento en Materia de contaminación Hídrica, Ley 1333 del Medio Ambiente.
Nota: Muestra Compuesta.

Ing. Silvana Guzmán Justiniano
R.N.I. 18.013

Jefe de Laboratorio

Código: RLB/ 002 V:004

QUEBRACHO S.R.L.
SERVICIO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
NIT: 1012577027
LABORATORIO

Ing. Denis A. Cortez Avalos
Analista de Laboratorio

c/c/ Laboratorio
Página 1 de 8

- Los resultados emitidos se refiere a las muestras analizadas, cualquier enmienda, corrección o raspadura invalida este documento.
- Este documento es válido con las firmas autorizadas, sello de área y sello seco de la empresa, una vez entregado no es responsable del uso de mismo.
- Si QUEBRACHO S.R.L. no efectuó el muestreo, no es responsable de la representatividad de las muestras.

INFORME DE LABORATORIO

Empresa	: ASOCIACION ACCIDENTAL CRUZ DEL SUR	Solicitud	: Q 516/22
N° de Orden	: 6976/22	Código de Laboratorio	: 1328B
Lugar	: DIAGNOSTICO LINEA BASE AMBIENTAL ARROYO COLORADO PTAR WARNES	Código del Cliente	: SP-01
Punto de muestreo	: PTO.1 ARROYO COLORADO AGUAS ABAJO FABRICAS 20K. 483489; 8062673	Volumen	: 250 ml
Fecha de muestreo	: 2022-08-04	Hora de muestreo	: 10:44-17:55
Fecha de recepción	: 2022-08-05	Hora de recepción	: 08:00
Fecha de análisis	: 2022-08-05	Fecha de entrega	: 2022-08-19
Muestreado por	: QUEBRACHO S.R.L.-D.D.Q.		

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA RESIDUAL

Ítem	Parámetro	Unidad	Método	Limite de Cuantificación	ANEXO A-2	Resultado
1	Coliformes Fecales	UFC/100ml	Filtro Membrana (9222 B)*	1	1000	DNPS

* Métodos normalizados para análisis de aguas potables y residuales : APHA, AWWA y WPCF - Edición 22

Información Adicional:

ANEXO A-2: Límites permisibles para descargas líquidas según el Reglamento en Materia de contaminación Hídrica, Ley 1333 del Medio Ambiente.
UFC= Unidad Formadora de Colonias.
DNPS: Demasiado numerosas para ser contadas.

Ing. Silvana Guzmán Justiniano
R.N.I. 18.013

Jefe de Laboratorio

Código: RLB/ 002 V:004

QUEBRACHO S.R.L.
SERVICIO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
NIT: 1012577027
LABORATORIO

Bioq. Margui K. Rivero Vargas
Analista de Laboratorio

c/c Laboratorio

INFORME DE LABORATORIO

Empresa	: ASOCIACION ACCIDENTAL CRUZ DEL SUR	Solicitud	: Q 516/22
Nº de Orden	: 6976/22	Código de Laboratorio	: 1329A
Lugar	: DIAGNOSTICO LINEA BASE AMBIENTAL ARROYO COLORADO PTAR WARNES	Código del Cliente	: SP-02
Punto de muestreo	: PTO.2 AGUAS ARRIBA DE LA DESCARGA (UNION ARROYO- EFLUENTE) 20K.483777; 8065913	Volumen	: 1000 ml
Fecha de muestreo	: 2022-08-04	Hora de muestreo	: 12:19- 16:55
Fecha de recepción	: 2022-08-05	Hora de recepción	: 08:00
Fecha de análisis	: 2022-08-10	Fecha de entrega	: 2022-08-19
Muestreado por	: QUEBRACHO S.R.L.-D.D.Q.		

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA SUPERFICIAL

Ítem	Parámetro	Unidad	Método	Limite de Cuantificación	ANEXO A-2	Resultado
1	Cobre	mg/l	ASTM D 1688(")	0.04	1	<0.04
2	Zinc	mg/l	ASTM D 1691(")	0.01	3	0.07
3	Plomo	mg/l	ASTM D 3559-03A(")	0.03	0.6	<0.3
4	Cadmio	mg/l	ASTM D 3557-02A (")	0.005	0.3	<0.005
5	Arsénico	mg/l	ASTM D 2972-03B (")	0.005	1.0	<0.005
6	Cromo, Cr+3	mg/l	Diferencia (CrT- Cr+6)	0.01	1	<0.01
7	Cromo, Cr+6	mg/l	Method (8023)**	0.01	0.1	<0.01
8	Mercurio	mg/l	ASTM D 3223-02 (")	0.001	0.002	<0.001
9	Hierro Total	mg/l	ASTM D 1068-03(")	0.02	1	0.88
10	Antimonio	mg/l	APHA AWWA -311B Sb (")	0.3	1	<0.3
11	Estaño	mg/l	APHA AWWA -311B Sn (")	0.5	2	<0.5
12	Cianuro Libre	mg/l	Method (8027)**	0.002	0.5	0.006
13	pH	-	Electrométrico (4500-H+B)*^	-	6-9	7.97
14	Temperatura	°C	Medición Directa (2550-B)*	0.1	± 5	24.3
15	Fenoles	mg/l	Method (8047)**	0.002	1	0.009
16	Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	Method (8006)**	5	60	120
17	Aceites y Grasas	mg/l	Infrarrojo EPA 413.2***	0.1	20	<0.1
18	DQO	mg/l	Method (8000)**	3	300	234
19	DBO5	mg/l	Cálculo	1	80	58
20	Amonio-N	mg/l	Method (8038)**	0.02	4	5.27
21	Sulfuros	mg/l	Method (8131)**	0.005	2	0.090

ENSAYOS MEDIDOS IN SITU

^^ Métodos normalizados para análisis de aguas potables y residuales : APHA, AWWA y WPCF - Edición 22

** Métodos HACH para el espectrofotómetro DR 3900 con certificación ISO 9001

*** Métodos normalizados por Horiba para el equipo OCMA-350 con certificación ISO 9001

(") Equipo Contra A-300

Información Adicional:

ANEXO A-2: Límites permisibles para descargas líquidas según el Reglamento en Materia de contaminación Hídrica, Ley 1333 del Medio Ambiente.

Nota: Muestra Compuesta.


Ing. Silvana Guzmán Justiniano
R.N.I. 18.013
Jefe de Laboratorio

QUEBRACHO S.R.L.
SERVICIO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
NIT: 1212577027
LABORATORIO


Ing. Denis A. Cortez Avalos
Analista de Laboratorio

Código: RLB/ 002 V:004

c/c/ Laboratorio
Página 3 de 8

- Los resultados emitidos se refiere a las muestras analizadas, cualquier enmienda, corrección o raspadura invalida este documento.
- Este documento es válido con las firmas autorizadas, sello de área y sello seco de la empresa, una vez entregado no es responsable del uso de mismo.
- Si QUEBRACHO S.R.L. no efectuó el muestreo, no es responsable de la representatividad de las muestras.

INFORME DE LABORATORIO

Empresa	: ASOCIACION ACCIDENTAL CRUZ DEL SUR	Solicitud	: Q 516/22
Nº de Orden	: 6976/22	Código de Laboratorio	: 1329B
Lugar	: DIAGNOSTICO LINEA BASE AMBIENTAL ARROYO COLORADO PTAR WARNES	Código del Cliente	: SP-02
Punto de muestreo	: PTO.2 AGUAS ARRIBA DE LA DESCARGA (UNION ARROYO- EFLUENTE) 20K.483777; 8065913	Volumen	: 250 ml
Fecha de muestreo	: 2022-08-04	Hora de muestreo	: 12:19- 16:55
Fecha de recepción	: 2022-08-05	Hora de recepción	: 08:00
Fecha de análisis	: 2022-08-05	Fecha de entrega	: 2022-08-19
Muestreado por	: QUEBRACHO S.R.L.-D.D.Q.		

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA SUPERFICIAL

Ítem	Parámetro	Unidad	Método	Limite de Cuantificación	ANEXO A-2	Resultado
1	Coliformes Fecales	UFC/100ml	Filtro Membrana (9222 B)*	1	1000	DNPS

* Métodos normalizados para análisis de aguas potables y residuales : APHA, AWWA y WPCF - Edición 22

Información Adicional:

ANEXO A-2: Límites permisibles para descargas líquidas según el Reglamento en Materia de contaminación Hídrica, Ley 1333 del Medio Ambiente.
UFC= Unidad Formadora de Colonias.
DNPS: Demasiado numerosas para ser contadas.

Ing. Silvana Guzmán Justiniano
R.N.I. 18.013

Jefe de Laboratorio

Código: RLB/ 002 V:004

QUEBRACHO S.R.L.
SERVICIOS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
NIT: 1011577037
LABORATORIO

Bioq. Margui K. Rivero Vargas
Analista de Laboratorio

c/c/ Laboratorio

INFORME DE LABORATORIO

Empresa	: ASOCIACION ACCIDENTAL CRUZ DEL SUR	Solicitud	: Q 516/22
Nº de Orden	: 6976/22	Código de Laboratorio	: 1330A
Lugar	: DIAGNOSTICO LINEA BASE AMBIENTAL ARROYO COLORADO PTAR WARNES	Código del Cliente	: SP-03
Punto de muestreo	: PTO.4 AGUAS ABAJO DE LA DESCARGA 20K. 483856; 8065976	Volumen	: 1000 ml
Fecha de muestreo	: 2022-08-04	Hora de muestreo	: 12:41-16:42
Fecha de recepción	: 2022-08-05	Hora de recepción	: 08:00
Fecha de análisis	: 2022-08-10	Fecha de entrega	: 2022-08-19
Muestreado por	: QUEBRACHO S.R.L.-D.D.Q.		

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA SUPERFICIAL

Ítem	Parámetro	Unidad	Método	Limite de Cuantificación	ANEXO A-2	Resultado
1	Cobre	mg/l	ASTM D 1688(")	0.04	1	<0.04
2	Zinc	mg/l	ASTM D 1691(")	0.01	3	<0.01
3	Plomo	mg/l	ASTM D 3559-03A(")	0.03	0.6	<0.3
4	Cadmio	mg/l	ASTM D 3557-02A (")	0.005	0.3	<0.005
5	Arsénico	mg/l	ASTM D 2972-03B (")	0.005	1.0	<0.005
6	Cromo, Cr+3	mg/l	Diferencia (CrT- Cr+6)	0.01	1	<0.01
7	Cromo, Cr+6	mg/l	Method (8023)**	0.01	0.1	<0.01
8	Mercurio	mg/l	ASTM D 3223-02 (")	0.001	0.002	<0.001
9	Hierro Total	mg/l	ASTM D 1068-03(")	0.02	1	0.62
10	Antimonio	mg/l	APHA AWWA -311B Sb (")	0.3	1	<0.3
11	Estaño	mg/l	APHA AWWA -311B Sn (")	0.5	2	<0.5
12	Cianuro Libre	mg/l	Method (8027)**	0.002	0.5	<0.002
13	pH	-	Electrométrico (4500-H+B)*^	-	6-9	7.88
14	Temperatura	°C	Medición Directa (2550-B)*	0.1	± 5	23.9
15	Fenoles	mg/l	Method (8047)**	0.002	1	0.006
16	Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	Method (8006)**	5	60	102
17	Aceites y Grasas	mg/l	Infrarrojo EPA 413.2***	0.1	20	<0.1
18	DQO	mg/l	Method (8000)**	3	300	220
19	DBO5	mg/l	Cálculo	1	80	55
20	Amonio-N	mg/l	Method (8038)**	0.02	4	16.2
21	Sulfuros	mg/l	Method (8131)**	0.005	2	0.163

ENSAYOS MEDIDOS IN SITU

*^ Métodos normalizados para análisis de aguas potables y residuales : APHA, AWWA y WPCF - Edición 22

** Métodos HACH para el espectrofotómetro DR 3900 con certificación ISO 9001

*** Métodos normalizados por Horiba para el equipo OCMA-350 con certificación ISO 9001

(") Equipo Contra A-300

Información Adicional:

ANEXO A-2: Límites permisibles para descargas líquidas según el Reglamento en Materia de contaminación Hídrica, Ley 1333 del Medio Ambiente.
Nota: Muestra Compuesta.

Ing. Silvana Guzmán Justiniano
R.N.I. 18.013
Jefe de Laboratorio

QUEBRACHO S.R.L.
SERVICIO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
NIT: 1012577027
LABORATORIO

Ing. Denis A. Cortez Avalos
Analista de Laboratorio

Código: RLB/ 002 V:004

c/c/ Laboratorio
Página 5 de 8

- Los resultados emitidos se refiere a las muestras analizadas, cualquier enmienda, corrección o raspadura invalida este documento.
- Este documento es válido con las firmas autorizadas, sello de área y sello seco de la empresa, una vez entregado no es responsable del uso de mismo.
- Si QUEBRACHO S.R.L. no efectuó el muestreo, no es responsable de la representatividad de las muestras.

INFORME DE LABORATORIO

Empresa	: ASOCIACION ACCIDENTAL CRUZ DEL SUR	Solicitud	: Q 516/22
Nº de Orden	: 6976/22	Código de Laboratorio	: 1330B
Lugar	: DIAGNOSTICO LINEA BASE AMBIENTAL ARROYO COLORADO PTAR WARNES	Código del Cliente	: SP-03
Punto de muestreo	: PTO.4 AGUAS ABAJO DE LA DESCARGA 20K. 483856; 8065976	Volumen	: 250 ml
Fecha de muestreo	: 2022-08-04	Hora de muestreo	: 12:41-16:42
Fecha de recepción	: 2022-08-05	Hora de recepción	: 08:00
Fecha de análisis	: 2022-08-05	Fecha de entrega	: 2022-08-19
Muestreado por	: QUEBRACHO S.R.L.-D.D.Q.		

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA SUPERFICIAL

Ítem	Parámetro	Unidad	Método	Limite de Cuantificación	ANEXO A-2	Resultado
1	Coliformes Fecales	UFC/100ml	Filtro Membrana (9222 B)*	1	1000	DNPSC

* Métodos normalizados para análisis de aguas potables y residuales : APHA, AWWA y WPCF - Edición 22

Información Adicional:

ANEXO A-2: Límites permisibles para descargas líquidas según el Reglamento en Materia de contaminación Hídrica, Ley 1333 del Medio Ambiente.
UFC= Unidad Formadora de Colonias.
DNPSC: Demasiado numerosas para ser contadas.

Ing. Silvana Guzmán Justiniano
R.N.I. 18.013
Jefe de Laboratorio

Código: RLB/ 002 V:004

QUEBRACHO S.R.L.
SERVICIO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
NIT: 1314577027
LABORATORIO

Bioq. Marguí K. Rivero Vargas
Analista de Laboratorio

c/c/ Laboratorio

INFORME DE LABORATORIO

Empresa	: ASOCIACION ACCIDENTAL CRUZ DEL SUR	Solicitud	: Q 516/22
Nº de Orden	: 6976/22	Código de Laboratorio	: 1331A
Lugar	: DIAGNOSTICO LINEA BASE AMBIENTAL ARROYO COLORADO PTAR WARNES	Código del Cliente	: SP-04
Punto de muestreo	: PTO 5. ARROYO COLORADO 20 m. ANTES DEL RIO CHANE 20K. 484051; 8066404	Volumen	: 1000 ml
Fecha de muestreo	: 2022-08-04	Hora de muestreo	: 13:40-16:10
Fecha de recepción	: 2022-08-05	Hora de recepción	: 08:00
Fecha de análisis	: 2022-08-10	Fecha de entrega	: 2022-08-19
Muestreado por	: QUEBRACHO S.R.L.-D.D.Q.		

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA SUPERFICIAL

Ítem	Parámetro	Unidad	Método	Límite de Cuantificación	ANEXO A-2	Resultado
1	Cobre	mg/l	ASTM D 1688(")	0.04	1	<0.04
2	Zinc	mg/l	ASTM D 1691(")	0.01	3	<0.01
3	Plomo	mg/l	ASTM D 3559-03A(")	0.03	0.6	<0.3
4	Cadmio	mg/l	ASTM D 3557-02A (")	0.005	0.3	<0.005
5	Arsénico	mg/l	ASTM D 2972-03B (")	0.005	1.0	<0.005
6	Cromo, Cr+3	mg/l	Diferencia (CrT- Cr+6)	0.01	1	<0.01
7	Cromo, Cr+6	mg/l	Method (8023)**	0.01	0.1	<0.01
8	Mercurio	mg/l	ASTM D 3223-02 (")	0.001	0.002	<0.001
9	Hierro Total	mg/l	ASTM D 1068-03(")	0.02	1	0.39
10	Antimonio	mg/l	APHA AWWA -311B Sb (")	0.3	1	<0.3
11	Estaño	mg/l	APHA AWWA -311B Sn (")	0.5	2	<0.5
12	Cianuro Libre	mg/l	Method (8027)**	0.002	0.5	<0.002
13	pH	-	Electrométrico (4500-H+B)*^	-	6-9	7.73
14	Temperatura	°C	Medición Directa (2550-B)*	0.1	± 5	24.4
15	Fenoles	mg/l	Method (8047)**	0.002	1	0.008
16	Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	Method (8006)**	5	60	54
17	Aceites y Grasas	mg/l	Infrarrojo EPA 413.2***	0.1	20	<0.1
18	DQO	mg/l	Method (8000)**	3	300	113
19	DBO5	mg/l	Cálculo	1	80	28
20	Amonio-N	mg/l	Method (8038)**	0.02	4	13.1
21	Sulfuros	mg/l	Method (8131)**	0.005	2	0.047

ENSAYOS MEDIDOS IN SITU

*^ Métodos normalizados para análisis de aguas potables y residuales : APHA, AWWA y WPCF - Edición 22

** Métodos HACH para el espectrofotómetro DR 3900 con certificación ISO 9001

*** Métodos normalizados por Horiba para el equipo OCMA-350 con certificación ISO 9001

(") Equipo Contra A-300

Información Adicional:

ANEXO A-2: Límites permisibles para descargas líquidas según el Reglamento en Materia de contaminación Hídrica, Ley 1333 del Medio Ambiente.

Nota: Muestra Compuesta.

Ing. Silvana Guzmán Justiniano

R.N.I. 18.013

Jefe de Laboratorio

QUEBRACHO S.R.L.
SERVICIO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
NIT: 1012577027
LABORATORIO

Ing. Denis A. Cortez Avalos

Analista de Laboratorio

Código: RLB/ 002 V:004

c/c Laboratorio
Página 7 de 8

- Los resultados emitidos se refiere a las muestras analizadas, cualquier enmienda, corrección o raspadura invalida este documento.
- Este documento es válido con las firmas autorizadas, sello de área y sello seco de la empresa, una vez entregado no es responsable del uso de mismo.
- Si QUEBRACHO S.R.L. no efectuó el muestreo, no es responsable de la representatividad de las muestras.

INFORME DE LABORATORIO

Empresa	: ASOCIACION ACCIDENTAL CRUZ DEL SUR	Solicitud	: Q 516/22
Nº de Orden	: 6976/22	Código de Laboratorio	: 1331B
Lugar	: DIAGNOSTICO LINEA BASE AMBIENTAL ARROYO COLORADO PTAR WARNES	Código del Cliente	: SP-04
Punto de muestreo	: PTO 5. ARROYO COLORADO 20 m. ANTES DEL RIO CHANE 20K. 484051; 8066404	Volumen	: 250 ml
Fecha de muestreo	: 2022-08-04	Hora de muestreo	: 13:40-16:10
Fecha de recepción	: 2022-08-05	Hora de recepción	: 08:00
Fecha de análisis	: 2022-08-05	Fecha de entrega	: 2022-08-19
Muestreado por	: QUEBRACHO S.R.L.-D.D.Q.		

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA SUPERFICIAL

Ítem	Parámetro	Unidad	Método	Limite de Cuantificación	ANEXO A-2	Resultado
1	Coliformes Fecales	UFC/100ml	Filtro Membrana (9222 B)*	1	1000	DNPS

* Métodos normalizados para análisis de aguas potables y residuales : APHA, AWWA y WPCF - Edición 22

Información Adicional:

ANEXO A-2: Límites permisibles para descargas líquidas según el Reglamento en Materia de contaminación Hídrica, Ley 1333 del Medio Ambiente.
UFC= Unidad Formadora de Colonias.
DNPS: Demasiado numerosas para ser contadas.

Ing. Silvana Guzmán Justiniano
R.N.I. 18.013
Jefe de Laboratorio

Código: RLB/ 002 V:004

QUEBRACHO S.R.L.
SERVICIO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
NIT: 1011577027
LABORATORIO

Bioq. Margui K. Rivero Vargas
Analista de Laboratorio

c/c Laboratorio

QUEBRACHO S.R.L.

LABORATORIO DE AGUAS, SUELOS Y AIRE

INFORME ANÁLISIS FISICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE AGUA RESIDUAL

**LUGAR: DIAGNOSTICO LINEA BASE AMBIENTAL
ARROYO COLORADO PTAR WARNES**

Q 516/22

**SOLICITADO POR: ASOCIACION ACCIDENTAL CRUZ DEL SUR.
Santa Cruz, 19 de Agosto de 2022.**

- Los resultados emitidos se refiere a las muestras analizadas, cualquier enmienda, corrección o raspadura invalida este documento.
- Este documento es válido con las firmas autorizadas, sello de área y sello seco de la empresa, una vez entregado no es responsable del uso de mismo.
- Si QUEBRACHO S.R.L. no efectuó el muestreo, no es responsable de la representatividad de las muestras.

INFORME DE LABORATORIO

Empresa	: ASOCIACION ACCIDENTAL CRUZ DEL SUR	Solicitud	: Q 516/22
Nº de Orden	: 6976/22	Código de Laboratorio	: 1332A
Lugar	: DIAGNOSTICO LINEA BASE AMBIENTAL ARROYO COLORADO PTAR WARNES	Código del Cliente	: RS-01
Punto de muestreo	: PTO.3 SALIDA PTAR (DESCARGA) 20K. 483576; 8065880	Volumen	: 1000 ml
Fecha de muestreo	: 2022-08-04	Hora de muestreo	: 11:50-17:08
Fecha de recepción	: 2022-08-05	Hora de recepción	: 08:00
Fecha de análisis	: 2022-08-10	Fecha de entrega	: 2022-08-19
Muestreado por	: QUEBRACHO S.R.L.-D.D.Q.		

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA RESIDUAL

Ítem	Parámetro	Unidad	Método	Limite de Cuantificación	ANEXO A-2	Resultado
1	Cobre	mg/l	ASTM D 1688(")	0.04	1	<0.04
2	Zinc	mg/l	ASTM D 1691(")	0.01	3	<0.01
3	Plomo	mg/l	ASTM D 3559-03A(")	0.03	0.6	<0.3
4	Cadmio	mg/l	ASTM D 3557-02A (")	0.005	0.3	<0.005
5	Arsénico	mg/l	ASTM D 2972-03B (")	0.005	1.0	<0.005
6	Cromo, Cr+3	mg/l	Diferencia (CrT- Cr+6)	0.01	1	<0.01
7	Cromo, Cr+6	mg/l	Method (8023)**	0.01	0.1	<0.01
8	Mercurio	mg/l	ASTM D 3223-02 (")	0.001	0.002	<0.001
9	Hierro Total	mg/l	ASTM D 1068-03(")	0.02	1	0.43
10	Antimonio	mg/l	APHA AWWA -311B Sb (")	0.3	1	<0.3
11	Estaño	mg/l	APHA AWWA -311B Sn (")	0.5	2	<0.5
12	Cianuro Libre	mg/l	Method (8027)**	0.002	0.5	<0.002
13	pH	-	Electrométrico (4500-H+B)*^	-	6-9	7.94
14	Temperatura	°C	Medición Directa (2550-B)*	0.1	± 5	25.0
15	Fenoles	mg/l	Method (8047)**	0.002	1	0.005
16	Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	Method (8006)**	5	60	222
17	Aceites y Grasas	mg/l	Infrarrojo EPA 413.2***	0.1	20	<0.1
18	DQO	mg/l	Method (8000)**	3	300	294
19	DBO5	mg/l	Cálculo	1	80	73
20	Amonio-N	mg/l	Method (8038)**	0.02	4	29.6
21	Sulfuros	mg/l	Method (8131)**	0.005	2	0.225

ENSAYOS MEDIDOS IN SITU

*^ Métodos normalizados para análisis de aguas potables y residuales : APHA, AWWA y WPCF - Edición 22

* Métodos HACH para el espectrofotómetro DR 3900 con certificación ISO 9001

*** Métodos normalizados por Horiba para el equipo OCMA-350 con certificación ISO 9001

(") Equipo Contra A-300

Información Adicional:

ANEXO A-2: Límites permisibles para descargas líquidas según el Reglamento en Materia de contaminación Hídrica, Ley 1333 del Medio Ambiente.
Nota: Muestra Compuesta.

Ing. Silvana Guzmán Justiniano

R.N.I. 18.013

Jefe de Laboratorio

Código: RLB/ 002 V-004

QUEBRACHO S.R.L.
SERVICIO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
NIT: 3014577027
LABORATORIO

Ing. Denis A. Cortez Avalos
Analista de Laboratorio

c/c Laboratorio
Página 1 de 4

- Los resultados emitidos se refiere a las muestras analizadas, cualquier enmienda, corrección o raspadura invalida este documento.
- Este documento es válido con las firmas autorizadas, sello de área y sello seco de la empresa, una vez entregado no es responsable del uso de mismo.
- Si QUEBRACHO S.R.L. no efectuó el muestreo, no es responsable de la representatividad de las muestras.

INFORME DE LABORATORIO

Empresa	: ASOCIACION ACCIDENTAL CRUZ DEL SUR	Solicitud	: Q 516/22
Nº de Orden	: 6976/22	Código de Laboratorio	: 1332B
Lugar	: DIAGNOSTICO LINEA BASE AMBIENTAL ARROYO COLORADO PTAR WARNES	Código del Cliente	: RS-01
Punto de muestreo	: PTO.3 SALIDA PTAR (DESCARGA) 20K. 483576; 8065880	Volumen	: 250 ml
Fecha de muestreo	: 2022-08-04	Hora de muestreo	: 11:50-17:08
Fecha de recepción	: 2022-08-05	Hora de recepción	: 08:00
Fecha de análisis	: 2022-08-05	Fecha de entrega	: 2022-08-19
Muestreado por	: QUEBRACHO S.R.L.-D.D.Q.		

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA RESIDUAL

Ítem	Parámetro	Unidad	Método	Limite de Cuantificación	ANEXO A-2	Resultado
1	Coliformes Fecales	UFC/100ml	Filtro Membrana (9222 B)*	1	1000	DNPSC

* Métodos normalizados para análisis de aguas potables y residuales : APHA, AWWA y WPCF - Edición 22

Información Adicional:

ANEXO A-2: Límites permisibles para descargas líquidas según el Reglamento en Materia de contaminación Hídrica, Ley 1333 del Medio Ambiente.
UFC= Unidad Formadora de Colonias.
DNPSC: Demasiado numerosas para ser contadas.

Ing. Silvana Guzmán Justiniano
R.N.I. 18.013
Jefe de Laboratorio

Código: RLB/ 002 V:004

QUEBRACHO S.R.L.
SERVICIO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
NIT: 1014577027
LABORATORIO

Bioq. Margui K. Rivero Vargas
Analista de Laboratorio

c/c Laboratorio

INFORME DE LABORATORIO

Empresa	: ASOCIACION ACCIDENTAL CRUZ DEL SUR	Solicitud	: Q 516/22
Nº de Orden	: 6976/22	Código de Laboratorio	: 1333A
Lugar	: DIAGNOSTICO LINEA BASE AMBIENTAL ARROYO COLORADO PTAR WARNES	Código del Cliente	: RS-02
Punto de muestreo	: EMISARIO- INGRESO PTAR PTO.6	Volumen	: 1000 ml
Fecha de muestreo	: 2022-08-04	Hora de muestreo	: 13:10-17:22
Fecha de recepción	: 2022-08-05	Hora de recepción	: 08:00
Fecha de análisis	: 2022-08-10	Fecha de entrega	: 2022-08-19
Muestreado por	: QUEBRACHO S.R.L.-D.D.Q.		

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA RESIDUAL

Ítem	Parámetro	Unidad	Método	Limite de Cuantificación	ANEXO A-2	Resultado
1	Aceites y Grasas	mg/l	Infrarrojo EPA 413.2***	0.1	20	44.1
2	Amonio-N	mg/l	Method (8038)**	0.02	4	47.2
3	DBO5	mg/l	Cálculo	1	80	382
4	DQO	mg/l	Method (8000)**	3	300	1530
5	pH	-	Electrométrico (4500-H+B)*^	-	6-9	7.13
6	Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	Method (8006)**	5	60	300
7	Sulfuros	mg/l	Method (8131)**	0.005	2	3.86

ENSAYOS MEDIDOS IN SITU

*^ Métodos normalizados para análisis de aguas potables y residuales : APHA, AWWA y WPCF - Edición 22

* * Métodos HACH para el espectrofotómetro DR 3900 con certificación ISO 9001

*** Métodos normalizados por Horiba para el equipo OCMA-350 con certificación ISO 9001

(") Equipo Contra A-300

Información Adicional:

ANEXO A-2: Límites permisibles para descargas líquidas según el Reglamento en Materia de contaminación Hídrica, Ley 1333 del Medio Ambiente.

Nota: Muestra Compuesta.

Ing. Silvana Guzmán Justiniano

R.N.I. 18.013

Jefe de Laboratorio

Código: RLB/ 002 V:004

QUEBRACHO S.R.L.
SERVICIO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
NIT: 1012577047
LABORATORIO

Ing. Denis A. Cortez Avalos
Analista de Laboratorio

c/c/ Laboratorio

INFORME DE LABORATORIO

Empresa	: ASOCIACION ACCIDENTAL CRUZ DEL SUR	Solicitud	: Q 516/22
Nº de Orden	: 6976/22	Código de Laboratorio	: 1333B
Lugar	: DIAGNOSTICO LINEA BASE AMBIENTAL ARROYO COLORADO PTAR WARNES	Código del Cliente	: RS-02
Punto de muestreo	: EMISARIO- INGRESO PTAR PTO.6	Volumen	: 250 ml
Fecha de muestreo	: 2022-08-04	Hora de muestreo	: 13:10-17:22
Fecha de recepción	: 2022-08-05	Hora de recepción	: 08:00
Fecha de análisis	: 2022-08-05	Fecha de entrega	: 2022-08-19
Muestreado por	: QUEBRACHO S.R.L.-D.D.Q.		

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA RESIDUAL

Ítem	Parámetro	Unidad	Método	Limite de Cuantificación	ANEXO A-2	Resultado
1	Coliformes Fecales	UFC/100ml	Filtro Membrana (9222 B)*	1	1000	DNPSC

* Métodos normalizados para análisis de aguas potables y residuales : APHA, AWWA y WPCF - Edición 22

Información Adicional:

ANEXO A-2: Límites permisibles para descargas líquidas según el Reglamento en Materia de contaminación Hídrica, Ley 1333 del Medio Ambiente.
UFC= Unidad Formadora de Colonias.
DNPSC: Demasiado numerosas para ser contadas.

Ing. Silvana Guzmán Justiniano
R.N.I. 18.013

Jefe de Laboratorio

Código: RLB/ 002 V:004

QUEBRACHO S.R.L.
SERVICIO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
NIT: 3012577027
LABORATORIO

Bioq. Margui K. Rivero Vargas
Analista de Laboratorio

c/c Laboratorio



MEDICIÓN IN SITU Y TOMA DE MUESTRAS CADENA DE CUSTODIA (ESLABON No 3)

Código: Q-P-MU-001 / F-001
Versión: 010

I. INFORMACION GENERAL

Fecha: 04/08/2022 Hora: 10:44

Solicitante por (empresa): Asociación Accidental Cruz del Sur

Registro: 0004850

Departamento: Santa Cruz

Provincia: Warnes

Lugar: Diagnóstico Línea Base Ambiental
Aereo Colorado Pta. Warnes

SOLICITUD N° 6976

CODIGO N°

051622

II. IDENTIFICACIÓN DE EPP, MATERIAL Y EQUIPOS

Uniforme con Identificación ☒

Guantes ☒

Barbijos ☒

EQUIPO: ☒

MARCA: ☒

SERIE: ☒

Obs. Del Tiempo: nublado

T°C: 29

H%: 50

Maletín de muestreo: ☒

Varilla saca muestra: ☒

Pala/picota/otro: ☐

III. DATOS DE MUESTREO Y MEDICIÓN

(*) Tipo de Muestra (Matriz)

Po= Potable Sp= Superficial Sb= Subterránea

Ré= Residual Su= Suelo Lo= Lodo Ce= Ceniza

(**) Tipo de análisis

MCB= Microbiología FSQ= Fisicoquímico

MM= Metales O= Orgánicos

(***) Tipo de envases

V= Vidrio P= Plástico O= Vidrio Ámbar

D= Bolsa negra jardiñera E= Bolsa estéril

(****) Conservante:

H= Hielo A= HCL B= HNO₃ C= H₂SO₄

(*****) Observaciones

Identificación: ríos, lagunas, canal, pozos, grifos, etc, técnicas de muestreo: Muestra simple, compuesta, integrada, prof.

Obs.: presencia de otros cuerpos extraños sin agua.

Nº	Muestra	HORA	CODIGO	PUNTO DE MUESTREO (NOMBRE ESPECIFICO Y/O COORDENADAS GEOGRAFICAS)	Tipo de Muestra	(-)	Tipo de Análisis	Tipo de envase	Conse- vante (****)	Volumen	Parámetros medidos en el lugar					OBSERVACIONES (*****)
											T°C	pH	O2	CE	TURBIDEZ	
1		10:44 11:55	SP-01	Pto 1 Aereo Colorado Aguas Abajo Fabricas 20K483489, 8062673	SP		MCB FSQ	V P	H H	250 1000	28.7 26.9	8.08 8.17				Muestra Compuesta
2		11:50 12:08	PS-01	Pto3 Salida Pta. (Descarga) 20K483576, 8065880	PS		MCB FSQ	V P	H H	250 1000	26.5 25.6	8.12 8.16				"
3		12:19 16:55	SP-02	Pto2 Aguas arriba de la Descarga (Union Aereo - Cuenca) 20K483777, 8065913	SP		MCB FSQ	V P	H H	250 1000	28.0 26.6	8.13 8.10				"
4		12:41 16:42	SP-03	Pto4 Aguas Abajo de la Descarga - 20K483856, 8065976	SP		MCB FSQ	V P	H H	250 1000	26.9 26.6	8.20 8.13				"
5		13:40 13:22	PS-02	Emisario - Ingreso Pta. - Pto6	PS		MCB FSQ	V P	H H	250 1000	27.7 26.4	7.34 7.39				Parámetros de control de Emisario

IV. RESPONSABLE DEL MUESTREO

No	NOMBRE Y APELLIDO	CI	FIRMA	CARGO	EMPRESA	OBSERVACIONES (SOBRE EL LUGAR)
1	Daniel Delgado	6269813		Re. monitor	Quebracho S.R.L.	

V. REPRESENTANTE Y/O FISCALES

2	Ivan Gerson	7170119		Ing Civil	Cruz del Sur	
3	Carolina Guzmán	3649766		Sup. Ambiental	Asoc. Acc. Warnes	

VI. RECIBIDO POR

No	NOMBRE Y APELLIDO	FIRMA	CARGO	FECHA	HORA	OBSERVACIONES (SOBRE ENTREGA)
1	Alicia Alvarez Montecinos		ANALISTA DE LABORATORIO	05/08/22	8:00 am	

QUEBRACHO S.R.L.

Este documento solo es valido con firmas



Código: Q-P-MU-001 / F-001

Versión: 010

I. INFORMACION GENERAL

Fecha: 04/08/2022

Hora: 13:40

Solicito por (empresa)

Registro 0004929

Departamento: Santa Cruz

Provincia: Waros

II. IDENTIFICACIÓN DE EPP. MATERIAL Y EQUIPOS

Uniforme con Identificación

Guantes

Barbiños

EQUIPO:

MARC:

SERIES

III. DATOS DE MUESTREO Y MEDICIÓN

(*) Tipo de Muestra (Matriz)

(**) Tipo de análisis

Po= Potable Sp= Superficial Sb= Subterránea
Ré= Residual Su= Suelo Lo= Lodo Ce= Ceniza

MCB= Microbiología FSQ= Físicoquímico
MM= Metales O= Orgánicos

****) Tipo de envases

V= Vidrio P= Plástico C= Vidrio Ámbar
D= Bolsa negra iardinera E= Bolsa estéril

(****) Conservante:

H= Hielo A= HCL B= HNO₃ C=H₂SO₄

Observaciones

Identificación: ríos, lagunas, canal, pozos, grifos, etc., técnicas de muestreo: Muestra simple, compuesta, integrada, prof.
Obs.: presencia de otros cuerpos extraños sin agua.

[illegible]

IV. RESPONSABLE DEL MUESTREO

No	NOMBRE Y APELLIDO	CI	FIRMA	CARGO	EMPRESA	OBSERVACIONES (SOBRE EL LUGAR)
1	Daniel Dolgado	5769813		La Monitor	Quebrados	

V. REPRESENTANTE Y/O FISCALES

2	Man Garzón	7170119	Ing. Civil	Croc. del Soc
3	Cecilio Gutierrez	5649766	Ing. Civil	Croc. del Soc
			Sup. Ambiental	Acer. Acc. Muebles

VI. RECIBIDO POR

No	NOMBRE Y APELLIDO	FIRMA	CARGO	FECHA	HORA	OBSERVACIONES(SOBRE ENTREGA)
1	 Alicia Alvarez Montalvo ANALISTA DE LABORATORIO QUÍMICO DE LA U.S.S.		A. Laboratorio	05/08/22	8:00 am	

Este documento solo es valido con firmas

RESUMEN 5 DE ENSAYO DE LABORATORIO - QUINTA CAMPAÑA							
Nº	PARÁMETRO	SINBOLO	UNIDAD	Emisario	Salida PTAR	Arroyo	Arroyo
				Ingreso PTAR		Colorado	Colorado
				LAB. QUEBRACHO.	LAB. QUEBRACHO.	Aguas arriba de la descarga	Aguas abajo de la descarga
				04/08/2022	04/08/2022	04/08/2022	04/08/2022
	Análisis Físicos						
3	Temperatura	T	°C		25,00	24,30	23,90
4	pH	Ph		7,13	7,94	7,97	7,88
5	Sólidos Suspendedos Totales a 105 °C		mg/l	300,00	222,00	120,00	102,00
	Análisis Químico						
6	Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO ₅ Total	mg/l	382,00	73,00	58,00	55,00
7	Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	1530,00	294,00	234,00	220,00
8	Aceites y Grasas		mg/l	44,10	< 0.1	< 0.1	< 0.1
9	Fósforo total (como P)	P	mg/l				
10	Amoniaco (como N)		mg/l	47,20	29,60	5,27	16,20
11	Nitratos (como N)	NO ₃ -	mg/l				
12	Nitritos (como N)		mg/l				
13	Nitrogeno Total (como N)	N	mg/l				
14	Sulfuros (S ⁻²)		mg/l	3,86	0,225	0,090	0,163
16	Plomo Total		ug/l		< 0.3	< 0.3	< 0.3
17	Antimonio		mg/l				
18	Arsénico		mg/l		< 0.005	< 0.005	< 0.005
19	Cobre		mg/l		< 0.04	< 0.04	< 0.04
20	Zinc		mg/l		< 0.01	0,07	< 0.01
21	Cadmio		mg/l		< 0.005	< 0.005	< 0.005
22	Cromo, Cr+3		mg/l		< 0.01	< 0.01	< 0.01
23	Cromo, Cr+6		mg/l		< 0.01	< 0.01	< 0.01
24	Mercurio		mg/l		< 0.001	< 0.001	< 0.001
25	Hierro Total		mg/l		0,43	0,88	0,62
26	Antimonio		mg/l		< 0.3	< 0.3	< 0.3
27	Estaño		mg/l		< 0.5	< 0.5	< 0.5
28	Cloruro libre		mg/l		< 0.002	0,01	< 0.002
29	Fenoles		mg/l		0,01	0,01	0,01
	Análisis Bacteriológico						
30	Coliformes totales		UFC/100ml				
31	Coliformes Fecales		UFC/100ml	DNPSC	DNPSC	DNPSC	DNPSC

DNPSC = Demasiado numerosas para ser contados.

Anexos B. Cálculo de parámetros de diseño.

B-1. En laguna facultativa.

Con Caudal medio

DATOS

Población =	13,764	hab.	
Temp med min =	15.1	°C.	Temperatura media del mes más frío.
Caudal =	29.28	l/s	Medio
DBO ₅ =	351.7	mg/l	En entrada a laguna facultativa

Tiempo de retención hidráulico

Tiempo de retención hidráulica o tiempo de residencia (t). Es el tiempo (días) que teóricamente pasa el agua dentro del sistema de tratamiento biológico y que se utiliza en el diseño.

Caudal de entrada =	29.28	l/s	2529.79	m3/día
Número de trenes =	2			
Caudal medio por laguna =	14.64	l/s	1264.90	m3/día

$$TRH = \frac{V}{Q}$$

Donde:

TRH: tiempo de retención hidráulica (d).

V: volumen útil de la Laguna Facultativa (m3).

Q: caudal de aguas a tratar (m3/d).

Volumen útil =	11,784.44	m3
Caudal en cada laguna facultativa =	1264.90	m3/día

$$TRH = 9.3 \text{ días}$$

Carga orgánica superficial

Cálculo de la carga orgánica en condiciones reales de funcionamiento.

$$\lambda_s = \frac{Q * C_a}{S}$$

Donde:

λ_s : carga superficial (kg DBO5/hab/d).

Q: caudal de aguas residuales a tratar (m3/d).

Ca: concentración DBO5 de las aguas afluentes a Laguna Facultativa (kg DBO5/m3).

S: superficie de lámina de agua de la Laguna Facultativa (ha).

Q =	1264.896	m3/día	
Ca =	351.720	mg	
Ca =	0.351720	DBO5/L	kg DBO ₅ /m ³
S =	10751.875	m ²	
S =	1.075	ha	
$\lambda_s =$	413.78		kg DBO ₅ /hab/d

**Cálculo de la Carga volumétrica (carga superficial) en función de la temperatura.
Cargas máximas admisibles según varios autores:**

Método 1 (Yaenz)

$$\lambda_s = 250 * (1.085)^{T-20}$$

Donde :

λ_s : carga superficial (kg DBO₅/hab/d).

T = Temperatura media del aire (°C)

se toma la temperatura media del aire en el mes más frío del año

T =	15.1	°C	
$\lambda_s =$	167.214		kg DBO ₅ /hab/d

Método 2 (McGarry y Pescod)

$$C_s = 60.26 * (1.099)^T$$

Donde :

Cs: carga superficial (kg DBO₅/hab/d).

T = Temperatura media del aire (°C)

se toma la temperatura media del aire en el mes más frío del año

T =	15.1	°C	
$C_s =$	249.96		kg DBO ₅ /hab/d

Método 3 (Mara, 1976)

$$C_s = 40.35 * (1.099)^T$$

Donde :

Cs: carga superficial (kg DBO5/hab/d).

T = Temperatura media del aire (°C)

se toma la temperatura media del aire en el mes más frio del año

T =	15.1	°C
C _s =	167.37	kg DBO5/hab/d

Método 4 (McGarry y Pescod)

$$C_{smax} = 20T - 20$$

Donde :

Csmax: carga superficial (kg DBO5/hab/d).

T = Temperatura media del aire (°C)

se toma la temperatura media del aire en el mes más frio del año

T =	15.1	°C
C _{smax} =	281.4	kg DBO5/hab/d

Método 5 (Mara, 1997)

$$\lambda_s = 350 * (1.107 - 0.002T)^{T-25}$$

λs: carga superficial (kg DBO5/hab/d).

T = Temperatura media del aire (°C)

se toma la temperatura media del aire en el mes más frio del año

T =	15.1	°C
λ _s =	167.77	kg DBO5/hab/d

Adoptamos la Carga Superficial de:

λ _s =	281.4	kg DBO/ha día
------------------	-------	---------------

Por condiciones favorables de clima.

La carga orgánica superficial de funcionamiento real es superior a los valores recomendables, lo que indica que

La laguna facultativa actualmente está trabajando con carga orgánica superior a lo que su capacidad le permite tratar con efectividad.

$$413.78 > 281.4$$

DBO5 de salida en condiciones de funcionamiento real de la laguna facultativa

La primera relación de cargas de DBO fue reportada por McGarry y Pescod (1970 en Yáñez, 1993) durante sus estudios de 134 plantas operando, a nivel mundial para su aplicación, en climas tropicales.

$$C_{sr} = 10.35 + 0.725C_s$$

Donde :

Csmax: carga superficial removida (kg DBO5/hab/d). Calculada a partir de Cs

Cs: carga superficial (kg DBO5/hab/d).

$$C_{sr} = 310 \text{ kg DBO/hab/día}$$

$$\text{Sale con: } 103.44 \text{ kg DBO/hab/día}$$

Estimación de la eficiencia de remoción de DBO5

$$C_a = 0.063$$

$$E_{DBO} = \frac{C_a - C_e}{C_a} * 100$$

Donde:

$$E_{DBO} =$$

eficiencia de remoción de demanda bioquímica de oxígeno en la laguna facultativa (%)

C_a = concentración DBO5 de las aguas afluentes a Laguna Facultativa (kg DBO5/m3).

C_e = concentración DBO5 de las aguas efluentes a Laguna Facultativa (kg DBO5/m3).

$$C_a = 0.351720 \text{ kg DBO5/m}^3$$

$$C_e = \boxed{0.063} \quad \text{kg DBO}_5/\text{m}^3$$

$$E_{\text{DBO}} = \boxed{82.2} \%$$

Determinación del coeficiente de decaimiento en la remoción de coliformes fecales

a) Coeficiente de decaimiento bacteriano en función de la temperatura

$$K_b = 0.841 * (1.075)^{T-20}$$

Donde :

T = Temperatura °C

Kb = Coeficiente de decaimiento bacteriano (día⁻¹)

$$T = \boxed{15.07} \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$K_b = \boxed{0.59} \text{ día}^{-1}$$

b) Coeficiente de decaimiento bacteriano en función de la altura útil del agua en la laguna

El coeficiente de muerte bacteriana a 20°C (Kb) puede determinarse haciendo uso de la expresión propuesta por Von Sperling (2016).

$$K_b = 0.549 * h^{-1.456}$$

Donde:

h = Profundidad efectiva de la laguna (m)

$$h = \boxed{1.50}$$

$$K_b = \boxed{0.30} \text{ día}^{-1} \quad \text{Coeficiente de decaimiento bacteriano a } 20^\circ\text{C}$$

El autor aconseja que el valor que se obtenga de Kb se reduzca del orden de un 5% a 15% en el caso de las lagunas Facultativas, y que se incremente en la misma proporción, en el caso de las lagunas de Maduración.

Reducción = %

Kb = **día⁻¹** Coeficiente de decaimiento bacteriano a 20°C

Para corregir el valor de Kb en función de la temperatura se emplea la expresión.

$$K_{bT} = K_{b20} * \theta^{(T-20)}$$

Donde:

K_{bT} = Coeficiente de muerte bacteriana a la temperatura "T" (d⁻¹)
θ = Coeficiente de temperatura
(Suele adoptar un valor 1.07, Von Sperling y Chernicharo, 2005).
T = Temperatura media del agua en el mes más frío (°C)

T = °C

Kb = **día⁻¹**

c) Coeficiente de decaimiento bacteriano en función de la eficiencia real

Para caudal medio

Efic =	94.77	%	Eficiencia de remisión de Coliformes fecales tiempo de retención hidráulico para el caudal medio
R =	9.32	días	
kb _f =	2.021		

$$\text{Eficiencia} = \frac{100 * (N_o - N_p)}{N_o}$$

$$\frac{N_p}{N_o} = \frac{1}{K_{bf} * R + 1}$$

$N_p/N_o =$	0.050
-------------	--------------

$$\text{Eficiencia} = 100 - 100 * \frac{N_p}{N_o} = 100 - 100 * (0.0253)$$

Efic =	94.96	%	en coliformes
---------------	--------------	----------	---------------

Kb =	2.02	día⁻¹	Coeficiente de decaimiento bacteriano
-------------	-------------	-------------------------	---------------------------------------

Con caudal máximo

DATOS

Población =	13,764	hab.	
Temp med min =	15.1	°C.	Temperatura media del mes más frío.
Caudal =	39.80	l/s	Máximo
DBO ₅ =	451.0	mg/l	En entrada a laguna facultativa

Tiempo de retención hidráulico

Tiempo de retención hidráulica o tiempo de residencia (t). Es el tiempo (días) que teóricamente pasa el agua dentro del sistema de tratamiento biológico y que se utiliza en el diseño.

Caudal de entrada =	39.80	l/s	3438.72	m3/día
Número de trenes =	2			
Caudal medio por laguna =	19.90	l/s	1719.36	m3/día

$$TRH = \frac{V}{Q}$$

Donde:

TRH: tiempo de retención hidráulica (d).

V: volumen útil de la Laguna Facultativa (m3).

Q: caudal de aguas a tratar (m3/d).

Volumen útil =	11,784.44	m3
Caudal en cada laguna facultativa =	1719.36	m3/día

TRH =	6.9	días
-------	-----	------

Carga orgánica superficial

Cálculo de la carga orgánica en condiciones reales de funcionamiento.

$$\lambda_s = \frac{Q * C_a}{S}$$

Donde:

λ_s : carga superficial (kg DBO5/hab/d).

Q: caudal de aguas residuales a tratar (m3/d).

Ca: concentración DBO5 de las aguas afluentes a Laguna Facultativa (kg DBO5/m3).

S: superficie de lámina de agua de la Laguna Facultativa (ha).

Q =	1719.360	m3/día
		mg
Ca =	451.000	DBO5/L
Ca =	0.451000	kg DBO5/m3
S =	10751.875	m2
S =	1.075	ha
$\lambda_s =$	721.21	kg DBO5/hab/d

Cálculo de la Carga volumétrica (carga superficial) en función de la temperatura.

Cargas máximas admisibles según varios autores:

Método 1 (Yaenz)

$$\lambda_s = 250 * (1.085)^{T-20}$$

Donde :

λ_s : carga superficial (kg DBO5/hab/d).

T = Temperatura media del aire (°C)

se toma la temperatura media del aire en el mes más frío del año

T =	15.1	°C
$\lambda_s =$	167.214	kg DBO5/hab/d

Método 2 (McGarry y Pescod)

$$C_s = 60.26 * (1.099)^T$$

Donde :

Cs: carga superficial (kg DBO5/hab/d).

T = Temperatura media del aire (°C)

se toma la temperatura media del aire en el mes más frio del año

$$\begin{array}{l} T = \\ C_s = \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 15.1 \\ \hline 249.96 \\ \hline \end{array} \begin{array}{l} ^\circ\text{C} \\ \text{kg DBO5/hab/d} \end{array}$$

Método 3 (Mara, 1976)

$$C_s = 40.35 * (1.099)^T$$

Donde :

Cs: carga superficial (kg DBO5/hab/d).

T = Temperatura media del aire (°C)

se toma la temperatura media del aire en el mes más frio del año

$$\begin{array}{l} T = \\ C_s = \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 15.1 \\ \hline 167.37 \\ \hline \end{array} \begin{array}{l} ^\circ\text{C} \\ \text{kg DBO5/hab/d} \end{array}$$

Método 4 (McGarry y Pescod)

$$C_{s\max} = 20T - 20$$

Donde :

Csmax: carga superficial (kg DBO5/hab/d).

T = Temperatura media del aire (°C)

se toma la temperatura media del aire en el mes más frio del año

$$\begin{array}{l} T = \\ C_{s\max} = \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 15.1 \\ \hline 281.4 \\ \hline \end{array} \begin{array}{l} ^\circ\text{C} \\ \text{kg DBO5/hab/d} \end{array}$$

Método 5 (Mara, 1997)

$$\lambda_s = 350 * (1.107 - 0.002T)^{T-25}$$

λ_s : carga superficial (kg DBO5/hab/d).

T = Temperatura media del aire (°C)

se toma la temperatura media del aire en el mes más frío del año

$$\begin{array}{l} T = \\ \lambda_s = \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 15.1 \\ \hline 167.77 \\ \hline \end{array} \begin{array}{l} ^\circ\text{C} \\ \text{kg DBO}_5/\text{hab/d} \end{array}$$

Adoptamos la Carga Superficial de:

$$\lambda_s = \begin{array}{|c|} \hline 281.4 \\ \hline \end{array} \text{kg DBO/ha día}$$

Por condiciones favorables de clima.

La carga orgánica superficial de funcionamiento real es superior a los valores recomendables, lo que indica que la laguna facultativa actualmente está trabajando con carga orgánica superior a lo que su capacidad le permite tratar con efectividad.

$$721.21 > 281.4$$

DBO de salida en condiciones de funcionamiento real de la laguna facultativa

La primera relación de cargas de DBO fue reportada por McGarry y Pescod (1970 en Yáñez, 1993) durante sus estudios de 134 plantas operando, a nivel mundial para su aplicación, en climas tropicales.

$$C_{sr} = 10.35 + 0.725C_s$$

Donde :

C_{smax}: carga superficial removida (kg DBO₅/hab/d). Calculada a partir de C_s

C_s: carga superficial (kg DBO₅/hab/d).

$$C_{sr} = 533 \text{ kg DBO/hab/día}$$

$$\text{Sale con: } 187.98 \text{ kg DBO/hab/día}$$

Estimación de la eficiencia de remoción de DBO₅

$$\begin{array}{|c|} \hline 0.114 \\ \hline \end{array}$$

$$E_{DBO} = \frac{C_a - C_e}{C_a} * 100$$

Donde:

$$E_{DBO} =$$

eficiencia de remoción de demanda bioquímica de oxígeno en la laguna facultativa (%)

Ca = concentración DBO5 de las aguas afluentes a Laguna Facultativa (kg DBO5/m3).

Ce = concentración DBO5 de las aguas efluentes a Laguna Facultativa (kg DBO5/m3).

$$Ca = \frac{0.451000}{\text{kg DBO5/m3}}$$

$$Ce = \frac{0.114}{\text{kg DBO5/m3}}$$

$$E_{DBO} = 74.76 \%$$

Determinación del coeficiente de decaimiento en la remoción de coliformes fecales

a) Coeficiente de decaimiento bacteriano en función de la temperatura

$$K_b = 0.841 * (1.075)^{T-20}$$

Donde :

T = Temperatura °C

Kb = Coeficiente de decaimiento bacteriano (día⁻¹)

$$T = \frac{15.07}{\text{°C}}$$

$$Kb = 0.59 \text{ día}^{-1}$$

b) Coeficiente de decaimiento bacteriano en función de la altura útil del agua en la laguna

El coeficiente de muerte bacteriana a 20°C (Kb) puede determinarse haciendo uso de la expresión propuesta por Von Sperling (2016).

$$K_b = 0.549 * h^{-1.456}$$

Donde:

h = Profundidad efectiva de la laguna (m)

$$h = \boxed{1.50} \text{ m}$$

$$K_b = \boxed{0.30} \text{ día}^{-1} \quad \text{Coeficiente de decaimiento bacteriano a 20°C}$$

El autor aconseja que el valor que se obtenga de K_b se reduzca del orden de un 5% a 15% en el caso de las lagunas Facultativas, y que se incremente en la misma proporción, en el caso de las lagunas de Maduración.

$$\text{Reducción} = \boxed{5} \%$$

$$K_b = \boxed{0.29} \text{ día}^{-1} \quad \text{Coeficiente de decaimiento bacteriano a 20°C}$$

Para corregir el valor de K_b en función de la temperatura se emplea la expresión.

$$K_{bT} = K_{b20} * \theta^{(T-20)}$$

Donde:

- K_{bT} = Coeficiente de muerte bacteriana a la temperatura "T" (d^{-1})
- θ = Coeficiente de temperatura
(Suele adoptar un valor 1.07, Von Sperling y Chernicharo, 2005).
- T = Temperatura media del agua en el mes más frío ($^{\circ}\text{C}$)

$$T = \boxed{15.07} ^{\circ}\text{C}$$

$$K_b = \boxed{0.21} \text{ día}^{-1}$$

c) Coeficiente de decaimiento bacteriano en función de la eficiencia real

Para caudal máximo

Efic =	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>90.0</td></tr></table> %	90.0	Eficiencia de remoción de Coliformes fecales
90.0			
R =	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>6.85</td></tr></table> días	6.85	tiempo de retención hidráulico para el caudal medio
6.85			

$$k_{bf} = \boxed{1.364}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{100 * (N_o - N_p)}{N_o}$$

$$\frac{N_p}{N_o} = \frac{1}{K_{bf} * R + 1}$$

$$\boxed{N_p/N_o = 0.097}$$

$$\text{Eficiencia} = 100 - 100 * \frac{N_p}{N_o} = 100 - 100 * (0.0253)$$

Efic =	90.34	%
---------------	--------------	----------

en coliformes

$$K_b = \boxed{1.36} \text{ día}^{-1} \quad \text{Coeficiente de decaimiento bacteriano}$$

B-2. En laguna de maduración I.

Con caudal medio

Datos

Caudal =	29.28	l/s	
DBO ₅ =	99.98	mg/l	DBO de entrada a laguna de maduración I
Ne =	7.78E+07	NMP/100ml	Coliformes de entrada a lagunas de MADURACIÓN I =

Tiempo de retención hidráulico

Caudal de entrada =	29.28	l/s	2529.79	m3/día
Número de trenes =	2			
Caudal medio por laguna =	14.64	l/s	1264.90	m3/día

Donde: $TRH = \frac{V}{Q}$
TRH: tiempo de retención hidráulica (d).
V: volumen útil de la Laguna Facultativa (m3).
Q: caudal de aguas a tratar (m3/d).

Volumen útil =	5,521.02	m3
Caudal en cada laguna facultativa =	1264.90	m3/día

TRH = 4.4 días

Remoción de Coliformes

Calibración de la Tasa constante de primer orden para la remoción de bacterias

Método cinético

$$N_e = \frac{N_a}{(1 + K_b * t)}$$

Siendo:

- Na = Numero de coliformes del afluente (NMP/100ml).
- Ne = Numero de coliformes del efluente (NMP/100ml).
- t = Tiempo de retención (días)
- T = Temperatura mínima mensual (°C)
- Kb = Tasa constante de primer orden para la remoción de bacterias

Na =	7.78E+07	NMP/100ml
Ne =	1.74E+06	NMP/100ml
t =	4.4	días
T =	15.07	°C

Despejamos Kb de la formula del MÉTODO CINÉTICO

$$K_b = \frac{\frac{N_a}{N_e} - 1}{t}$$

Kb = 10.02

Kb se determina mediante las siguientes formulas :

$$K_b = 2.6 * (1.19)^{(T-20)}$$

4.47E+01 4.37E+01 10.0191874

Kb = 1.103

Según Mara (1976)

$$K_{cf} = 0.84 * (1.07)^{T-20}$$

Kcf = 0.602

Eficiencia de remoción de coliformes:

$$\gamma_c = \frac{N_a - N_e}{N_a} * 100$$

Donde:

rc: rendimiento de eliminación de coliformes (%)

Na: concentración de coniformes en el afluente de la laguna (NMP/100 ml)

Ne: concentración de coliformes en el efluente de la laguna (NMP/100 ml)

rc = 97.76 %

Estimación coeficiente de eliminación de la DBO en lagunas de maduración I

a) Estimación coeficiente de eliminación de la DBO conociendo valores de entrada y salida

Por la geometría típica de las Lagunas Facultativas y de Maduración, salvo que los TRH sean muy altos, en cuyo caso podría ser preferible el modelo de mezcla completa, en general se recomienda utilizar el modelo de flujo disperso. Este modelo especifica que:

$$C_{es} = C_a * \frac{4 * a * e^{\frac{1}{2d}}}{(1 + a)^2 * e^{\frac{a}{2d}} - (1 - a)^2 * e^{\frac{-a}{2d}}}$$

Donde:

C_{es}: concentración de DBO5 soluble en el efluente de la laguna (mg/L)

C_a: concentración de DBO5 total en el afluente de la laguna (mg/L)

a: coeficiente (adimensional)

e: base de los logaritmos neperianos

76.9	Objetivo
99.98	
1.35	Variable
2.72	
76.90	Ecuación

El número de dispersión “d” se calcula mediante la expresión propuesta por von Sperling (1999):

$$d = \frac{1}{(L/A)}$$

Donde:

L: longitud de la laguna (m)

A: ancho de la laguna (m)

L/A =

L =	82.94	m
A =	59.58	m
L/A =	1.39	
d =	0.72	

a =	1.35	objetivo
-----	------	----------

El coeficiente “a” se determina mediante la expresión:

$$a = \sqrt{1 + 4K * TRH * d}$$

Donde:

K: coeficiente de eliminación de DBO5 (d-1)

0.08	variable
------	----------

TRH: tiempo de retención hidráulica (d)
d: número de dispersión (adimensional)

4.4	
0.72	
1.40	ecuación

K =	0.08	d⁻¹
------------	-------------	-----------------------

b) Coeficiente de eliminación de la DBO en lagunas de maduración en función de temperatura y carga superficial

El coeficiente K se calcula para diferentes temperaturas mediante la expresión:

$$K_T = K_{20} * \theta^{(T-20)}$$

Donde:

KT: coeficiente de eliminación de DBO5 a la temperatura T (d-1)

K20: constante de reacción a 20 °C (d-1)

θ: coeficiente adimensional, con un valor de 1,035 (Arceivala, 1981)

T: temperatura media del aire en el mes más frío (°C).

T: temperatura media del agua residual en el mes más frío (°C).

1.035
15.07
19.26

$$K_{20} = 0.132 * (\log \lambda_s) - 0.146$$

Donde:

λs: carga superficial con la que opera la laguna (kg DBO5/ha/d)

Carga superficial de la laguna de maduración:

Cálculo de la carga orgánica en condiciones reales de funcionamiento.

$$\lambda_s = \frac{Q * C_a}{S}$$

Donde:

λs: carga superficial (kg DBO5/hab/d).

Q: caudal de aguas residuales a tratar (m3/d).

Ca: concentración DBO5 de las aguas afluentes a Laguna Facultativa (kg DBO5/m3).

S: superficie de lámina de agua de la Laguna Facultativa (ha).

Q =	1264.896	m3/día
Ca =	99.980	mg DBO5/l
Ca =	0.099980	kg DBO5/m3
S =	4926.434	m2

S =	0.493	ha
$\lambda_S =$	256.71	kg DBO5/hab/d
$K_{20} =$	0.17	d ⁻¹
$K_t =$	0.15	d ⁻¹

c) Coeficiente de decaimiento bacteriano en función de la altura útil del agua en la laguna

El coeficiente de muerte bacteriana a 20°C (K_b) puede determinarse haciendo uso de la expresión propuesta por Von Sperling (2016).

$$K_b = 0.549 * h^{-1.456}$$

Donde:

h = Profundidad efectiva de la laguna (m)

h =

1.60

 m

**K_b =

0.28

 día⁻¹** Coeficiente de decaimiento bacteriano a 20°C

El autor aconseja que el valor que se obtenga de K_b se reduzca del orden de un 5% a 15% en el caso de las lagunas Facultativas, y que se incremente en la misma proporción, en el caso de las lagunas de Maduración.

Reducción =

5

 %

**K_b =

0.29

 día⁻¹** Coeficiente de decaimiento bacteriano a 20°C

Para corregir el valor de K_b en función de la temperatura se emplea la expresión.

$$K_{bT} = K_{b20} * \theta^{(T-20)}$$

Donde:

Kbt = Coeficiente de muerte bacteriana a la temperatura "T" (d⁻¹)
θ = Coeficiente de temperatura
(Suele adoptar un valor 1.07, Von Sperling y Chernicharo, 2005).
T = Temperatura media del agua en el mes más frío (°C)

T =

15.07

 °C

Kb =

0.21

 día⁻¹

Con caudal máximo

Datos

Caudal =	<table border="1"><tr><td>39.80</td></tr></table> l/s	39.80	
39.80			
DBO ₅ =	<table border="1"><tr><td>111.15</td></tr></table> mg/l	111.15	DBO de entrada a laguna de maduración I
111.15			
Ne =	<table border="1"><tr><td>1.10E+06</td></tr></table> NMP/100ml	1.10E+06	Coliformes de entrada a lagunas de MADURACIÓN I
1.10E+06			

Tiempo de retención hidráulico

Caudal de entrada =	<table border="1"><tr><td>39.80</td></tr></table> l/s	39.80	<table border="1"><tr><td>3438.72</td></tr></table> m ³ /día	3438.72
39.80				
3438.72				
Número de trenes =	2			
Caudal medio por laguna =	<table border="1"><tr><td>19.90</td></tr></table> l/s	19.90	<table border="1"><tr><td>1719.36</td></tr></table> m ³ /día	1719.36
19.90				
1719.36				

$$TRH = \frac{V}{Q}$$

Donde:

TRH: tiempo de retención hidráulica (d).

V: volumen útil de la Laguna Facultativa (m³).

Q: caudal de aguas a tratar (m³/d).

Volumen útil =	<table border="1"><tr><td>5,521.02</td></tr></table> m ³	5,521.02
5,521.02		
Caudal en cada laguna facultativa =	<table border="1"><tr><td>1719.36</td></tr></table> m ³ /día	1719.36
1719.36		

TRH =

3.2

 días

Remoción de Coliformes

Calibración de la Tasa constante de primer orden para la remoción de bacterias

Método cinético

$$N_e = \frac{N_a}{(1 + K_b * t)}$$

Siendo:

Na = Numero de coliformes del afluente (NMP/100ml).
Ne = Numero de coliformes del efluente (NMP/100ml).
t = Tiempo de retención (días)
T = Temperatura mínima mensual (°C)
Kb = Tasa constante de primer orden para la remoción de bacterias

Na =	1.10E+06	NMP/100ml
Ne =	4.60E+05	NMP/100ml
t =	3.2	días
T =	15.07	°C

Despejamos Kb de la formula del MÉTODO CINÉTICO

$$K_b = \frac{\frac{N_a}{N_e} - 1}{t}$$

Kb = 0.43

Kb se determina mediante las siguientes formulas :

$$K_b = 2.6 * (1.19)^{(T-20)}$$

Kb = 1.103

Según Mara (1976)

$$K_{cf} = 0.84 * (1.07)^{T-20}$$

Kcf = 0.602

Eficiencia de remoción de coliformes:

$$\gamma_c = \frac{N_a - N_e}{N_a} * 100$$

Donde:

rc: rendimiento de eliminación de coliformes (%)

Na: concentración de coniformes en el afluente de la laguna (NMP/100 ml)

Ne: concentración de coliformes en el efluente de la laguna (NMP/100 ml)

$$rc = \boxed{58.18} \%$$

Estimación coeficiente de eliminación de la DBO en lagunas de maduración I

a) Estimación coeficiente de eliminación de la DBO conociendo valores de entrada y salida

Por la geometría típica de las Lagunas Facultativas y de Maduración, salvo que los TRH sean muy altos, en cuyo caso podría ser preferible el modelo de mezcla completa, en general se recomienda utilizar el modelo de flujo disperso. Este modelo especifica que:

$$C_{es} = C_a * \frac{4 * a * e^{\frac{1}{2d}}}{(1 + a)^2 * e^{\frac{a}{2d}} - (1 - a)^2 * e^{\frac{-a}{2d}}}$$

Donde:

Ces: concentración de DBO5 soluble en el efluente de la laguna (mg/L)

Ca: concentración de DBO5 total en el afluente de la laguna (mg/L)

a: coeficiente (adimensional)

e: base de los logaritmos neperianos

98.74	Objetivo
111.15	
1.16	Variable
2.72	
98.74	Ecuación

El número de dispersión “d” se calcula mediante la expresión propuesta por von Sperling (1999):

$$d = \frac{1}{(L/A)}$$

Donde:

L: longitud de la laguna (m)

A: ancho de la laguna (m)

L/A =

$$L = \boxed{82.94} \text{ m}$$

A =	59.58	m
L/A =	1.39	
d =	0.72	

a =	1.16	objetivo
-----	------	----------

El coeficiente “a” se determina mediante la expresión:

$$a = \sqrt{1 + 4K * TRH * d}$$

Donde:

K: coeficiente de eliminación de DBO5 (d-1)

TRH: tiempo de retención hidráulica (d)

d: número de dispersión (adimensional)

0.04	variable
3.2	
0.72	
1.19	ecuación

K =	0.044	d ⁻¹
-----	-------	-----------------

b) Coeficiente de eliminación de la DBO en lagunas de maduración en función de temperatura y carga superficial

El coeficiente K se calcula para diferentes temperaturas mediante la expresión:

$$K_T = K_{20} * \theta^{(T-20)}$$

Donde:

KT: coeficiente de eliminación de DBO5 a la temperatura T (d-1)

K20: constante de reacción a 20 °C (d-1)

θ: coeficiente adimensional, con un valor de 1,035 (Arceivala, 1981)

T: temperatura media del aire en el mes más frío (°C).

T: temperatura media del agua residual en el mes más frío (°C).

1.035
15.07
19.26

$$K_{20} = 0.132 * (\log \lambda_s) - 0.146$$

Donde:

λs: carga superficial con la que opera la laguna (kg DBO5/ha/d)

Carga superficial de la laguna de maduración:

Cálculo de la carga orgánica en condiciones reales de funcionamiento.

$$\lambda_s = \frac{Q * C_a}{S}$$

Donde:

λ_s : carga superficial (kg DBO5/hab/d).

Q: caudal de aguas residuales a tratar (m3/d).

Ca: concentración DBO5 de las aguas afluentes a Laguna Facultativa (kg DBO5/m3).

S: superficie de lámina de agua de la Laguna Facultativa (ha).

Q =	1719.360	m3/día
Ca =	111.150	mg DBO5/l
Ca =	0.111150	kg DBO5/m3
S =	4926.434	m2
S =	0.493	ha
$\lambda_s =$	387.92	kg DBO5/hab/d
$K_{20} =$	0.20	d ⁻¹
$K_t =$	0.17	d ⁻¹

c) Coeficiente de decaimiento bacteriano en función de la altura útil del agua en la laguna

El coeficiente de muerte bacteriana a 20°C (Kb) puede determinarse haciendo uso de la expresión propuesta por Von Sperling (2016).

$$K_b = 0.549 * h^{-1.456}$$

Donde:

h = Profundidad efectiva de la laguna (m)

h = 1.60 m

Kb = 0.28 día⁻¹ Coeficiente de decaimiento bacteriano a 20°C

El autor aconseja que el valor que se obtenga de Kb se reduzca del orden de un 5% a 15%

en el caso de las lagunas Facultativas, y que se incremente en la misma proporción, en el caso de las lagunas de Maduración.

Reducción = %

Kb = día⁻¹ Coeficiente de decaimiento bacteriano a 20°C

Para corregir el valor de Kb en función de la temperatura se emplea la expresión.

$$K_{bT} = K_{b20} * \theta^{(T-20)}$$

Donde:

K_{bT} = Coeficiente de muerte bacteriana a la temperatura "T" (d⁻¹)
θ = Coeficiente de temperatura
(Suele adoptar un valor 1.07, Von Sperling y Chernicharo, 2005).
T = Temperatura media del agua en el mes más frío (°C)

T = °C

Kb = día⁻¹

B-3. en laguna de maduración II.

Con caudal medio

Con caudal medio

Datos

Caudal =	29.28	l/s	
DBO ₅ =	75.41	mg/l	DBO de entrada a laguna de maduración II
Ne =	1.74E+06	NMP/100ml	Coliformes de entrada a lagunas de MADURACIÓN I

Tiempo de retención hidráulico

Caudal de entrada =	29.28	l/s	2529.79	m3/día
Número de trenes =	2			
Caudal medio por laguna =	14.64	l/s	1264.90	m3/día

$$TRH = \frac{V}{Q}$$

Donde:

TRH: tiempo de retención hidráulica (d).

V: volumen útil de la Laguna Facultativa (m3).

Q: caudal de aguas a tratar (m3/d).

Volumen útil =	5,406.94	m3
Caudal en cada laguna facultativa =	1264.90	m3/día

$$TRH = 4.3 \text{ días}$$

Remoción de Coliformes

Calibración de la Tasa constante de primer orden para la remoción de bacterias

Método cinético

$$N_e = \frac{N_a}{(1 + K_b * t)}$$

Siendo:

N _a =	Numero de coliformes del afluente (NMP/100ml).
N _e =	Numero de coliformes del efluente (NMP/100ml).
t =	Tiempo de retención (días)

T = Temperatura mínima mensual (°C)
 Kb = Tasa constante de primer orden para la remoción de bacterias

Na =	1.74E+06	NMP/100ml
Ne =	1.69E+05	NMP/100ml
t =	4.3	días
T =	15.07	°C

Despejamos Kb de la formula del MÉTODO CINÉTICO

$$K_b = \frac{\frac{N_a}{N_e} - 1}{t}$$

Kb = 2.17

Kb se determina mediante las siguientes formulas :

$$K_b = 2.6 * (1.19)^{(T-20)}$$

Kb = 1.103

Según Mara (1976)

$$K_{cf} = 0.84 * (1.07)^{T-20}$$

Kcf = 0.602

Eficiencia de remoción de coliformes:

$$Y_c = \frac{N_a - N_e}{N_a} * 100$$

Donde:

rc: rendimiento de eliminación de coliformes (%)

Na: concentración de coniformes en el afluente de la laguna (NMP/100 ml)

Ne: concentración de coliformes en el efluente de la laguna (NMP/100 ml)

rc = 90.27 %

Estimación coeficiente de eliminación de la DBO en lagunas de maduración I

a) Estimación coeficiente de eliminación de la DBO conociendo valores de entrada y salida

Por la geometría típica de las Lagunas Facultativas y de Maduración, salvo que los TRH sean muy altos, en cuyo caso podría ser preferible el modelo de mezcla completa, en general se recomienda utilizar el modelo de flujo disperso. Este modelo especifica que:

$$C_{es} = C_a * \frac{4 * a * e^{\frac{1}{2d}}}{(1 + a)^2 * e^{\frac{a}{2d}} - (1 - a)^2 * e^{\frac{-a}{2d}}}$$

Donde:

C_{es}: concentración de DBO5 soluble en el efluente de la laguna (mg/L)

C_a: concentración de DBO5 total en el afluente de la laguna (mg/L)

a: coeficiente (adimensional)

e: base de los logaritmos neperianos

65.71	Objetivo
75.41	
1.19	Variable
2.72	
65.71	Ecuación

El número de dispersión “d” se calcula mediante la expresión propuesta por von Sperling (1999):

$$d = \frac{1}{(L/A)}$$

Donde:

L: longitud de la laguna (m)

A: ancho de la laguna (m)

L/A =

L =	82.94	m
A =	59.58	m
L/A =	1.39	
d =	0.72	

a =	1.19	objetivo
-----	------	----------

El coeficiente “a” se determina mediante la expresión:

$$a = \sqrt{1 + 4K * TRH * d}$$

Donde:

K: coeficiente de eliminación de DBO5 (d-1)

TRH: tiempo de retención hidráulica (d)

0.03	variable
4.3	

d: número de dispersión (adimensional)

0.72	ecuación
1.19	

K =	0.03	d⁻¹
------------	-------------	-----------------------

b) Coeficiente de eliminación de la DBO en lagunas de maduración en función de la temperatura y carga superficial

El coeficiente K se calcula para diferentes temperaturas mediante la expresión:

$$K_T = K_{20} * \theta^{(T-20)}$$

Donde:

KT: coeficiente de eliminación de DBO5 a la temperatura T (d-1)

K20: constante de reacción a 20 °C (d-1)

θ: coeficiente adimensional, con un valor de 1,035 (Arceivala, 1981)

T: temperatura media del aire en el mes más frío (°C).

T: temperatura media del agua residual en el mes más frío (°C).

1.035
15.07
19.26

En este caso no se aplica la temperatura del aire. En la Tabla 5.6 se relacionan las temperaturas del agua y del aire para las diferentes zonas ecológicas consideradas en los dimensionamientos básicos de esta guía, y que en el caso de que no se disponga de las temperaturas reales, se podrían tomar de referencia para su estimación.

La constante de reacción a 20 °C puede calcularse haciendo uso de la carga superficial con la que opera la laguna, de acuerdo con la ecuación de Arceivala (1981):

$$K_{20} = 0.132 * (\log \lambda_s) - 0.146$$

Donde:

λs: carga superficial con la que opera la laguna (kg DBO5/ha/d)

Carga superficial de la laguna de maduración:

Cálculo de la carga orgánica en condiciones reales de funcionamiento.

$$\lambda_s = \frac{Q * C_a}{S}$$

Donde:

λs: carga superficial (kg DBO5/hab/d).

Q: caudal de aguas residuales a tratar (m3/d).

Ca: concentración DBO5 de las aguas afluentes a Laguna Facultativa (kg DBO5/m3).

S: superficie de lámina de agua de la Laguna Facultativa (ha).

Q =	1264.896	m3/día
Ca =	75.410	mg DBO5/l
Ca =	0.075410	kg DBO5/m3
S =	4838.648	m2
S =	0.484	ha
$\lambda_s =$	197.13	kg DBO5/hab/d
$K_{20} =$	0.16	d ⁻¹
$K_t =$	0.13	d ⁻¹

c) Coeficiente de decaimiento bacteriano en función de la altura útil del agua en la laguna

El coeficiente de muerte bacteriana a 20°C (Kb) puede determinarse haciendo uso de la expresión propuesta por Von Sperling (2016).

$$K_b = 0.549 * h^{-1.456}$$

Donde:

h = Profundidad efectiva de la laguna (m)

h = 1.60

Kb = 0.28 día⁻¹ Coeficiente de decaimiento bacteriano a 20°C

El autor aconseja que el valor que se obtenga de Kb se reduzca del orden de un 5% a 15% en el caso de las lagunas Facultativas, y que se incremente en la misma proporción, en el caso de las lagunas de Maduración.

Reducción = 5 %

$$K_b = \boxed{0.29} \text{ día}^{-1} \quad \text{Coeficiente de decaimiento bacteriano a 20°C}$$

Para corregir el valor de K_b en función de la temperatura se emplea la expresión.

$$K_{bT} = K_{b20} * \theta^{(T-20)}$$

Donde:

- K_{bT} = Coeficiente de muerte bacteriana a la temperatura "T" (d^{-1})
 θ = Coeficiente de temperatura
 (Suele adoptar un valor 1.07, Von Sperling y Chernicharo, 2005).
 T = Temperatura media del agua en el mes más frío ($^{\circ}\text{C}$)

$$T = \boxed{15.07} \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$K_b = \boxed{0.21} \text{ día}^{-1}$$

Con caudal máximo

Con caudal máximo

Datos

Caudal =	39.80	l/s	
DBO_5 =	98.74	mg/l	DBO de entrada a laguna de maduración II
N_e =	4.30E+06	NMP/100ml	Coliformes de entrada a lagunas de MADURACIÓN I

Tiempo de retención hidráulico

Caudal de entrada =	39.80	l/s	3438.72	m ³ /día
Número de trenes =	2			
Caudal medio por laguna =	19.90	l/s	1719.36	m ³ /día

$$TRH = \frac{V}{Q}$$

Donde:

- TRH : tiempo de retención hidráulica (d).
 V : volumen útil de la Laguna Facultativa (m³).
 Q : caudal de aguas a tratar (m³/d).

Volumen útil =	5,406.94	m3
Caudal en cada laguna facultativa =	1719.36	m3/día

$$\text{TRH} = 3.1 \text{ días}$$

Remoción de Coliformes

Calibración de la Tasa constante de primer orden para la remoción de bacterias

Método cinético

$$N_e = \frac{N_a}{(1 + K_b * t)}$$

Siendo:

- Na = Numero de coliformes del afluente (NMP/100ml).
- Ne = Numero de coliformes del efluente (NMP/100ml).
- t = Tiempo de retención (días)
- T = Temperatura mínima mensual (°C)
- Kb = Tasa constante de primer orden para la remoción de bacterias

Na =	4.30E+06	NMP/100ml
Ne =	4.30E+05	NMP/100ml
t =	3.1	días
T =	15.07	°C

Despejamos Kb de la formula del MÉTODO CINÉTICO

$$K_b = \frac{\frac{N_a}{N_e} - 1}{t}$$

$$K_b = 2.86$$

Kb se determina mediante las siguientes formulas :

$$K_b = 2.6 * (1.19)^{(T-20)}$$

$$K_b = 1.103$$

Según Mara (1976)

$$K_{cf} = 0.84 * (1.07)^{T-20}$$

$$K_{cf} = 0.602$$

Eficiencia de remoción de coliformes:

$$Y_c = \frac{N_a - N_e}{N_a} * 100$$

Donde:

rc: rendimiento de eliminación de coliformes (%)

Na: concentración de coniformes en el afluente de la laguna (NMP/100 ml)

Ne: concentración de coliformes en el efluente de la laguna (NMP/100 ml)

$$rc = 90.00 \%$$

Estimación coeficiente de eliminación de la DBO en lagunas de maduración I

a) Estimación coeficiente de eliminación de la DBO conociendo valores de entrada y salida

Por la geometría típica de las Lagunas Facultativas y de Maduración, salvo que los TRH sean muy altos, en cuyo caso podría ser preferible el modelo de mezcla completa, en general se recomienda utilizar el modelo de flujo disperso. Este modelo especifica que:

$$C_{es} = C_a * \frac{4 * a * e^{\frac{1}{2d}}}{(1 + a)^2 * e^{\frac{a}{2d}} - (1 - a)^2 * e^{\frac{-a}{2d}}}$$

Donde:

Ces: concentración de DBO5 soluble en el efluente de la laguna (mg/L)

Ca: concentración de DBO5 total en el afluente de la laguna (mg/L)

a: coeficiente (adimensional)

e: base de los logaritmos neperianos

98.74	Objetivo
98.74	
1.00	Variable
2.72	
98.74	Ecuación

El número de dispersión “d” se calcula mediante la expresión propuesta por von Sperling (1999):

$$d = \frac{1}{(L/A)}$$

Donde:

L: longitud de la laguna (m)

A: ancho de la laguna (m)

L/A =

L =	82.94	m
A =	59.58	m
L/A =	1.39	
d =	0.72	

a =	1.00	objetivo
-----	------	----------

El coeficiente “a” se determina mediante la expresión:

$$a = \sqrt{1 + 4K * TRH * d}$$

Donde:

K: coeficiente de eliminación de DBO5 (d-1)

TRH: tiempo de retención hidráulica (d)

d: número de dispersión (adimensional)

0.00	variable
3.1	
0.72	
1.00	ecuación

K =	0.000	d ⁻¹
-----	-------	-----------------

b) Coeficiente de eliminación de la DBO en lagunas de maduración en función de la temperatura y carga superficial

El coeficiente K se calcula para diferentes temperaturas mediante la expresión:

$$K_T = K_{20} * \theta^{(T-20)}$$

Donde:

KT: coeficiente de eliminación de DBO5 a la temperatura T (d-1)

K20: constante de reacción a 20 °C (d-1)

θ: coeficiente adimensional, con un valor de 1,035 (Arceivala, 1981)

T: temperatura media del aire en el mes más frío (°C).

T: temperatura media del agua residual en el mes más frío (°C).

1.035
15.07
19.26

En este caso no se aplica la temperatura del aire. En la Tabla 5.6 se relacionan las temperaturas del agua y del aire para las diferentes zonas ecológicas consideradas en los dimensionamientos básicos de esta guía, y que en el caso de que no se disponga de las temperaturas reales, se podrían tomar de referencia para su estimación.

La constante de reacción a 20 °C puede calcularse haciendo uso de la carga superficial con la que opera la laguna, de acuerdo con la ecuación de Arceivala (1981):

$$K_{20} = 0.132 * (\log \lambda_s) - 0.146$$

Donde:

λ_s : carga superficial con la que opera la laguna (kg DBO5/ha/d)

Carga superficial de la laguna de maduración:

Cálculo de la carga orgánica en condiciones reales de funcionamiento.

$$\lambda_s = \frac{Q * C_a}{S}$$

Donde:

λ_s : carga superficial (kg DBO5/hab/d).

Q: caudal de aguas residuales a tratar (m3/d).

Ca: concentración DBO5 de las aguas afluentes a Laguna Facultativa (kg DBO5/m3).

S: superficie de lámina de agua de la Laguna Facultativa (ha).

Q =	1719.360	m3/día
Ca =	98.740	mg DBO5/l
Ca =	0.098740	kg DBO5/m3
S =	4838.648	m2
S =	0.484	ha

$\lambda_s =$	350.86	kg DBO5/hab/d
$K_{20} =$	0.19	d ⁻¹
$K_t =$	0.16	d ⁻¹

c) Coeficiente de decaimiento bacteriano en función de la altura útil del agua en la laguna

El coeficiente de muerte bacteriana a 20°C (Kb) puede determinarse haciendo uso de la expresión

propuesta por Von Sperling (2016).

$$K_b = 0.549 * h^{-1.456}$$

Donde:

h = Profundidad efectiva de la laguna (m)

h =

K_b = día⁻¹ Coeficiente de decaimiento bacteriano a 20°C

El autor aconseja que el valor que se obtenga de K_b se reduzca del orden de un 5% a 15% en el caso de las lagunas Facultativas, y que se incremente en la misma proporción, en el caso de las lagunas de Maduración.

Reducción = %

K_b = día⁻¹ Coeficiente de decaimiento bacteriano a 20°C

Para corregir el valor de K_b en función de la temperatura se emplea la expresión.

$$K_{bT} = K_{b20} * \theta^{(T-20)}$$

Donde:

K_{bT} = Coeficiente de muerte bacteriana a la temperatura "T" (d⁻¹)

θ = Coeficiente de temperatura
(Suele adoptar un valor 1.07, Von Sperling y Chernicharo, 2005).

T = Temperatura media del agua en el mes más frío (°C)

T = °C

K_b = día⁻¹

