



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD DE
**CIENCIAS
AGRARIAS**

**PROPUESTA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS GRISES
GENERADAS EN LA COCINA DEL COMEDOR UNIVERSITARIO DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO PARA SU REÚSO EN EL RIEGO
DE LOS ESPACIOS COMUNES DEL CAMPUS**

Tesista: SALINAS, Luciana Silvia

INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Facultad de Ciencias Agrarias-Universidad Nacional de Cuyo

Mendoza, Argentina

2021



- i. Título: "Propuesta de tratamiento de las aguas grises generadas en la cocina del comedor universitario de la universidad nacional de cuyo para su reuso en el riego de los espacios comunes del campus".
- ii. Autora: SALINAS, Luciana Silvia – luciana.salinas156@gmail.com
- iii. Directora: Ing. LONGO, Ana Clara - alongo@fca.uncu.edu.ar
- iv. Codirectora: Ing. OJEDA, Nuria - nurian.ojeda@gmail.com
- v. Comisión evaluadora:
 - a. Mgtr.Ing. REARTE, Emilio - erearte@fca.uncu.edu.ar
 - b. Mgtr.Ing. MARTIN, Leandro - lmartin@fca.uncu.edu.ar
 - c. Dra.Ing. LAURO, Carolina - clauro@mendoza-conicet.gob.ar



i. RESUMEN

El presente estudio se realiza en el Comedor Universitario de la Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo) con la finalidad de evaluar las aguas grises generadas en la cocina y realizar una propuesta adecuada de tratamiento para emplearlas en el riego de espacios verdes en las inmediaciones del Comedor Universitario.

Actualmente, el Comedor Universitario no aplica ningún tipo de tratamiento a las aguas grises que genera por lo que se vuelcan directamente a las redes de vertido. A su vez, los espacios verdes del establecimiento se riegan con agua potable lo que obliga a la utilización de las aguas grises tratadas, realizando un doble uso de un recurso que es escaso en la provincia de Mendoza. Por lo tanto, se debe apuntar a la optimización del uso y aprovechamiento del recurso hídrico con el fin de emplearlo de manera prioritaria en actividades esenciales.

En este trabajo se evalúan las características fisicoquímicas de las aguas grises, mediante la determinación de parámetros *in situ* y el análisis de los productos que se utilizan en las instalaciones de la cocina en las distintas actividades diarias. También se realiza la estimación del caudal mediante una metodología utilizada en estudios de casos similares al de la presente tesis. Por otra parte, se estudian las características de las potenciales parcelas de reúso para riego. Para esto se relevan las especies vegetales presentes en las áreas aledañas al Comedor Universitario, se cuantifica el área total de las parcelas de reúso y se miden las cotas topográficas. Además, se realiza un balance hídrico con la finalidad de determinar la superficie requerida en función del caudal necesaria para reusar las aguas grises.

Si bien de manera general, las aguas grises cumplen con los valores establecidos en la normativa de vuelco, los sólidos sedimentables presentan valores que se encuentran por encima del límite máximo permisible. Por lo tanto, se propone un sistema de tratamiento modular el cual consiste en una primera etapa en ajustar el valor de los sólidos sedimentables mediante el proceso de sedimentación primaria y en una segunda etapa se recomienda aplicar un equalizador para homogeneizar las aguas grises.

Las potenciales parcelas de reúso se caracterizan por ser espacios con baja variedad de especies vegetales ya que sólo se cuenta con dos especies, además son áreas poco



frecuentadas por la comunidad educativa siendo en su mayoría calles de tierra, canteros y estacionamientos poco utilizados.

En cuanto al balance hídrico calculado se determinó que la superficie disponible para riego es mayor que la superficie requerida en función del caudal máximo horario. Por lo tanto, las aguas grises tratadas se pueden utilizar de manera íntegra en el riego de los espacios verdes.

ii. PALABRAS CLAVES

Tratamiento modular, aguas grises, comedor universitario, reúso.

iii. AGRADECIMIENTOS

A mis padres, hermanos y sobrinos, por haberme acompañado durante estos años, por ser mi apoyo, por ayudarme a cumplir mis sueños, por haber confiado en mí y sobre todo por su amor incondicional.

A mis amigos y amigas por ser una parte fundamental en mi vida y por creer en mí.

A mis compañeros y compañeras de la facultad por su apoyo incondicional en mi etapa universitaria.

A mi directora y a mi codirectora, por su dedicación, compromiso, por su tiempo y su acompañamiento en el desarrollo de este trabajo.

A Noelia Ortiz por su apoyo incondicional, por sus enseñanzas, por su paciencia y por transmitirme su pasión por esta carrera.

Al personal del Comedor Universitario por su buena predisposición para el trabajo

Al Instituto de Ciencias Ambientales por darme la posibilidad de desarrollar este trabajo.

A los profesores que además de enseñar nos transmiten la vocación por esta profesión.

Por último, a la Facultad de Ciencias Agrarias y a la Universidad Nacional de Cuyo por permitirme formarme no solo como profesional sino también como persona, en su

prestigiosa casa de estudios y por garantizar el acceso a la educación pública y gratuita.

iv. INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	8
1.1	OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS	10
1.2	ÁREA DE ESTUDIO	10
1.3	DESCRIPCIÓN DEL COMEDOR UNIVERSITARIO DE LA UNCUYO	12
2.	MARCO TEÓRICO.....	16
2.1	AGUAS GRISES.....	16
2.1.1	DEFINICIÓN DE AGUAS GRISES.....	16
2.1.2.	COMPOSICIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS AGUAS GRISES SEGÚN SU ORIGEN	17
2.1.3.	CARACTERIZACIÓN DE AGUAS GRISES	18
2.1.3.1.	pH.....	18
2.1.3.2.	TEMPERATURA.....	19
2.1.3.3.	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	19
2.1.3.4.	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO	19
2.1.3.5.	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO.....	20
2.1.3.6.	SÓLIDOS DISUELTOS.....	20
2.1.3.7.	SÓLIDOS SUSPENDIDOS.....	20
2.1.3.8.	SÓLIDOS SEDIMENTABLES.....	21
2.1.3.9.	NITRÓGENO KJELDAHL	21
2.1.3.10.	FÓSFORO TOTAL.....	21
2.1.4.	MARCO LEGAL.....	22
2.1.4.1.	CONVENIO AYSAM-UNCUYO.....	23
2.1.5.	TRATAMIENTOS DE AGUAS GRISES	24
2.1.5.1.	TRATAMIENTO PRELIMINAR.....	24
2.1.5.1.1	DESBASTE.....	25
2.1.5.1.2	DESARENADO.....	25
2.1.5.2	TRATAMIENTO PRIMARIO	25
2.1.5.2.1	SEDIMENTACIÓN PRIMARIA.....	26
2.1.5.3	TRATAMIENTOS SECUNDARIOS.....	26
2.1.5.3.1	LODOS ACTIVADOS	27
2.1.5.3.2	FILTROS PERCOLADORES.....	27
2.1.5.3.3	LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN	28
2.1.5.3.3.1	LAGUNAS AIREADAS	28
2.1.5.3.3.2	LAGUNAS FACULTATIVAS	28



2.1.5.3.3.3 LAGUNAS ANAERÓBICAS.....	28
2.1.5.4 TRATAMIENTOS TERCARIOS.....	29
2.1.6. REÚSO DE AGUAS GRISES.....	29
3.1 MUESTREOS.....	31
3.2 EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS.....	33
3.2.1. pH.....	33
3.2.2. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.....	34
3.2.3. TEMPERATURA.....	34
3.2.4 SÓLIDOS SEDIMENTABLES.....	35
3.2.5. CAUDAL.....	35
3.2.6. INVENTARIO DE PRODUCTOS.....	38
3.2.7. PARCELAS DE REÚSO.....	40
3.2.7.1. MEDICIÓN DE LAS LECTURAS DE NIVELES TOPOGRÁFICOS.....	40
3.2.7.2. ESPECIES VEGETALES.....	41
3.2.7.3. CÁLCULO DEL BALANCE HÍDRICO Y LA SUPERFICIE TOTAL A REGAR.....	41
4. RESULTADOS.....	43
4.1 EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS.....	43
4.1.1 ANÁLISIS DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DEL AGUA DE RED.....	43
4.1.2 ANÁLISIS DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DE LAS AGUAS GRISES DELA CÁMARA DESALMINADORA.....	44
4.1.2.1. pH.....	45
4.1.2.2. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.....	45
4.1.2.3. TEMPERATURA.....	46
4.1.2.4. SÓLIDOS SEDIMENTABLES.....	47
4.1.2.5. ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS DETERMINADOS.....	48
4.1.2.6. CAUDAL.....	49
4.1.2.7. INVENTARIO DE PRODUCTOS.....	51
4.2 PARCELAS DE REÚSO.....	52
4.2.1 MEDICIÓN DE LAS LECTURAS DE NIVELES TOPOGRÁFICOS.....	52
4.2.2 ESPECIES VEGETALES.....	54
4.2.3 BALANCE HÍDRICO Y SUPERFICIE TOTAL A REGAR.....	56
4.3 COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	58
5. PROPUESTA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS GRISES DEL COMEDOR UNIVERSITARIO....	60
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	62
7. BIBLIOGRAFÍA.....	64
8. ANEXOS.....	66



1. INTRODUCCIÓN

Debido al crecimiento poblacional y económico desmedido y no planificado a nivel mundial, se ha generado un incremento desproporcionado en la demanda de los recursos hídricos. En particular, la rápida urbanización, especialmente en países en vías de desarrollo, ha creado varios desafíos relacionados con el agua como la degradación en la calidad del recurso, el suministro inadecuado y la falta de infraestructura de saneamiento, particularmente en crecientes asentamientos periurbanos e informales. El 36% de la población mundial vive en regiones con escasez de agua, sin embargo, a este mismo nivel sólo el 20% de las aguas residuales reciben un tratamiento adecuado. En América Latina y el Caribe, se sabe que sólo alrededor del 60% de la población está conectada a un sistema de alcantarillado y sólo un 30 a 40% de las aguas residuales de la región son tratadas. Estos porcentajes son elevados y tienen implicancia en la salud pública, la sostenibilidad ambiental y la equidad social (Rodríguez et al, 2020).

La República Argentina no está al margen de la problemática en cuanto a la gestión del recurso hídrico. Existen conflictos en el territorio tanto por el uso y manejo del agua, como claras crisis por la escasez e inundaciones, a lo que se le suman grandes procesos de deterioro de la calidad. En la Argentina, el 85 % de los recursos hídricos superficiales se localizan en la Cuenca del Plata abarcando sólo un 30 % de su superficie, mientras que un 75 % del territorio corresponde a zonas áridas o semiáridas. El territorio nacional presenta una amplia diversidad de ambientes, hay regiones que sufren reiterados eventos de inundaciones mientras que otras padecen recurrentes ciclos de sequía. Ambos escenarios se verán afectados por los efectos del cambio climático, por lo que se busca desarrollar estrategias preventivas y remediales, generando condiciones para favorecer el desarrollo sustentable de sus comunidades. Este panorama se agrava si se analiza la irregular distribución poblacional de la Argentina, con un 90 % de población urbana, de la que un 75 % se localiza sobre la Cuenca del Plata y sus subcuencas de los ríos Paraná, Uruguay y Paraguay (Sartor y Cifuentes, 2012).

La provincia de Mendoza se sitúa en el centro oeste argentino al pie de la Cordillera de los Andes, se caracteriza por presentar un clima árido, con un promedio anual de precipitaciones de 200mm. De todo el territorio provincial, sólo el 3% de su superficie, llamada oasis o áreas secas irrigadas, concentra el 95% de un total de 1.741.610 habitantes. El resto de la región está ocupada por ambientes de montañas y desiertos.



Con regímenes de precipitaciones líquidas insuficientes, los aportes hídricos que se utilizan en los oasis provienen casi en su totalidad de la fusión de las precipitaciones sólidas y glaciares ubicados en alta montaña, Cordillera Frontal y Principal de los Andes. En este contexto de fuerte aridez, la apropiación, sistematización y distribución del agua construyen un territorio claramente fragmentado y desigual (Grosso Cepparo, 2015).

Según el Diagnóstico Físico Ambiental del Marco Estratégico realizado en la provincia de Mendoza, el riego es el sector que utiliza la mayor cantidad de agua alcanzando el 89% de la demanda, seguido por el agua potable con el 5% y finalmente el uso industrial ocupa el 2%, el resto se destina para otros usos. La creciente demanda del recurso agua ha obligado a priorizar el uso de aguas de primera calidad para abastecimiento público y aprovechar aguas de menor calidad en usos que no requieren cualidades rigurosas (Vélez, 2017).

El predio del campus central de la Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo) se sitúa en el Parque General San Martín en el centro oeste de la provincia de Mendoza. Sumado a la gran cantidad de actividades que se desarrollan en el Campus de la Universidad, se incluye el servicio de alimentación saludable y equilibrada que brinda el Comedor Universitario. La cocina del comedor de la UNCuyo utiliza agua potable para la elaboración de alimentos, tareas de limpieza y desinfección generando aguas grises.

Además, los espacios comunes del Comedor Universitario se caracterizan por la presencia de especies vegetales exóticas que se riegan artificialmente. Por lo tanto, queda en evidencia el doble uso de un recurso limitante en nuestra provincia como es el agua. Una estrategia de mitigación en lugares con crisis hídrica es el tratamiento y el reúso de las aguas grises para el riego. De esta manera se contribuye no sólo a disminuir impactos socioambientales negativos, sino que también se generan beneficios sociales, ambientales y económicos esenciales para el desarrollo sostenible.

En un primer apartado, se brinda una introducción de la presente tesis. A posteriori se desarrollan distintos ejes relacionados a las aguas grises tales como su composición, caracterización y sobre los distintos métodos que habitualmente son aplicados en el tratamiento de estas. Además, se exponen las leyes nacionales y provinciales relacionadas con la temática en cuestión y se explica el convenio AYSAM - UNCuyo.

En el segundo capítulo se desarrolla la metodología tanto para la evaluación de los parámetros fisicoquímicos como para el estudio de las potenciales parcelas de reúso.



En el tercer capítulo se presentan los resultados obtenidos en el proceso de evaluación de los parámetros fisicoquímicos y las potenciales parcelas de reúso de los espacios aledaños al Comedor Universitario. Además, se realiza una comparación de estos resultados teniendo en cuenta estudios de casos similares realizados en otras instituciones universitarias.

Finalmente, se realiza la propuesta adecuada para las aguas grises del Comedor Universitario junto con las conclusiones y recomendaciones del trabajo.

1.1 OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS

Objetivo general:

- Proponer un tratamiento adecuado de las aguas grises generadas en la cocina del Comedor Universitario de la Universidad Nacional de Cuyo para su reúso en el riego, teniendo en cuenta la composición química de las mismas y la legislación ambiental vigente.

Objetivos específicos:

- Estudiar el proceso de generación de aguas grises en el Comedor Universitario.
- Analizar la composición química de las aguas grises del Comedor Universitario.
- Evaluar las parcelas de reúso como receptoras de las aguas grises tratadas.

1.2 ÁREA DE ESTUDIO

Este trabajo se realizó en el Comedor Universitario de la UNCuyo de la sede Centro Universitario, perteneciente a la Secretaría de Bienestar Universitario de la UNCuyo. El mismo se encuentra en el Campus de la Universidad dentro del Parque General San Martín en la Ciudad de Mendoza.

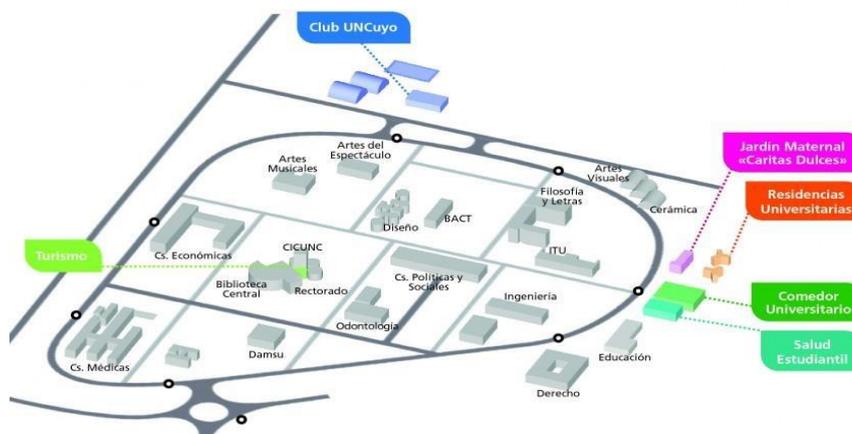


Figura 1.1.: Ubicación del Comedor Universitario dentro del predio que corresponde a la UNCuyo. Fuente: Página Web del Comedor (www.uncuyo.edu.ar).

El Comedor Universitario de la UNCuyo se creó el 14 de agosto de 1940, por medio de la Resolución 323 del Consejo Superior de la UNCuyo que estableció la creación de comedores colectivos para los estudiantes. De esta manera, inició sus actividades en la calle Rivadavia 125 de Ciudad en la provincia de Mendoza. Actualmente, la sede cuenta con una extensión disponible para más de 400 personas aproximadamente, dividida en tres salones, con capacidad para 35, 70 y 350 personas utilizados con fines recreativos, académicos y culturales ya que en el mismo se realizan congresos, talleres o charlas y son espacios ideales para una pausa en el cursado o en el estudio.

La oferta gastronómica cuenta con desayunos, almuerzos, comida para llevar y servicio de catering, para eventos laborales y sociales a un precio accesible para estudiantes, docentes, egresados y personal de la UNCuyo, en las distintas unidades académicas pertenecientes a la Universidad. Los menús se caracterizan por ser saludables, con opciones vegetarianas y celíacas ya que el Comedor Universitario basa su trabajo en dos ejes: inclusión y alimentación sana. La inclusión se logra por la adjudicación de becas a estudiantes de bajos recursos y brindando accesibilidad para el resto de la población estudiantil ya que los almuerzos son de bajo costo económico. La oferta alimentaria del Comedor Universitario no se rige por la lógica del mercado, sino por el derecho universal a una adecuada alimentación; entendiendo que la salud es fundamental en el proceso educativo de los estudiantes. El Comedor Universitario cuenta con un equipo de nutrición, bromatología y cocina que planifica almuerzos nutritivos y los elabora bajo normas de higiene alimentaria.

Para garantizar las condiciones de higiene alimentaria en el Comedor Universitario y poder brindar alimentos seguros se trabaja bajo normas y pautas de carácter legal que establece el Código Alimentario Argentino exigidas por las autoridades sanitarias provinciales y municipales.

Cabe destacar, que en el edificio del comedor funcionan otras áreas como Acción Social, DDHH y Cultura, Defensoría Estudiantil, Compromiso Social, Salud Integral y Consejería de Género. Además, se realizaron obras de ampliación en el salón principal para incrementar la disponibilidad de espacios, se instalaron cargadores solares y se reemplazaron las luces halógenas convencionales por LED para descomprimir la central eléctrica y fomentar el ahorro energético en el marco del eje Comedor Ecológico.

1.3 DESCRIPCIÓN DEL COMEDOR UNIVERSITARIO DE LA UNCUYO

El área de cocina del Comedor Universitario cuenta con seis zonas delimitadas en las cuales se encuentran distintos equipamientos necesarios para la realización de las actividades.

Delivery: en esta zona se preparan viandas en cantidades limitadas ya que se utiliza únicamente para eventos, cuenta con una pileta para el lavado de verduras. Las aguas grises que se generan provienen del agua hervida utilizada en la cocción de los alimentos y de la pileta de lavado. Los menús se caracterizan porque el método de cocción es mediante el hervor de alimentos, ya que el Comedor Universitario no produce alimentos fritos.

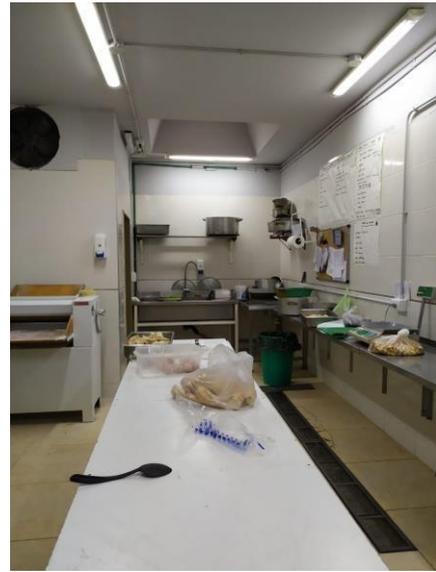


Figura 1.2.: Zona de delivery del Comedor Universitario. Fuente: propia.

Zona de Lavado: en esta parte se encuentra la máquina de lavavajillas automática y tres piletas para el lavado manual de los utensilios que utilizan los comensales (por comensal se utiliza: 1 bandeja, 2 platos, 1 vaso y 2 cubiertos).

La lavavajilla industrial es un modelo fabricado por “ingeniería gastronómica”, cuenta con dos tachos de 50 litros cada uno. El consumo diario de agua supera los 100 litros, utiliza productos químicos y su funcionamiento es de 3 horas al día. En el anexo I se adjunta la ficha correspondiente de la lavavajilla. El funcionamiento de la máquina consiste en que el primer tacho utiliza agua “sucia” (proveniente del segundo tacho) a medida que avanza por el tubo que conecta ambos tachos, la vajilla, va limpiándose hasta llegar al segundo. De este se utiliza el agua para enjuagar los platos, una vez finalizada esta tarea vuelve al primer tacho para continuar con el ciclo.



Figura 1.3.: Zona de lavado y maquina lavavajillas. Fuente: propia

Zona de Elaboración: en esta zona se elaboran los menús que se sirven a diario a la comunidad universitaria. La misma cuenta con equipamientos necesarios para la cocción de los alimentos tales como hornos y hornallas. Por lo tanto, se utilizan servicios tales como agua, gas y electricidad.



Figura 1.4.: Preparación del menú en la zona de elaboración. Fuente: propia.

Zona de Preelaboración: las actividades diarias que se realizan son el corte y lavado de frutas, verduras y hortalizas que se incorporan a los menús diarios. Además, luego de finalizar el proceso de elaboración, en esta zona se lavan los utensilios que se utilizan en la cocina del Comedor Universitario para la elaboración de los alimentos. Por lo tanto, el personal trabaja en el corte y lavado de verduras de 9 a 12 hs y después se dedican a la limpieza de los utensilios. En esta zona se utilizan detergentes y desengrasantes.



Figura 1.5.: Corte de verduras en la zona de preelaboración. Fuente: propia.

Depósito: en el depósito no se utiliza agua y cuenta con una cámara freezer y tres cámaras de refrigeración, donde se guardan productos de limpieza y alimentos.

Comedor: Cuentan con una pequeña pileta para el uso del personal que atiende el mismo.



Figura 1.6.: Estudiantes a la hora del almuerzo en el comedor. Fuente: propia.

En el anexo II se adjunta el plano del Comedor Universitario.



2. MARCO TEÓRICO

Los recursos naturales son una fuente de vida y desarrollo para la sociedad ya que el ser humano los utiliza para satisfacer sus necesidades básicas tales como la alimentación, salud, económicas y de ocio. Sin embargo, es imprescindible que el aprovechamiento de estos esté sujeto a los tres ejes de la sostenibilidad: ambiental, económico y social. Esto puede lograrse a través de la implementación de métodos amigables con el medio ambiente y que no comprometan el uso de los recursos naturales para las futuras generaciones (Orellana Salas y Lalvay Portilla, 2018).

El agua potable y el saneamiento son reconocidos como derechos humanos básicos, dado que son indispensables para la vida saludable y fundamentales para mantener la dignidad de todos los seres humanos. Las políticas centradas para proveer servicios de agua, saneamiento, gestión sólida y sostenible de los recursos hídricos son una parte fundamental del desarrollo sostenible (ONU, 2019).

2.1 AGUAS GRISES

2.1.1 DEFINICIÓN DE AGUAS GRISES

De manera general, las aguas residuales son aquellas cuyas características originales han sido modificadas por actividades antrópicas alterando su calidad por lo que requieren un tratamiento previo, antes de ser reúsadas, vertidas a un cuerpo natural de agua, volcadas al suelo para recarga del acuífero o descargadas al sistema de alcantarillado (Reyes López, 2016).

Específicamente, las aguas residuales domésticas son residuos humanos que llegan a las redes de alcantarillado por medio de descargas de instalaciones hidráulicas de la edificación, provenientes de viviendas, establecimientos comerciales, instituciones, entre otros. Las mismas están constituidas por aguas grises y aguas negras. Las últimas provienen de los desechos del metabolismo humano, poseen altos valores de carga orgánica y bajo contenido de productos químicos, generalmente a partir de las mismas se obtienen distintos tipos de abonos y subproductos (Díaz-Cuenca et al, 2012).

Por otro lado, las aguas grises provienen de lava manos, duchas, lavadoras, lavaplatos y lavaderos, representan una fracción del 75 % en volumen de las aguas residuales domésticas. Se caracterizan por un bajo contenido de materia orgánica, baja



concentración de sales, aceites y contaminantes microbianos y por una alta concentración de compuestos presentes en jabones y detergentes. Debido a que su composición no presenta alta concentración de compuestos con impacto ambiental negativo, las mismas poseen un alto potencial de reúso, por lo tanto, se emplean para descarga de inodoros, riego, limpieza del hogar, lavandería y lavado de vehículos (Murcia-Sarmiento et al, 2014).

2.1.2. COMPOSICIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS AGUAS GRISES SEGÚN SU ORIGEN

La composición de las aguas grises depende de diferentes factores tales como la calidad del agua de red, del tipo de red de distribución del agua potable y agua gris, de las actividades en el establecimiento bajo estudio, de los estilos de vida, las costumbres, las instalaciones, el uso de productos químicos domésticos y varía significativamente en términos de tiempo y lugar, debido a las fluctuaciones en el consumo de agua (Niño Rodríguez y Martínez Medina, 2013).

Si bien es difícil estandarizar la composición general de las aguas grises lo que se puede determinar son ciertas características generales comunes, por ejemplo, las cantidades de nutrientes son significativamente menores que las aguas negras, presentando aproximadamente sólo el 10% del nitrógeno y el 21% del potasio del total de las aguas residuales domésticas. En cuanto a la concentración del fósforo total las aguas grises contienen sólo el 26%, sin embargo, este valor puede variar dependiendo del país. En el caso de países como Noruega, por ejemplo, las aguas grises presentan una concentración diferente de fósforo total ya que dicho país fomenta el uso de detergentes libres de fosfatos. Si bien el N y K de las aguas grises son bajos, en relación con otros tipos de aguas residuales, hay estudios que demuestran que las plantas y cultivos que se riegan con aguas grises sin tratar presentan un mayor crecimiento que al regar los mismos cultivos con aguas crudas (Franco Alvarado, 2007).

Otra de las cuestiones para tener en cuenta, es que este tipo de aguas presentan bajos niveles de materia orgánica con respecto a otros tipos de aguas residuales ya que no se incluyen la orina, las heces ni el papel higiénico (Eriksson et al, 2002).



2.1.3. CARACTERIZACIÓN DE AGUAS GRISES

El conocimiento de las características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales es importante no sólo para el establecimiento bajo estudio sino para cumplir con las exigencias de la entidad reguladora, preseleccionar métodos de tratamiento posibles que, con base en estudios de tratabilidad y/o en la experiencia, conduzcan al diseño y construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales con buenas posibilidades de éxito o lograr la optimización de los procesos (Características de las aguas residuales, s. f.).

La caracterización de las aguas residuales consiste en determinar las proporciones y valores de los parámetros analizados, ya que la composición de estas varía en función de las actividades que lleva a cabo el establecimiento bajo estudio. Es importante tener en cuenta que existe una gran diversidad de aguas residuales, las cuales van desde las aguas residuales domésticas hasta aguas residuales de todo tipo de industria (Orellana, 2005).

En el caso particular de las aguas grises, existen numerosos parámetros que se evalúan en el proceso de caracterización a continuación se describen algunos de ellos. Cabe destacar que en cada investigación los parámetros analizados van a depender de la complejidad de la misma, del presupuesto, de la normativa de vuelco, entre otros.

2.1.3.1. pH

El pH se define como la concentración de ion de hidrógeno presente en las aguas residuales, este parámetro es una medida que indica la acidez o la alcalinidad del agua. La escala del pH es logarítmica con valores de 0 a 14, con una disminución del pH el agua es más ácida y con un aumento de pH el agua es más básica. La determinación del pH es de gran importancia ya que indica el grado de contaminación de las aguas, puede medirse con diversas técnicas, las más empleadas son mediante la utilización de un pHmetro o papeles de pH que cambian de color a determinados valores, el color de la solución o del papel se compara con el color de series normalizadas (Características de las aguas residuales, s. f.).

La medida del pH es una de las pruebas más importantes y frecuentes utilizadas en el análisis químico del agua. Prácticamente todas las fases del tratamiento del agua para suministro y residual, como la neutralización ácida — base, precipitación, coagulación, desinfección y control de la corrosión, dependen del pH. Si bien este parámetro es una

magnitud de mucha importancia en la neutralización de aguas grises su control es en general difícil de realizar debido a la alta dependencia no lineal entre los reactivos que ingresan al sistema y el pH que se establece (Velásquez, 2007).

2.1.3.2. TEMPERATURA

La temperatura es un factor importante para determinar en las aguas residuales, ya que este parámetro limita la capacidad de remoción de contaminantes presentes en este tipo de aguas. Esto se debe a su influencia, tanto en el desarrollo de la vida acuática como en las reacciones químicas y velocidades de reacción. De manera general se puede decir que la temperatura del agua residual es más elevada que la del agua de red, esto se debe a la incorporación de agua caliente procedente de casas e industrias. En función de la situación geográfica, la temperatura media anual del agua residual varía entre 10 y 21°C, pudiéndose tomar 15,6 °C como valor representativo. La determinación de la temperatura en una muestra de agua residual se lleva a cabo de manera directa mediante la implementación de un termómetro (Características de las aguas residuales, s. f.).

2.1.3.3. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

La conductividad eléctrica (CE) es una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica, depende de la concentración, movilidad y valencia de iones en la solución y de la temperatura del agua. El agua pura es mala conductora de la corriente eléctrica, mientras que las soluciones acuosas presentan buena conductividad, la cual está determinada por la presencia de sales iónicas disueltas. Generalmente la determinación de este parámetro se realiza mediante la utilización de un conductímetro (Muñoz Cruz, 2008).

2.1.3.4. DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO

La Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) es una medida de la cantidad de oxígeno utilizada por microorganismos en la estabilización de la materia orgánica biodegradable, bajo condiciones aerobias, en un período de 5 días y a 20°C. En las aguas grises, el valor de la DBO a 5 días representa en promedio un 65 a 70% del total de la materia oxidable. La DBO como todo ensayo biológico requiere de un protocolo especial para su realización, con el fin de obtener valores representativos y que se ajusten al modelo estándar para emplearlos en comparaciones (Muñoz Cruz, 2008).



2.1.3.5. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO

La Demanda Química de Oxígeno (DQO) es un indicador analítico de contaminación que mide el material orgánico contenido en una muestra líquida mediante oxidación química. Este parámetro representa el contenido orgánico total de la muestra, oxidable por dicromato en solución ácida. El ensayo tiene la ventaja de ser más rápido que el de DBO y no está sujeto a tantas variables como las que pueden presentarse en el ensayo biológico (Muñoz Cruz, 2008).

2.1.3.6. SÓLIDOS DISUELTOS

Los sólidos disueltos representan la cantidad total de material disuelto filtrable a través de una membrana con poros en una proporción de agua conocida. Para la determinación de estos se emplea una membrana que contiene poros de 2.0 μm generalmente y se utiliza un volumen de 100 mg/l, el material se evapora a 105°C, luego se pesa y se obtiene el valor que representa la concentración de sólidos disueltos (Armas Solís, 2015).

2.1.3.7. SÓLIDOS SUSPENDIDOS

Los sólidos suspendidos representan la fracción de sólidos totales retenidos en un filtro de 2 μm que corresponde a arcillas coloidales o partículas orgánicas, que no sedimentan fácilmente en un líquido, aumentando la turbiedad. Generalmente un exceso de sólidos suspendidos puede ocasionar problemáticas en los sistemas de irrigación (Franco Alvarado, 2007).

Los sólidos totales se clasifican en:

Tabla 2.1: Clasificación de los sólidos totales. Fuente: Orellana, 2005.

Sólidos totales	Sólidos suspendidos	Sólidos sedimentables
		Sólidos coloidales
	Sólidos disueltos	Sólidos coloidales
		Sólidos disueltos



2.1.3.8. SÓLIDOS SEDIMENTABLES

Se definen como aquellos que sedimentan en el fondo de un recipiente de forma cónica denominado cono de Imhoff en el transcurso de un período de 120 minutos. Los sólidos sedimentables se expresan en unidades de ml/l, constituyen una medida aproximada de la cantidad de fango que se obtendrá en la decantación primaria del agua residual (Características de las aguas residuales, s. f.).

2.1.3.9. NITRÓGENO KJELDAHL

El Nitrógeno Kjeldahl corresponde al nitrógeno orgánico y amoniacal. Para el caso particular de las aguas grises se puede aproximar al nitrógeno total ya que la presencia de nitritos y nitratos es nula (Franco Alvarado, 2007).

2.1.3.10. FÓSFORO TOTAL

El fósforo es un elemento esencial para la vida, pero cabe destacar que en exceso produce un efecto conocido como eutrofización que consiste en un crecimiento excesivo de plantas presentes en los cuerpos receptores de agua, lo que genera una disminución en la concentración de oxígeno y como consecuencia final la muerte de plantas y animales acuáticos. Por lo tanto, si el fósforo abunda en el agua de riego se acumula en el área donde se aplica ya que no se degrada por sí solo y al acumularse produce la contaminación de la zona. En el caso de las aguas grises los detergentes son los principales aportadores de fósforo (Günther, 2000).

2.1.4. MARCO LEGAL

Tabla 2.2.: Marco legal nacional y provincial. Fuente: propia.

	Ley/Artículo/Decreto	Autoridad de Aplicación	Contenido
Marco legal nacional	Artículo 41	Tribunal Constitucional	Promueve la existencia de normas que contengan los presupuestos mínimos de protección ambiental.
	Artículo 124	Tribunal Constitucional	Regula el aprovechamiento y uso de los recursos naturales atribuyendo potestades a las provincias. De esta manera favorece la auto capacidad de las provincias para su desarrollo económico y social.
	Ley 25 688 Régimen de Gestión Ambiental de Aguas	Comité de cuenca correspondiente	Establece los presupuestos mínimos ambientales, para la preservación de las aguas, su aprovechamiento y uso racional.
	Ley 25 675 General del Ambiente	Poder judicial	Establece los presupuestos mínimos para una gestión sustentable y adecuada del ambiente.
	Ley 24 051 Residuos Peligrosos	Dirección de Residuos Peligrosos	Establece los presupuestos mínimos para regular la generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos.
	Artículo 82 del Código Alimentario Argentino	Autoridad Sanitaria Nacional	Fija las concentraciones permitidas para parámetros físicos, químicos y microbiológicos para determinar la potabilidad del agua.
	Ley 5 961 General del Ambiente	Ministerio de Medio Ambiente	Promueve la preservación del ambiente en territorio provincial para resguardar el equilibrio ecológico y desarrollo sustentable.
	Ley General de Aguas	Departamento General de Irrigación	Regular el uso, aprovechamiento y distribución del agua en Mendoza.

Marco legal provincial	Leyes 4035 y 4036 Administración de Aguas Subterráneas del DGI Mendoza	Departamento General de Irrigación	Establecen el régimen jurídico del agua subterránea en la provincia de Mendoza.
	Ley 6 044 Reordenamiento del Institucional del sector Agua Potable y Saneamiento	Ente provincial del Agua y de Saneamiento	Establece el reordenamiento institucional de la prestación de los servicios de la provisión de agua potable y saneamiento y la protección de la calidad de agua en la provincia Mendoza.
	Ley 6 405 Administración y preservación de canales, hijuelas y desagües de riego de la provincia.	Departamento General de Irrigación	Administra el uso, control, conservación, mantenimiento y preservación de los canales, hijuelas, sistemas de riego y desagües.
	Resoluciones 51 y 52	Departamento General de Irrigación	Regula la protección de la calidad de las aguas de Mendoza, el vuelco de los efluentes y las áreas de reúso.
	Ley 5917 Residuos Peligrosos	Ministerio de Medio Ambiente	Establece las normas generales para la manipulación, transporte, tratamiento y disposición de residuos peligrosos en el territorio provincial.

2.1.4.1. CONVENIO AYSAM-UNCUYO

Por su parte, la UNCuyo tiene un convenio con Agua y Saneamiento Mendoza S.A (AYSAM) donde se establecen los valores máximos admisibles de ciertos parámetros en muestras de aguas grises tomadas de la cámara ubicada en las inmediaciones del estacionamiento del Comedor Universitario.

AYSAM es la empresa prestadora de servicios de agua potable y saneamiento más grande e importante de la provincia. Actualmente, abastece de agua potable a más de 400.000 clientes en todo el territorio mendocino. Su objetivo es promover el bienestar de la población prestando un servicio de agua potable y saneamiento de calidad, confiable y eficiente, preservando el medio ambiente y contribuyendo al desarrollo de la economía. AYSAM realiza mensualmente el control de la calidad de las aguas grises generadas en la cocina del Comedor Universitario de la Universidad Nacional de Cuyo y verifica si los parámetros se ajustan a los valores determinados en el convenio AYSAM-UNCuyo que se encuentran adjuntos en el anexo III, basándose en las Leyes Provinciales 5 961 y 5 917 y su Decreto Reglamentario 2 625 sobre Preservación, Conservación y Mejoramiento

del Ambiente y Residuos Peligrosos, así como de otra reglamentación provincial y/o nacional competente en materia ambiental.

Es por ello, que todo vuelco de aguas grises por parte del Comedor Universitario requiere de un control previo, realizado por AYSAM, siguiendo los requisitos técnicos que se incluyen en el convenio.

El mismo especifica que las aguas grises no deberán:

- Contener sustancias que, por su naturaleza, propiedades y cantidad, ya sea por ellas mismas o por su interacción con otras tales como metales pesados, fenoles, pesticidas, cianuro, entre otros; interfieran con los procesos de depuración de la planta de tratamiento biológico o con la disposición final del efluente que se de en esta planta (reúsoagrícola, etc.).
- Originar mezclas inflamables o explosivas en el aire.
- Generar atmósferas insalubres, tóxicas o peligrosas que impidan o dificulten el trabajo del personal.
- Tener alguna propiedad corrosiva capaz de dañar o deteriorar los materiales de las instalaciones del sistema colector.
- Contener sustancias peligrosas especificadas en la Ley Nacional 24 051 de Residuos Peligrosos y la Ley Provincial 5 917 ya que no serán admitidas para su vuelco en las instalaciones de descargas.

Ante el incumplimiento de la calidad de las aguas grises volcadas a las redes de vertido, AYSAM aplica recargos sobre el importe facturado según la magnitud del incumplimiento. Dichos importes son sumados a los pagos bimestrales que la UNCuyo efectúa a AYSAM.

2.1.5. TRATAMIENTOS DE AGUAS GRISES

Un sistema de tratamiento o estación depuradora de aguas residuales es una instalación donde el agua residual, es sometida a una combinación de procesos y operaciones unitarias en los que se pueden diferenciar distintos niveles ya sean físicos, biológicos y químicos, dependiendo de los objetivos que se desean cumplir (Armas Solís, 2015).

2.1.5.1. TRATAMIENTO PRELIMINAR

El tratamiento preliminar de las aguas residuales se define como el proceso de eliminación de elementos de mayor tamaño como: arenas o basura cuya presencia pueda provocar



problemas de mantenimiento y funcionamiento de los diferentes procesos, operaciones y sistemas auxiliares. Algunos ejemplos pueden ser: desbaste (rejas) y dilaceración para eliminar sólidos gruesos, flotación para eliminar grasas y aceites y el desarenado para la eliminación de la materia gruesa en suspensión (Orta, 2002).

2.1.5.1.1 DESBASTE

El objetivo del desbaste es la eliminación de los sólidos de pequeño y mediano tamaño que podrían deteriorar o bloquear los equipos mecánicos y obstruir el paso de la corriente de agua. El procedimiento más usual consiste en hacer pasar las aguas a través de rejas que, de acuerdo con la separación entre los barrotes, pueden clasificarse en:

- Desbaste de gruesos: el paso libre entre los barrotes es de 50 a 100mm.
- Desbaste de finos: el paso libre entre los barrotes es de 10 a 25mm.

En función de su geometría, las rejas pueden ser rectas o curvas y, según como se ejecute la extracción de los residuos retenidos en los barrotes, se distingue entre rejas de limpieza manual y rejas de limpieza automática. En grandes instalaciones de depuración se hacen pasar los residuos extraídos de las rejas por mecanismos de compactación, con objeto de reducir su volumen antes de ser depositados en contenedores (Alianza por el Agua, 2008).

2.1.5.1.2 DESARENADO

El desarenado tiene por objeto extraer del agua residual, la grava, arenas y partículas minerales más o menos finas, con el fin de evitar que produzcan sedimentos en los canales y conducciones, proteger las bombas y otros aparatos contra la abrasión y evitar sobrecargas en las siguientes fases de tratamiento. El desarenado se refiere normalmente a las partículas superiores a 200 micrones. El tipo de desarenador, según el procedimiento utilizado en la separación, más común es el de flujo horizontal, que realiza una separación natural por decantación (Orellana, 2005).

2.1.5.2 TRATAMIENTO PRIMARIO

El tratamiento primario tiene como objetivo eliminar una fracción de sólidos de menor tamaño que los que se retienen en el tratamiento preliminar. Esta eliminación usualmente se lleva a cabo mediante la implementación de medios físicos como la sedimentación primaria (Canjura Astorga y Lemus, 2003).

Según Delgadillo y Condori (2010) el tratamiento primario permite eliminar el 90% de los sólidos sedimentables, el 65% de los sólidos en suspensión y disminuye la demanda



bioquímica de oxígeno (DBO), alrededor del 35%.

2.1.5.2.1 SEDIMENTACIÓN PRIMARIA

La mayor parte de las sustancias en suspensión y disolución en las aguas residuales no pueden retenerse en las rejillas y desarenadores debido a su finura o densidad. Por ello se recurre a la sedimentación, también conocida como decantación, que es la separación de un sólido del seno de un líquido por efecto de la gravedad. La sedimentación se produce reduciendo la velocidad de circulación de las aguas residuales, con lo que el régimen de circulación se vuelve cada vez menos turbulento y las partículas en suspensión se van depositando en el fondo del sedimentador. Se realiza en tanques rectangulares o cilíndricos donde se remueve aproximadamente el 65% de los sólidos suspendidos. Los lodos producidos en la sedimentación primaria están conformados por partículas orgánicas diferentes a los lodos de un desarenador los cuales son de tipo inorgánico. Estos se denominan lodos primarios y se recogen del fondo del sedimentador para luego ser sometidos a una digestión. Las grasas y espumas que se forman sobre la superficie del sedimentador primario son removidas por medio de rastrillos que ejecutan un barrido superficial continuo (Alianza por el Agua, 2008).

2.1.5.3 TRATAMIENTOS SECUNDARIOS

El tratamiento secundario consiste en la degradación de la materia orgánica biodegradable no sedimentable, es decir, materia orgánica finamente dividida y disuelta presente en el agua residual, mediante un proceso biológico llevado a cabo por microorganismos que asimilan dicha materia orgánica como nutriente ya que mediante su metabolismo origina sólidos sedimentables floculantes que puedan ser separados del flujo tratado como un fango (Armas Solís, 2015).

El tratamiento secundario puede ser de naturaleza aeróbica o anaeróbica:

- El tratamiento anaeróbico consiste en la transformación de la materia orgánica presente en un sustrato a una mezcla de gases conocida como "biogás" formado principalmente por gases tales como metano y dióxido de carbono, y una suspensión acuosa o lodo que contiene componentes difíciles de degradar y los minerales inicialmente presentes en la biomasa. Esta conversión se lleva a cabo en ausencia de oxígeno (Colmenares y Santos, 2007).
- El tratamiento aeróbico es aquel en el que los microorganismos degradan la materia orgánica, transformándola en dióxido de carbono (CO_2), moléculas de agua y materia celular que posteriormente se separan por decantación. Esta transformación se produce



en presencia de oxígeno (Pérez, 2012).

2.1.5.3.1 LODOS ACTIVADOS

El sistema de tratamiento de lodos activados es un proceso biológico aeróbico que emplea microorganismos para degradar los compuestos orgánicos. El sistema se compone de un reactor aireado artificialmente, seguido por un sedimentador (denominado sedimentador secundario), que cumple la función de separar la biomasa suspendida en la fase líquida. En este proceso el residuo orgánico entra a un reactor donde es completamente mezclado con una masa biológica en suspensión y se agrupan formando flóculos con buenas propiedades de sedimentación. Una parte de la biomasa separada en el sedimentador secundario se la recircula al reactor, el resto se elimina como barros de manera tal de mantener la concentración de microorganismos en el reactor, aproximadamente constante. Es indispensable proporcionar aire por medios mecánicos superficiales o sopladores sumergidos, los cuales tienen la función de producir una mezcla completa y agregar el oxígeno al medio para que el proceso se desarrolle (Zanuttín, 2018).

El empleo de lodos activados ofrece una alternativa eficiente para el tratamiento de aguas residuales ya que poseen una gran variedad de microorganismos capaces de remover materia orgánica, patógenos y nutrientes (nitrógeno y fósforo), razón por la cual resulta un método ideal para tratar aguas residuales domésticas, aguas grises y municipales (Quiroga y López, 2008).

2.1.5.3.2 FILTROS PERCOLADORES

Los filtros percoladores, conocidos también como lechos bacterianos, son procesos biológicos aerobios, conformados con una estructura de contención con relleno en su interior, el cual puede estar constituido por grava o material plástico. La función del relleno biológico es la de soporte a los microorganismos depuradores ya que se encuentran adheridos a las paredes de este, formando una capa biológica. Este tratamiento consiste en hacer caer el agua residual, en forma de lluvia ingresando por la parte superior, rociando toda la superficie y en sentido contrario, ascendente, circula aire, el cual puede o no ser forzado con ventiladores. La recirculación de las aguas residuales tratadas sobre el lecho percolador, mediante una bomba centrífuga, mejora la eficiencia del tratamiento, evita la obstrucción del filtro y reduce los problemas derivados del olor y de las moscas en verano. El rendimiento habitual de esta alternativa está en el orden del 70 a 75% (Portillo, 2014).



2.1.5.3.3 LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN

Las lagunas de estabilización son excavaciones de profundidad variable cercadas por taludes de tierra que constituyen grandes embalses donde la carga orgánica de las aguas residuales es depurada por la acción de microalgas y bacterias saprófitas, normalmente tienen forma rectangular o cuadrada. De manera general, este método se emplea para remover la materia orgánica presente en las aguas residuales, eliminar organismos patógenos nocivos para la salud y utilizar las aguas para reúso, por ejemplo, riego en la agricultura y en espacios verdes. Las ventajas de esta práctica es que son económicas y no requieren de gran mantenimiento y como desventajas se requiere un área extensa para su construcción y control ya que si se sobrecargan generan olores desagradables que podrían generar impactos negativos en el entorno donde se encuentran inmersas. Además, se deben evitar las pérdidas excesivas por infiltración (Rolim Mendonça, 2000).

2.1.5.3.3.1 LAGUNAS AIREADAS

El proceso aerobio se caracteriza porque la descomposición de la materia orgánica se lleva a cabo en una masa de agua que contiene oxígeno disuelto, por lo tanto, este tipo de lagunas suelen ser poco profundas. En este proceso, en el que participan bacterias aerobias o facultativas, se originan compuestos inorgánicos que sirven de nutrientes a las algas, las cuales a su vez producen más oxígeno que facilita la actividad de las bacterias aerobias. Existe una simbiosis entre bacterias y algas que facilitan la estabilización aerobia de la materia orgánica (Rolim Mendonça, 2000).

2.1.5.3.3.2 LAGUNAS FACULTATIVAS

Este tipo de lagunas se diseñan de tal manera que permitan que el oxígeno del aire se disuelva en el agua a tratar, por lo tanto, deben proyectarse con un tiempo de retención hidráulica de 10 a 12 días y una profundidad estimada de 1,50 a 1,80 metros. Con el tiempo, los sólidos sedimentados propios del agua residual o los generados en la laguna van reduciendo la altura útil de la laguna facultativa, por este motivo la vida útil es finita. Por lo tanto, será necesario construir otra laguna para permitir que la primera pueda dejarse secar durante un periodo de varios años, para luego poder extraer el barro depositado de forma mecánica y enviarse a una playa de secado (Portillo, 2014).

2.1.5.3.3.3 LAGUNAS ANAERÓBICAS

Se utilizan para estabilizar los sólidos que se separan por sedimentación de la corriente de aguas residuales a tratar, las profundidades son del orden de 4 a 6 metros y se construyen mediante excavación del terreno o por la construcción de terraplenes de



contención realizados con maquinaria adecuada. Prácticamente en este tipo de laguna no existe oxígeno disuelto en todo su volumen, por lo tanto, en función de las características del proceso anaeróbico, y al estar abiertas al ambiente, generan malos olores. Por ello, deben ubicarse en zonas rurales, alejadas de centros poblados, donde el problema ambiental que pueda generar no sea significativo (Portillo, 2014).

2.1.5.4 TRATAMIENTOS TERCIARIOS

El tratamiento terciario se aplica cuando en una planta de tratamiento de aguas residuales de tipo secundario las mismas no cumplen con ciertos niveles de calidad. Los objetivos de este tipo de tratamiento son la eliminación de elementos de las aguas residuales que merecen especial atención, como los nutrientes, los compuestos tóxicos y los excesos de materia orgánica o de sólidos en suspensión. Además de los procesos de eliminación de nutrientes, otros procesos u operaciones unitarias habitualmente empleadas en los tratamientos avanzados son la coagulación química, floculación y sedimentación seguida de filtración y carbón activado (Canjura Astorga y Lemus, 2003).

2.1.6. REÚSO DE AGUAS GRISES

El reúso del agua es un fenómeno que se produce en el planeta desde que los seres vivos existen sobre él, conocido como Ciclo Hidrológico. El agua evapotranspirada por las plantas se acumula en la atmósfera en forma de vapor de agua posteriormente cae sobre el suelo en forma de lluvia, para ser utilizada de nuevo por otros seres vivos. Se estima aproximadamente que, en el ciclo del agua, ésta experimenta de 5 a 6 usos antes de evaporarse en el follaje, la tierra, los ríos, lagos y el océano donde se cierra el ciclo hidrológico. En definitiva, la recuperación del agua no es más que una manifestación del proceso cíclico continuo que experimentan los recursos naturales del planeta (Orozco et al, 2010).

La idea del reúso transforma los costos de tratamientos en una inversión productiva, ya que, en lugar de desechar el agua residual, es posible acondicionarla apropiadamente para su posterior reúso. Al reusar agua residual tratada, el consumo de agua potable disminuye y, por lo tanto, también la cantidad de agua descargada. Esto trae consigo una cadena de ahorros derivados de varios hechos: primero, por estar consumiendo menos agua de red; segundo, por disminuir el gasto de tratamiento (generalmente proporcional al volumen de agua); tercero, por la disminución en el tamaño del tratamiento final para descarga y, por último, por la posibilidad de utilizar el agua para otros usos o usuarios. En la medida que la tecnología avance y los precios reales del agua se incrementen con el



tiempo, el esquema de reúso se volverá cada vez más atractivo (Rodríguez et al.,2008).

El reúso de aguas residuales para riego, tratadas o sin tratar, es una opción que empieza a tomar peso en diversas zonas del planeta, como una respuesta alternativa en territorios que presentan déficit hídrico, y, sobre todo, a la fuerte competencia entre las zonas urbanas y periurbanas por el agua dulce. Se calcula que, a nivel mundial, 20 millones de hectáreas (7% de las tierras de regadío) se abastecen de aguas residuales tratadas o parcialmente tratadas. Las aguas residuales se proponen como parte de la solución en lugar del problema ya que pueden generar un valor agregado para los usuarios urbanos, los agricultores y el ambiente (DE, EDADP, I. E., 2014)

Según Allen (2015) el reúso de las aguas grises es un componente importante en las prácticas sustentables del uso de agua, ya que existen beneficios a la hora de emplearlas en lugar de utilizar agua potable para el riego:

- Disminuir el uso de agua potable de 16% a 40%, dependiendo del sitio y el diseño del sistema.
- Disminuir el monto de los recibos de agua y la factura por aguas residuales.
- Diversificar los suministros de agua y proporcionar una fuente alternativa de agua para riego, reservando el agua potable para necesidades prioritarias.
- Reducción de la competencia entre las actividades urbanas-industriales con la agricultura por el uso del recurso hídrico.
- Conservación de los cuerpos de agua dulce por la disminución en el uso de esta.
- Prevención de la contaminación de las aguas superficiales.

3. MATERIALES Y METODOLOGÍA

3.1 MUESTREOS

Las muestras se tomaron de la cámara ubicada en el estacionamiento del Comedor Universitario, la misma consistió en la inmersión del Cono de Imhoff en la cámara y una vez que este recipiente se llenó, se extrajo y se analizó insitu distintos parámetros fisicoquímicos que se describen en el próximo apartado.

Cabe destacar que en esa cámara solamente se vuelcan las aguas grises generadas en la cocina del Comedor Universitario por lo tanto no tienen ningún tipo de conexión con la cámara donde se vuelcan las aguas negras de las instalaciones sanitarias del mismo.

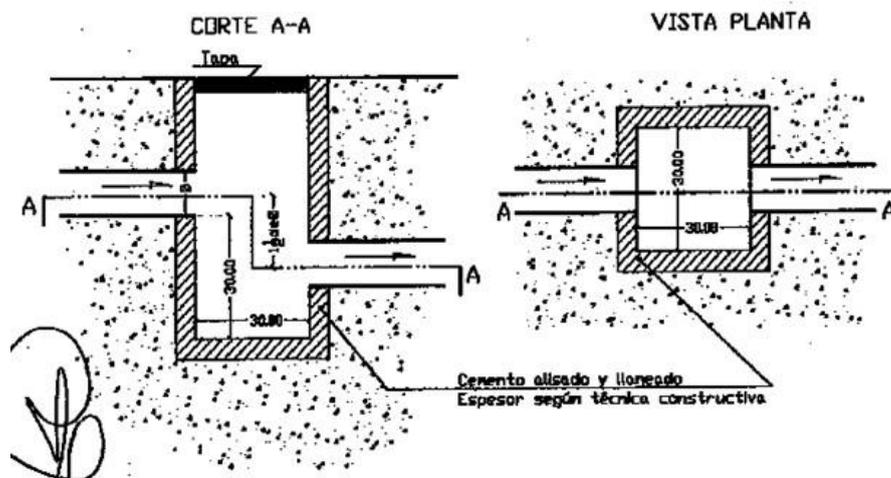


Figura 3.1.: Cámara desalminadora. Fuente: Convenio AYSAM-UNCuyo.

La toma de muestras se planificó para el mes de diciembre del año 2019 ya que el Comedor Universitario cierra sus puertas la primera semana de diciembre y reanuda sus actividades a finales de febrero del próximo año. Por lo tanto, también se planificó la segunda toma de muestras para el mes de marzo del 2020.

El muestreo previsto para el mes de diciembre del 2019 se llevó a cabo en dos días el 05/12/2019 y el 06/12/2019 en cada uno de ellos se extrajeron tres muestras de la cámara desalminadora donde se vuelcan las aguas grises. La extracción en cada día se realizó en tres horarios diferentes para estudiar la variación de los parámetros en función de las

actividades que se llevan a cabo en la cocina del Comedor Universitario. Además, el día 05/12/2019 se extrajeron dos muestras de agua de red en dos zonas diferentes de la cocina del Comedor Universitario. Una de ellas se extrajo de la zona de lavado y la otra se extrajo de la zona de preelaboración.



Figura 3.2.: Toma de muestras del agua de red de la cocina del Comedor Universitario. Fuente: propia.

En el caso de las muestras que estaban previstas para el mes de marzo de 2020, no se pudieron extraer debido a la pandemia generada por COVID - 19 y por el DNU del Poder Ejecutivo Nacional N°260/2020 “Emergencia Sanitaria. Coronavirus (COVID-19)” que impuso el aislamiento social obligatorio. En este contexto la Universidad Nacional de Cuyo adoptó una serie de medidas donde se impulsaron las clases virtuales, el teletrabajo y el cierre de todas las unidades académicas dependientes de la Universidad, entre ellas el Comedor Universitario.

Por lo tanto, se realizó una comparación de resultados exhaustiva con respecto al trabajo realizado por otros autores en estudios de casos similares al de la presente tesis, con el fin de complementar los resultados obtenidos.



3.2 EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS

Después de extraer las muestras se registraron los valores de pH, conductividad eléctrica, temperatura y sólidos sedimentables, con el fin de evaluar la variación de cada uno de ellos. Este procedimiento es indispensable ya que, a partir de los resultados de los mismos, no solo se proponen los tratamientos adecuados, sino que también se utilizan para verificar si las aguas grises se encuentran dentro de la normativa de vuelco permitido.



Figura 3.3.: Análisis in situ de los parámetros fisicoquímicos. Fuente: propia.

3.2.1. pH

Para determinar el pH se empleó el método de las tiras pH que consiste, específicamente, en papel de tornasol, que se introdujo en la muestra líquida inmediatamente luego de ser extraída de la cámara desalminadora. Se esperó unos minutos a que la tira de pH cambie de color y se lo comparó con una serie de colores que corresponden a distintos valores de este parámetro y finalmente se registró el valor del pH de esa muestra.



Figura 3.4: Tiras de pH. Fuente: Página Web Khan Academy (www.khanacademy.org).

3.2.2. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

Para determinar la Conductividad Eléctrica se utilizó un conductímetro portátil modelo ADWA AD203, el mismo se sumergió en las muestras líquidas contenida en el cono de Imhoff extraídas de la cámara del Comedor Universitario y se registró el valor de la conductividad eléctrica para cada muestra.



Figura 3.5.: Conductímetro ADWA AD203. Fuente: propia.

3.2.3. TEMPERATURA

La temperatura es otro de los parámetros que se evaluó en la toma de muestras de la cámara desalminadora del Comedor Universitario. El proceso es similar al de la Conductividad Eléctrica ya que el conductímetro portátil modelo ADWA AD203, registra de manera simultánea temperatura y conductividad eléctrica.



3.2.4 SÓLIDOS SEDIMENTABLES

Para la determinación de los sólidos sedimentables se introdujo el cono Imhoff en la cámara donde se vuelcan las aguas grises, una vez que el cono estaba lleno de una cantidad suficiente de agua residual se lo extrajo y se esperó a que los sólidos sedimentables decanten. Se registraron los valores a los dos minutos y a las dos horas, si bien se determinan ambos valores, para la toma de decisiones y la propuesta de tratamiento se tiene en cuenta los resultados obtenidos a las 2 horas.



Figura 3.6.: Cono de Imhoff. Fuente: propia.

3.2.5. CAUDAL

Para estimar el caudal de agua residual de un determinado comercio, industria, municipio u otros, en este caso del Comedor Universitario de la Universidad Nacional de Cuyo fue necesario, a falta de datos fiables, establecer una metodología, la cual se expondrá a continuación. Para esto se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica con el fin de aplicar metodologías empleadas en casos de estudios similares al de la presente tesis, tal como, la que aplica el autor Despaigne Pérez (2016) en su tesina de grado y el autor Espinoza (2010) en su tesis de maestría.

En primer lugar, fue necesario fijar los límites del área de interés con la finalidad de establecer la población asentada en dicha zona. En este caso en particular, esta tarea



resultó sencilla ya que se tiene en cuenta la cantidad de comensales que visitan el Comedor Universitario por año.

Posteriormente, resulta importante determinar la vida útil de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, por lo general se considera un período de tiempo entre 20 y 30 años. Luego se estimó la población para el año que se quiere proyectar que significa el fin del período de vida útil de la planta de tratamiento de las aguas grises generadas en la cocina del Comedor Universitario. Para realizar la estimación de la población se cuenta con diferentes métodos en este caso se eligió realizarlo mediante el método geométrico (Eq. 1), dicha elección se basó en la cantidad de habitantes/comensales ya que según el tamaño de la población será el método correcto para aplicar.

De esta manera, se obtiene la población anual de comensales que asisten al Comedor Universitario. Por lo tanto, debe dividir este valor por los meses del año y por la cantidad de días al mes que el Comedor Universitario funciona y de esta manera se obtiene la cantidad de comensales que asisten al establecimiento por día.

$$P_f = P_{uc}(1 + r)^{T_f - T_{uc}}$$

[Eq. 1]

Donde:

P_f : población (Hab) correspondiente al año para el que se quiere proyectar la población

P_{uc} : población (Hab) correspondiente al último año censado con información

T_f : año al cual se quiere proyectar la información

T_{uc} : año correspondiente al último año censado con información

r : es la tasa de crecimiento anual en forma decimal (Eq. 2)

$$r = \left(\frac{P_{uc}}{P_{ci}}\right)^{\frac{1}{(T_{uc} - T_{ci})}} - 1$$

[Eq. 2]

Donde:

P_{ci} : población (Hab) correspondiente al censo inicial con información



T_{ci} : año correspondiente al censo inicial con información

El resto de las variables son iguales a las anteriormente explicadas en la fórmula del método geométrico.

El próximo paso consiste en estimar el consumo de la población proyectada, la misma se determinó teniendo en cuenta la dotación de consumo diario por persona establecida en un estudio realizado por Gómez et al. 2009 sobre el consumo de agua diario en una vivienda en distintas actividades domésticas.

Teniendo estos datos se reemplazan en la fórmula para el cálculo del caudal medio (Eq. 3) expresado en m^3/d

$$Q_m = C \times P \times R$$

[Eq. 3]

Donde:

C: estimación de consumo medio diario por habitante ($m^3/Hab \cdot día$)

P: población servida (habitantes)

R: coeficiente de retorno, ya que no hay datos de campo se asume como (0,8)

Una vez calculado el caudal medio se determinaron también el caudal mínimo (Eq. 4) y el caudal máximo (Eq. 5) ya que es fundamental determinar el valor de cada una de las ecuaciones planteadas para el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales.

$$Q_{min} = K_2 \times Q_m$$

[Eq. 4]

Donde:

Q_m : caudal medio en m^3/d

K_2 : 0,3 coeficiente de variación mínimo diario

$$Q_{m\acute{a}x} = K_1 \times Q_m$$

[Eq.5]

Donde:

Q_m : Caudal medio en m^3/d

K_1 : 1,12 coeficiente de variación máximo diario

Además, se debe calcular el caudal medio horario (Eq. 6) que se obtiene de la división del caudal máximo diario y la cantidad total de horas en las cuales se realizan las operaciones que utilizan el agua.

$$Q_h = \frac{Q_{m\acute{a}x}}{h}$$

[Eq. 6]

Donde:

$Q_{m\acute{a}x}$: Caudal máximo diario

h : Cantidad total de horas en las cuales se generan aguas grises

3.2.6. INVENTARIO DE PRODUCTOS

Con el fin de realizar un análisis químico más exhaustivo de las aguas grises del Comedor Universitario, se relevaron los productos destinados a tareas de limpieza y mantenimiento del Comedor Universitario. Para esto se visitó las instalaciones del Comedor Universitario y al encargado del depósito del establecimiento ya que él mismo nos facilitó los distintos productos que se emplean y nos brindó información acerca de la utilidad de los artículos y de la frecuencia con la cual se aplican. Por lo tanto, se tomó fotografías de las etiquetas y fichas técnicas de cada uno de los artículos.

Luego de reunir la información necesaria se confeccionó un inventario donde se determinan aspectos para cada artículo, tales como: marca del producto, la frecuencia de uso, es decir, la cantidad de veces que se aplica el producto en las instalaciones, por ejemplo, semanalmente, una vez al mes, entre otros. Otro de los aspectos es la utilidad que hace referencia al motivo de aplicación en la cocina del Comedor Universitario. Por otro lado, se detallan los productos químicos que forman parte del artículo y finalmente se indican las consecuencias que ocasiona la aplicación del producto en la conductividad eléctrica y en el pH, es decir, si estos parámetros aumentan o disminuyen.



Figura 3.8.: Etiquetas de los distintos productos utilizados en la cocina del Comedor Universitario. Fuente: propia.

3.2.7. PARCELAS DE REÚSO

Para el reúso de las aguas grises del Comedor Universitario es importante evaluar el terreno que será el receptor de estas para evitar efectos negativos en el ambiente circundante y a la comunidad educativa.

Para la evaluación de las mismas se visitó el predio que se encuentra en las inmediaciones del Comedor Universitario, específicamente al Norte del establecimiento, lugar que funciona como estacionamiento.



Figura 3.9.: Potenciales parcelas de reúso. Fuente: propia.

3.2.7.1. MEDICIÓN DE LAS LECTURAS DE NIVELES TOPOGRÁFICOS

Mediante la implementación del nivel óptico se determinó las lecturas de niveles topográficos de los espacios aledaños al Comedor Universitario para determinar en gabinete su altimetría, evaluando así, si es necesaria la implementación de una bomba para el riego o si simplemente se puede efectuar la irrigación mediante el uso de la pendiente natural. Por lo tanto, se tomó un punto de referencia, se utilizó el equipo topográfico para medir distancias y determinar las cotas. Con dicha información se confeccionó un plano la información recolectada.



Figura 3.10.: Medición de las lecturas de niveles topográficos. Fuente: propia.

3.2.7.2. ESPECIES VEGETALES

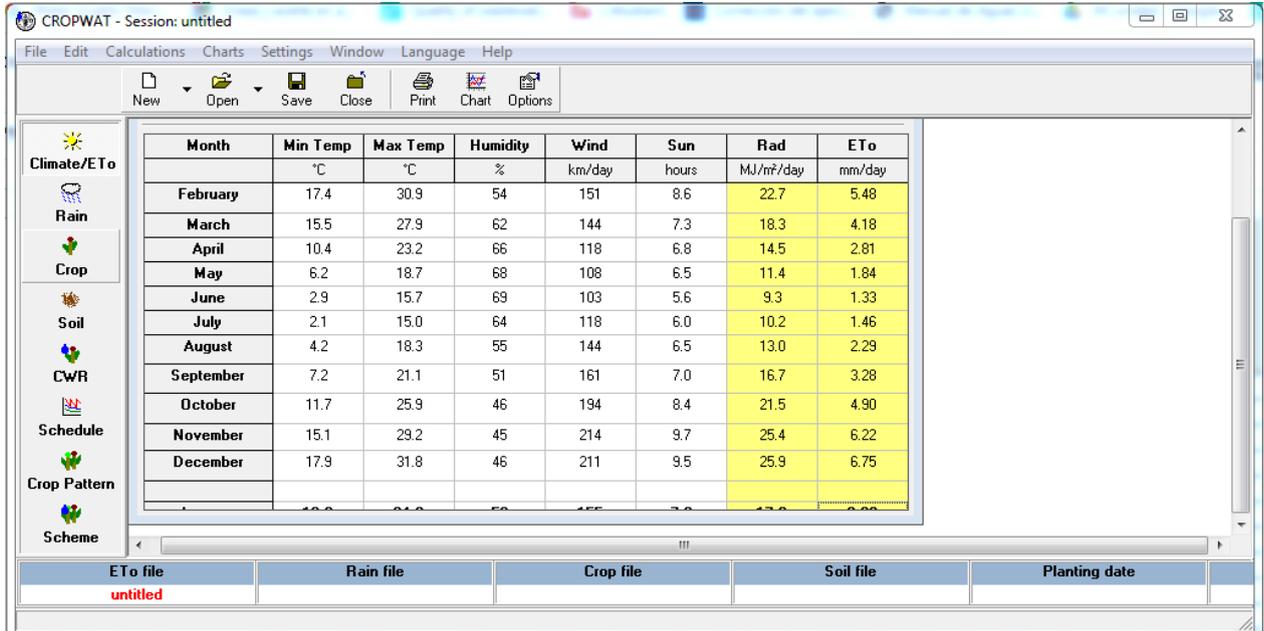
La determinación de las especies vegetales se realizó mediante observación directa de las inmediaciones aledañas al Comedor Universitario. Luego de este relevamiento se realizaron fichas para cada una de las especies, detallando tipo de cultivo, origen, características morfológicas y requerimientos hídricos.

3.2.7.3. CÁLCULO DEL BALANCE HÍDRICO Y LA SUPERFICIE TOTAL A REGAR

El balance hídrico se realizó con la finalidad de determinar la superficie necesaria para riego mediante el uso de aguas grises tratadas generadas en el Comedor Universitario de la Universidad Nacional de Cuyo.

Como primer paso se consultaron los datos climáticos que se encuentran en la página web del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) correspondiente al período 81/2010 de la estación meteorológica Aeropuerto Mendoza, una vez extraídos los parámetros tales como humedad, velocidad del viento, insolación, radiación, precipitación media mensual, se calculó la evapotranspiración de referencia (E_{to}) empleando el método Penman y Monteith mediante el programa Cropwat 8.0. Para la determinación del Coeficiente de Cultivo (K_c), se utilizó la herramienta informática Programación Básica de Riego "BIS" (Snyder et al., 2014).

En el caso de las precipitaciones efectivas, se consideran valores igual a cero ya que se plantea el peor de los escenarios, donde nada infiltra.



Month	Min Temp °C	Max Temp °C	Humidity %	Wind km/day	Sun hours	Rad MJ/m ² /day	ETo mm/day
February	17.4	30.9	54	151	8.6	22.7	5.48
March	15.5	27.9	62	144	7.3	18.3	4.18
April	10.4	23.2	66	118	6.8	14.5	2.81
May	6.2	18.7	68	108	6.5	11.4	1.84
June	2.9	15.7	69	103	5.6	9.3	1.33
July	2.1	15.0	64	118	6.0	10.2	1.46
August	4.2	18.3	55	144	6.5	13.0	2.29
September	7.2	21.1	51	161	7.0	16.7	3.28
October	11.7	25.9	46	194	8.4	21.5	4.90
November	15.1	29.2	45	214	9.7	25.4	6.22
December	17.9	31.8	46	211	9.5	25.9	6.75

Figura 3.11.: Vista parcial de ventana de operación de Cropwat 8.0.

Luego de utilizar el programa Cropwat 8.0 se procede a calcular:

-Evapotranspiración del cultivo, (Etc) (mm/día) = Kc*Eto

Para poder expresarlo en m³ /ha*día, se utilizó el factor de conversión que se observa en la Tabla 3.1 que al multiplicarlo por la cantidad de días que contiene cada mes, obtenemos Etc (m³ /ha*mes).

Tabla 3.1.: Factor de conversión para expresar evapotranspiración (Allen et al., 2006).

	Altura de agua	volumen por unidad de área	
	mm día ⁻¹	m ³ ha ⁻¹ día ⁻¹	l s ⁻¹ ha ⁻¹
1 mm día ⁻¹	1	10	0,116
1 m ³ ha ⁻¹ día ⁻¹	0,1	1	0,012
1 l s ⁻¹ ha ⁻¹	8,640	86,40	1
1 MJ m ⁻² día ⁻¹	0,408	4,082	0,047

- Oferta mensual de agua gris tratada (m^3/d): se calcula mediante el producto del caudal máximo horario, las horas diarias de trabajo y los días del mes que se trabaja en la cocina del Comedor Universitario.
- Requerimiento de Lixiviación (RL, adimensional): es la relación de la conductividad eléctrica del agua de riego (CEr), y la conductividad de agua de drenaje (Ced), en este caso utilizamos la salinidad máxima que toleran la especie *Cynodon dactylon* y *Eucalyptus viminalis*.
- Necesidad de riego neta (m^3/ha): $Etc-Ppe / [(1 - RL) * Eficiencia de riego]$
- Superficie requerida (m^2): $(Oferta\ mensual\ de\ aguas\ grises / Requerimiento\ de\ riego) * 10000$.

4. RESULTADOS

4.1 EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS

En esta sección se exponen los resultados y se realiza el análisis de la composición química de las aguas grises generadas en la cocina del Comedor Universitario. A través de las muestras obtenidas en las salidas a campo, se obtuvieron datos tales como pH, temperatura (T), sólidos sedimentables (SS) y conductividad eléctrica (CE). Además, se realizó una estimación del caudal determinado mediante la metodología descrita en el apartado 3.2.5.

4.1.1 ANÁLISIS DE PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS DEL AGUA DE RED

Como se observa en la tabla 4.1 los valores de los parámetros temperatura, conductividad eléctrica, sólidos sedimentables y pH de las muestras tomadas en el agua de red presentan valores que se encuentran dentro de los rangos autorizados por la legislación.

Tabla 4.1.: Resultados obtenidos para el muestreo del agua de red.

Muestra	Zona	Parámetros			
		pH	Sólidos Sedimentables ml/l	Temperatura °C	Conductividad Eléctrica dS/m
M1	Zona de preelaboración	6	0	24	1
M2	Zona de lavado	6	0	28	1



Figura 4.1.: Análisis del agua de red de la cocina del Comedor Universitario. Fuente: propia.

4.1.2 ANÁLISIS DE PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS DE LAS AGUAS GRISES DE LA CÁMARA DESALMINADORA

La tabla 4.2 presenta los resultados obtenidos en el proceso de extracción de muestras de la cámara desalminadora. A continuación, se realizará un análisis de cada uno de los parámetros medidos.

Tabla 4.2.: Resultados obtenidos de pH, SS, T y CE en el proceso de muestreo.

Fecha	Muestra	Hora	Parámetros				
			pH	Sólidos sedimentables ml/l		Temperatura °C	Conductividad Eléctrica dS/m
				2'	120'		
05/12/2019	M1	12:00	6	0,0	0,0	25	1,24
	M2	14:00	6	0,8	0,8	28	3,33
	M3	16:00	6	0,0	0,0	34	1,34
06/12/2019	M4	11:20	6	3,0	65,0	28	1,39
	M5	14:15	6	0,2	2,2	31	1,22
	M6	16:05	7	0,1	0,1	33	1,82

4.1.2.1. pH

El pH de las muestras extraídas de la cámara desalminadora donde se vuelcan las aguas grises de la cocina del Comedor Universitario, no manifestó una gran variación en las distintas muestras ya que en la mayoría presentó un valor de 6, esto demuestra que el pH es ligeramente ácido.

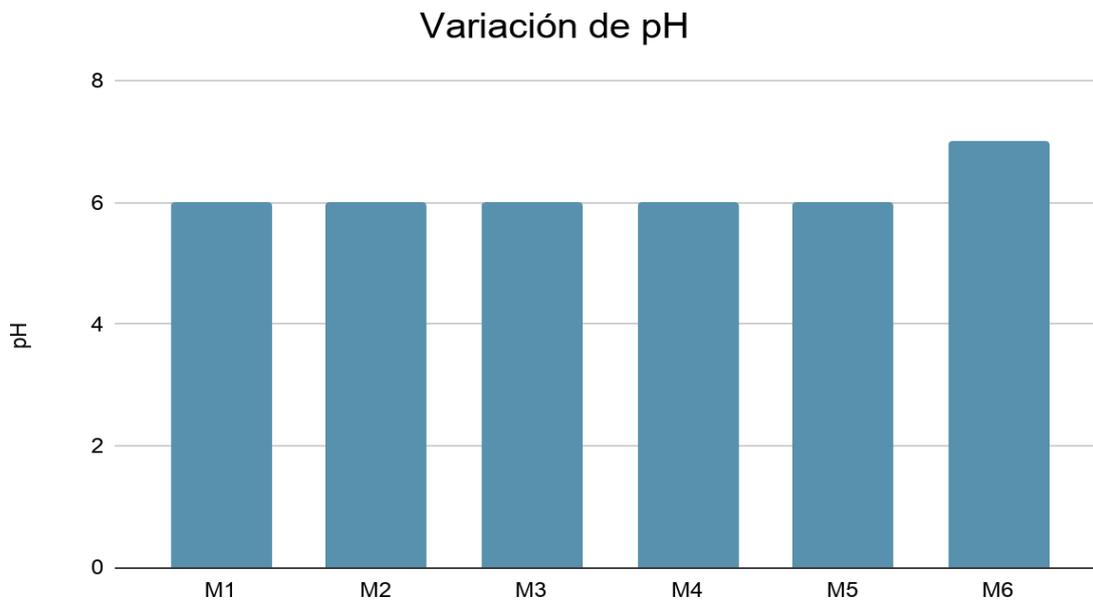


Gráfico 4.1: Variación del pH en las muestras.

Según el convenio entre la UNCuyo y AYSAM se establece que el valor máximo permisible debe encontrarse entre 5,5 - 9 por lo tanto el valor del pH se encuentra dentro de la normativa de vuelco.

4.1.2.2. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

En cuanto a la conductividad eléctrica se puede observar que la misma varía en el rango de 1,22 dS/m - 3,33 dS/m, presentando el valor más alto el primer día de muestreo a las 14:00h.

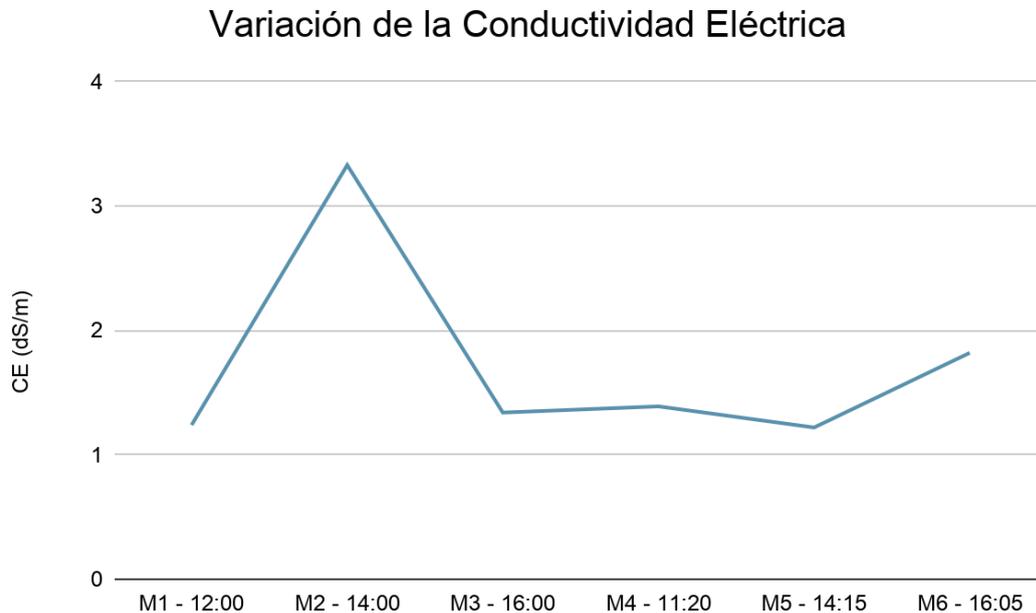


Gráfico 4.2.: Variación de la Conductividad Eléctrica (dS/m).

La conductividad eléctrica máxima permitida según el convenio AYSAM-UNCuyo es de 3000 micromos/cm lo que equivale a 3 dS/m, por lo tanto, si se observan los resultados se puede determinar que en la mayoría de las muestras obtenidas cumplen con la normativa excepto la segunda muestra extraída el día 05/12/2019 que excede dicho límite ya que presentó un valor de 3,33 dS/m.

4.1.2.3. TEMPERATURA

La siguiente figura muestra la variación de la temperatura en función de las horas en las cuales se extrajeron las muestras de la cámara desalminadora. Como se puede observar la temperatura no presenta una gran variación y se mantiene en el rango de 25 °C a 34°C.

Variación de la temperatura

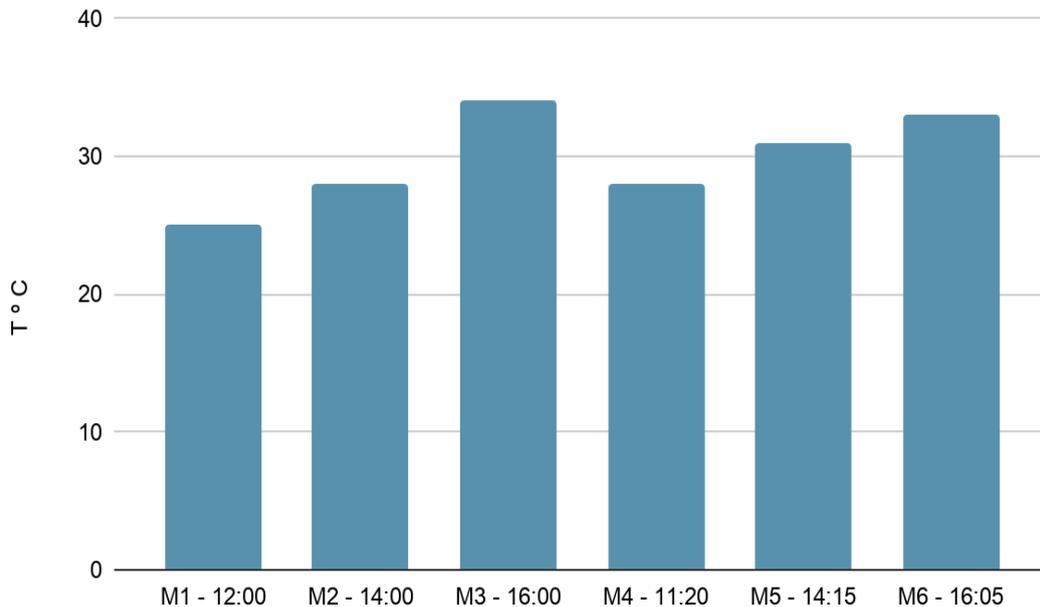


Gráfico 4.3.: Variación de la temperatura en función del horario de extracción de las muestras.

Las temperaturas más altas registradas son las que corresponden al horario de las 16:00h en ambos días, esto se podría deber a que en ese horario se realiza el lavado de vajilla y la limpieza en general de la cocina que implica la utilización de agua caliente.

Teniendo en cuenta el convenio AYSAM-UNCuyo la temperatura máxima permitida es de 45°C por lo tanto este parámetro se encuentra dentro de lo que establece la normativa de vuelco.

4.1.2.4. SÓLIDOS SEDIMENTABLES

El gráfico 4.4 muestra la variación de los sólidos sedimentables como se puede observar, este parámetro fluctúa de manera diferente entre el día 05/12/2019 y el 06/12/2019. El primer día la variación de los sólidos sedimentables fue baja, se encontró entre 0 ml/l y 0,8 ml/l, basándonos en el convenio AYSAM-UNCuyo el valor máximo permisible es de 0,5 ml/l por lo cual no cumple con la normativa de vuelco. En cuanto al día 06/12/2019 se observa una fluctuación más amplia y los resultados obtenidos se encontraron entre 65 ml/l y 0,1 ml/l.



Variación de Sólidos Sedimentables

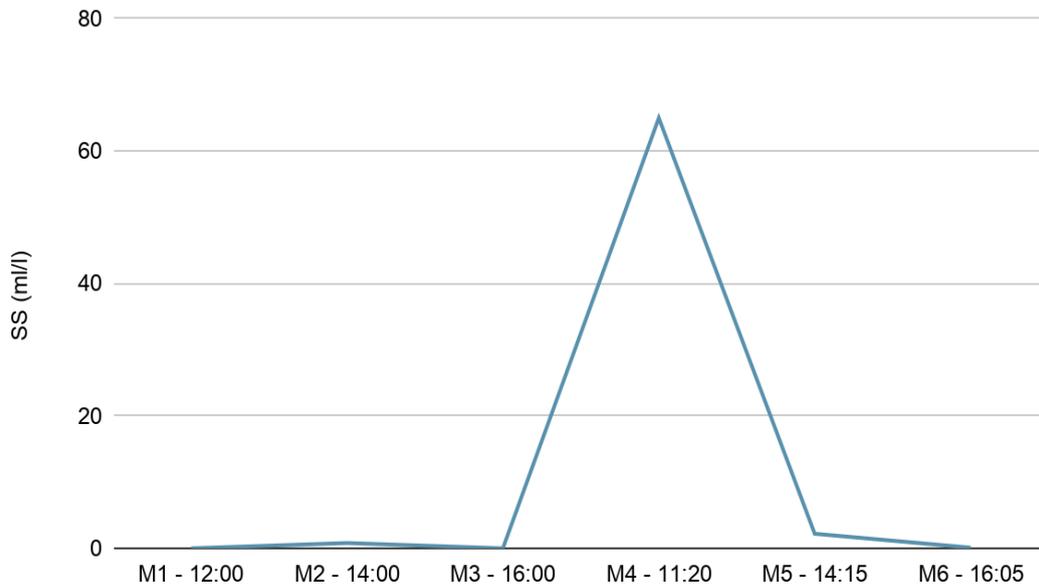


Gráfico 4.4.: Variación de Sólidos Sedimentables (ml/l) en función de los horarios de extracción.

Esta fluctuación podría estar relacionada con el menú de cada día, en el caso del primer día el plato servido fueron raviolos con salsa roja y el menú del segundo día fue tortilla de papa y ensalada. El alto valor de sólidos sedimentables alcanzado en el muestreo efectuado el día 06/12/2019 podría deberse a que el almidón de papa trabaja como floculante aglutinando las sustancias coloidales presentes en las aguas grises facilitando de esta forma la decantación de los sólidos en suspensión.

4.1.2.5. ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS DETERMINADOS

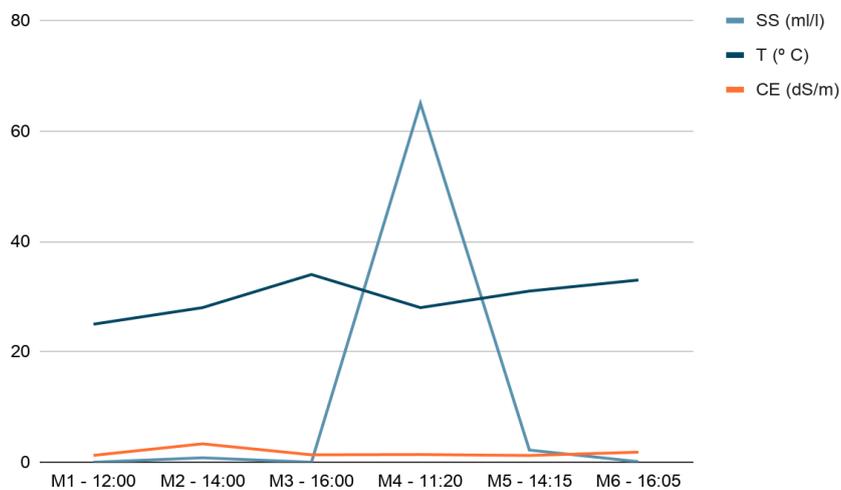


Gráfico 4.5.: Análisis de los SS, T y CE.



Se realizó un análisis en conjunto de los resultados obtenidos en el proceso de muestreo. Como se observa en el gráfico 4.5 los tres parámetros medidos tales como conductividad eléctrica (CE), temperatura (T) y sólidos sedimentables (SS) exponen un comportamiento particular. Si tomamos dos puntos diferentes como puntos de referencia, tales como la muestra 3 (M3) y la muestra 6 (M6) que se encuentran en el eje de abscisas podemos analizar el comportamiento de los distintos parámetros en los puntos de referencia y detectar si hay algún tipo de relación en la variación de estos. Por lo tanto, en la muestra 3 (M3) se puede observar que la CE alcanza un valor de 1,34 dS/m siendo este valor relativamente bajo, en ese mismo punto la temperatura llega a su máximo siendo esta de 34 °C y los sólidos sedimentables para dicho punto son nulos, es decir su valor fue de 0 ml/l. En el caso de la muestra 6 (M6) la CE presentó un valor más alto que en la muestra 3 (M3) siendo 1,82 dS/m, la temperatura tuvo un valor de 32,8°C siendo menor que en el caso de la muestra 3 (M3), por lo tanto, se puede observar como la CE disminuye de la muestra 3 a la muestra 6 y como la temperatura aumenta en ese mismo lapso. En el caso de los sólidos sedimentables, para el mismo punto de referencia alcanzaron un valor de 0,1 ml/l siendo prácticamente nulo similar al valor del otro punto analizado. Por lo tanto, se puede ver cómo en ese mismo punto la temperatura presentó un valor más bajo, pero no el mínimo y la conductividad eléctrica aumentó en ambos puntos. Observamos entonces que los parámetros analizados no presentan una interrelación en cuanto a la variación de los mismos.

4.1.2.6. CAUDAL

Para el cálculo del caudal medio se utilizó la ecuación 3 expresada en el capítulo de materiales y metodología. Como se mencionó anteriormente para el cálculo del caudal medio hay que determinar la dotación, es decir, el consumo diario por habitante y se debe estimar la población para el año 2044 ya que este sería el fin del período de vida útil de la planta de tratamiento de las aguas grises, si la misma se proyecta a 25 años.

Por lo tanto, para la estimación de la población se aplicó el método geométrico (Eq. 1), en primer lugar, se calculó el valor de "r" (Eq. 2). Los valores se extrajeron de la siguiente tabla donde exponen la cantidad de comensales por año desde el 2013 al 2019.

Tabla 4.3.: Cantidad de comensales por año del Comedor Universitario de la UNCuyo. Fuente: Secretaría de Bienestar UNCuyo.

Año	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Total de comensales anuales	245 299	274 509	278 990	279 118	298 491	270 071	263 765

Por lo tanto, si se reemplaza en la ecuación 2 se tiene,

$$r = 0,012$$

Una vez calculado el valor de “r” se reemplaza la ecuación 1 y luego se divide por los meses del año y los días al mes que se opera se obtiene,

$$P_f = 1480$$

Para el caso de la dotación se utilizó el valor publicado en el estudio Tipologías de vivienda y consumo de agua en la Región Metropolitana de Barcelona (2009) en cual se establece que la dotación es de 0,005 m³/día.

Reemplazando los valores en la ecuación 3 de caudal medio se tiene,

$$Q_m = 5,92 \frac{m_3}{d}$$

Finalmente, se calcularon los caudales mínimo y máximo mediante las ecuaciones 4 y 5 respectivamente,

$$Q_{min} = 1,77 \frac{m_3}{d}$$

$$Q_{máx} = 6,6 \frac{m_3}{d}$$

Finalmente se reemplaza la ecuación 6 y se tiene,

$$Q_h = 1,11 \frac{m_3}{h}$$

4.1.2.7. INVENTARIO DE PRODUCTOS

Se confeccionó un inventario de los productos que se utilizan en las tareas diarias del Comedor Universitario, el mismo se realizó mediante la metodología anteriormente descrita.

Tabla 4.4.: Inventario de productos utilizados en el Comedor Universitario de la Universidad Nacional de Cuyo. Fuente: propia.

Producto	Marca	Frecuencia	Utilidad	Composición	Efectos
Detergente industrial	Biodet Ultra	A diario	Lavado de bachas y vajillas	Lauril sulfato férrico, sal orgánica de azufre, otros.	Aumenta pH y CE
Limpiador desincrustante desinfectante	CLEANCOR Profesional	Una vez por semana	Remoción de manchas de óxido, sarro e incrustaciones en losas, piletas, etc.	Ácido clorhídrico	Disminuye pH
Desinfectante para superficies grasas pesadas y/o carbonizadas	Diversey Suma PlaQ	Una vez por semana	Limpieza de hornos, campanas, etc.	Hidróxido de sodio, glicoles y tensioactivos no iónicos	Aumenta pH
Desinfectante de agua para lavado de frutas y verduras	Diversey Suma	A diario	Limpieza de verduras y frutas	Hidróxido de sodio, Hipoclorito de sodio y agua	Aumenta pH y CE
Shampoo sanitizante	Soft Care Bac	A diario	Lavado de manos del personal manipulador de alimentos	Agua, sodio, sulfatos, etanol, glicerina, etc.	Aumenta pH
Líquido para el lavado mecánico de vajillas	AMON (grande)	A diario	Lavado de máquina lavavajillas comerciales	Hidróxido de potasio, hipoclorito de sodio	Aumenta pH y CE
Aditivo para enjuague y secado de vajilla	AMON (pequeño)	A diario	Dar brillo a la máquina automática	Tensioactivos no iónicos, secuestrantes y coadyuvantes	Disminuye pH
Destapa cañerías	SEIQ Cáustico	2 veces por semana	Elimina la materia orgánica de las cañerías, desagües y cloacas	Hidróxido de sodio	Aumenta pH y CE

Desinfectante integral	Desinfectante integral composición tensioactivos	A diario	Limpieza de instalaciones de la cocina y pisos	Sal cuaternaria de amonio, fenilfenol 2%	Aumenta CE
Jabón común	Magnífico	A diario	Limpieza de manos del personal	Hidróxido de sodio, agua, glicina, etc.	Aumenta pH
Desincrustante de compuestos orgánicos	Caustic CLEANER FT	Día por medio	limpieza de heladeras y freezers	Hidróxido de sodio	Aumenta pH y CE

Como se puede ver en la tabla 4.4 la mayoría de los productos relevados ocasionan efectos de aumento de pH y Conductividad Eléctrica. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en los parámetros que se analizaron el pH fue ligeramente ácido y presentó en todas las muestras el mismo valor que fue 6, por lo tanto, se puede deducir que si bien los productos contienen sustancias químicas que aumentan el pH, estas sustancias al entrar en contacto con el agua se disuelven y pierden su potencial para elevar el pH.

4.2 PARCELAS DE REÚSO

4.2.1 MEDICIÓN DE LAS LECTURAS DE NIVELES TOPOGRÁFICOS

Las lecturas topográficas se midieron conforme a la metodología anteriormente explicada. Con las cotas obtenidas se realizó un mapa a modo de presentar la información adquirida. Se utilizó la herramienta informática para los sistemas de información geográfica QGIS, cabe destacar que la capa utilizada no se encuentra actualizada por lo tanto se utilizó una versión anterior disponible.



Figura 4.2.: Medición de lecturas de niveles topográficas. Fuente: propia.

Se realizó un mapa a través de la herramienta informática QGIS, para esto se tuvo en cuenta las áreas donde se midieron las alturas y mediante la construcción de polígonos se calculó la superficie disponible total a regar. Como se puede observar en la figura 4.3, se construyó tres polígonos de 89,93 m², 330,30 m² y 415,29 m² cada uno. Por lo tanto, la superficie disponible a regar total es de 835,52 m² Además, es importante resaltar que los espacios aledaños al Comedor Universitario tienen una superficie total de 1 ha aproximadamente.



Figura 4.3.: Superficie disponible total a regar. Fuente: propia.

4.2.2 ESPECIES VEGETALES

Cabe destacar que las áreas que podrían funcionar como parcelas de reúso se caracterizan por una baja densidad de especies vegetales, en general se trata de calles de tierra y canteros aledaños al Comedor Universitario.

A continuación, se pueden observar las fichas técnicas de cada una de las especies relevadas disponibles en la página web del Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de Plagas de la República Argentina.



<i>Eucalyptus viminalis</i>	
Tipo de cultivo	Forestal
Origen	Sur de Australia
Características Morfológicas	<p>Esta especie se caracteriza por su porte ya que puede alcanzar alturas de hasta 35 m. Su corteza es oscura y rugosa en ejemplares de poco desarrollo. Pero en individuos desarrollados la misma es blanquecina y lisa. Tiende a acumularse al pie del tronco, siendo este desprendimiento notorio en la parte superior, observándose tiras que cuelgan de las ramas. Sus hojas juveniles son sésiles y ovaladas. Las hojas adultas presentan color verde oscuro y son reconocidas por el fuerte olor a eucalipto. La flor es pequeña y de color blanco. La madera es de color amarillo pálido a rosado, moderadamente dura y de difícil estacionamiento.</p>
Requerimientos	<p>Esta especie es característica de climas templados- fríos donde presenta rapidez en su crecimiento. Generalmente su desarrollo es óptimo con precipitaciones superiores a los 600 mm anuales, siendo mejor su comportamiento cuando las mismas superan los 1.000 mm anuales, en regiones con veranos cálidos poco prolongados e inviernos fríos y húmedos. Se caracteriza por su gran resistencia al frío (hasta -15 ° C sobre todo en etapa adulta), siempre que haya suficiente humedad. Presenta cierta resistencia a la sequía (200 mm de déficit hídrico) en regiones con temperaturas estivales no muy elevadas (temperatura media de enero no superior a 23,5 ° C). Es una especie muy poco plástica en cuanto a suelo, desarrollándose bien en suelos fértiles, sueltos, profundos y bien drenados. Los mejores crecimientos se observan en el centro de la provincia de Buenos Aires (35-40 m³/ha/año), ya que reúne las características óptimas para la especie; dichos crecimientos disminuyen hacia el oeste donde los suelos son menos fértiles y aumenta el déficit hídrico, y hacia el este donde aparecen suelos más pesados y con drenaje lento o algo impedido.</p>

<i>Cynodon dactylon</i>	
Tipo de cultivo	Forrajero
Origen	Es una especie cosmopolita, muy frecuente en Argentina. Generalmente se encuentra en parques, jardines, banquetas de caminos y vías férreas.
Características Morfológicas	Esta especie es perenne, rastrera y se reproduce mediante estolones. Su tallo aéreo es erguido y puede alcanzar hasta 40 cm de altura aproximadamente. Las inflorescencias están formadas por 2 a 8 racimos digitados, unilaterales y cuyo raquis principal, puede medir hasta 6 cm de largo. Las láminas foliares, de hasta 15 cm de largo, pueden ser planas o con duplicadas.
Requerimientos	Es una especie cosmopolita que se desarrolla en ambientes muy diversos, puede establecerse en sitios que han sido alterados por la actividad humana como por ejemplo bordes de caminos, campos de cultivos abandonados y zonas urbanizadas. Crece desde el nivel del mar hasta los 2100 m con alturas mayores a 17,5°C y precipitaciones de 600 a 2800 mm/año.

4.2.3 BALANCE HÍDRICO Y SUPERFICIE TOTAL A REGAR

La superficie requerida en función del caudal presentó un valor promedio de 199,6 m² y presentó como superficie máxima un valor de 806 m² correspondiente al mes de junio y un valor mínimo de 0 m² correspondiente al mes de enero. Esto se debe a que en el primer mes del año el Comedor Universitario permanece cerrado por lo que no se generan aguas grises. Si se cuenta con una superficie total a regar de 835,52 m² se demuestra la superficie disponible a regar es mayor a la superficie requerida en función de caudal máximo horaria.

A continuación, se presenta la tabla del balance hídrico realizado.

Balance hídrico para reúso en espacios verdes - considerando césped

Estación Meteorológica- Mendoza Aeropuerto (1981-2010)

Eto : FAO - CROPWAT 8 - Penman Monteith

Mes	T Mínima °C	T Máxima °C	Humedad Relativa %	Viento km/día	Insolación horas	Radiación MJ/m ² /día	Eto mm/día	Kc	Etc mm/día	Pp Media Mensual mm	Pp Efectiva Mensual mm	Etc m ³ /ha/ mes	Oferta mensual de agua gris tratada m ³	Nec de riego neta (m ³ /ha)	Sup requerida m ²
Enero	18.7	32.3	50	199	9.4	25.4	6.58	0.95	6.3	50.5	0	1938	0.00	9690	0.0
Febrero	17.4	30.9	54	151	8.9	23.1	5.52	0.95	5.2	33.7	0	1468	106.56	7340	145.2
Marzo	15.5	27.9	62	144	7.8	18.9	4.24	0.9	3.8	34.9	0	1183	126.54	5915	213.9
Abril	10.4	23.2	66	118	7.4	15.1	2.85	0.9	2.6	16.5	0	770	113.22	3850	294.1
Mayo	6.2	18.7	68	108	6.1	10.9	1.80	0.85	1.5	10.5	0	474	139.86	2370	590.1
Junio	2.9	15.7	69	103	5.6	9.2	1.31	0.8	1.0	6.3	0	314	126.54	1570	806.0
Julio	2.1	15.0	64	118	6.2	10.3	1.44	0.8	1.2	8.0	0	357	79.92	1785	447.7
Agosto	4.2	18.3	55	144	7.6	14	2.33	0.8	1.9	8.0	0	578	133.20	2890	460.9
Septiembre	7.2	21.1	51	161	8.2	18.1	3.38	0.85	2.9	15.1	0	891	133.20	4455	299.0
Octubre	11.7	25.9	46	194	9.6	23.2	5.06	0.85	4.3	10.4	0	1290	139.86	6450	216.8
Noviembre	15.1	29.2	45	214	10.2	26.1	6.30	0.85	5.4	16.4	0	1660	139.86	8300	168.5
Diciembre	17.9	31.8	46	211	9.5	25.8	6.75	0.9	6.1	24.3	0	1823	33.30	9115	36.5
Promedio	10.8	24.2	56	155	8.04	18.3	3.96	0.85	3.4	19.6	0	1062.14	106.01	5311	199.6

Aclaraciones

CEd -	3 dS
CEr	2.25 dS
RL(requerimiento de lixiviación)	0.75
Efr(Eficiencia de riego)	0.8
Caudal máximo diario estimado en m ³ /d	6.6

Figura 4.4.: Cálculo del balance hídrico considerando césped



4.3 COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS

En un estudio realizado por Despaigne Pérez (2016) de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas en Santa Clara Cuba, se procedió a rehabilitar una planta de tratamiento de aguas residuales ubicada en las inmediaciones de esta. Para lograrlo, se llevó a cabo la caracterización de esas aguas residuales determinando ciertos parámetros tales como pH. El mismo se midió por el método electrométrico y arrojó como resultado un valor de 8,3, en cuanto a los sólidos sedimentables se midieron mediante la utilización del cono de Imhoff y presentaron un valor de 0 ml/l. Finalmente la conductividad eléctrica presentó valores elevados y se determinó a través de un conductímetro.

En un estudio realizado por Crombet Grillet (2013) de la Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, se realizó la caracterización de las aguas residuales de la comunidad “Antonio Maceo” que se encuentra en las inmediaciones de la misma. En la caracterización de las aguas residuales se evaluaron distintos parámetros entre ellos los sólidos sedimentables (SS) se midieron mediante el método volumétrico empleando un cono de Imhoff y el resultado se encontró en el rango de 2,0-4,5 ml/l. Además, se midió la temperatura mediante la utilización de un termómetro y la misma presentó valores del rango de 22°C a 28°C. En el caso del pH las aguas residuales de esta comunidad se encontraron en el rango de 6,8 - 7,7 y se midió mediante el método potenciométrico. También se determinó la conductividad eléctrica mediante la implementación de un conductímetro y los resultados obtenidos fueron altos.

Si comparamos los resultados, la Universidad Central Marta Abreu presenta un valor de pH de 8,3 siendo ligeramente mayor al resultado obtenido en el muestreo de las aguas grises del Comedor Universitario y el de la Universidad de Oriente ya que el valor de dicho parámetro se encuentra en el rango de 6,6 - 7,7. Las legislaciones que rigen en los tres casos de estudios analizados coinciden en el límite máximo permisible de pH siendo este igual a 9. En el caso puntual de la Universidad Central Marta Abreu su valor se encuentra muy cercano al máximo permisible, pero al igual que los otros casos de estudio cumple con la normativa de vuelco.

Los sólidos sedimentables en los tres casos comparados se midieron mediante el método volumétrico empleando el Cono de Imhoff, ambas universidades cubanas no presentaron problemas asociados a los mismos por lo que sus valores están dentro de lo que establece su normativa. En nuestro caso de estudio los sólidos sedimentables se presentan como una problemática a resolver ya que sus valores son variables,

dependientes del menú diario, siendo mayores al límite máximo permisible por lo que no cumplen con la normativa de vuelco. Particularmente, la Universidad Central Marta Abreu cuenta con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en funcionamiento desde hace varios años por lo que realizan controles periódicos, se aplican acciones correctivas y ésta sería la causa por la que presentan un valor nulo de sólidos sedimentables. Por otra parte, cabe destacar que la legislación cubana permite valores del parámetro en cuestión más elevados ya que el límite máximo permisible es igual a 10 ml/l en contraposición al convenio AYSAM - UNCuyo que presenta un valor máximo de 0,5 ml/l a los diez minutos de haber tomado la muestra.

En lo que respecta a la conductividad eléctrica, los tres casos de estudio emplearon un conductímetro para la determinación de este parámetro. Las universidades cubanas presentan valores más elevados ya que su legislación permite valores máximos de 4 dS/m siendo lo que establece la normativa. En comparación, las aguas grises del Comedor Universitario se encuentran en el rango de 1,22- 3,33 dS/m siendo el máximo permisible de 3 dS/m.

Finalmente, la temperatura no se percibe como una problemática para los casos de estudio comparados ya que se encuentra dentro de lo que permiten las respectivas normativas de vuelco.



5. PROPUESTA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS GRISES DEL COMEDOR UNIVERSITARIO

Teniendo en cuenta el proceso de muestreo realizado y las características del Comedor Universitario se propone la instalación de una planta de tratamiento de aguas grises modular. Este sistema permite aumentar la capacidad según las necesidades de la institución, es decir, si aumenta el número de comensales que asisten al Comedor Universitario se pueden agregar módulos al sistema de tratamiento. La misma se describe en términos de referencia hidráulica, ya que se tiene en cuenta el valor del caudal máximo horario, caudal máximo diario y los tiempos de residencia hidráulica de sedimentación y de ecualización. A partir de los mismos se calcula la cantidad de agua gris para tratar, el tiempo mínimo necesario para que los sólidos sedimenten y la capacidad comercial de los sedimentadores y del ecualizador.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos de los parámetros analizados, se detectó que el problema principal que poseen las aguas grises de la cocina del Comedor Universitario son los sólidos sedimentables ya que fluctúan según el menú diario.

La planta de tratamiento modular presenta diversas etapas:

-En una primera etapa se propone realizar el proceso de sedimentación primaria con el fin de que los sólidos sedimentables presentes en las aguas grises sedimenten por efecto de la gravedad para luego retirarlos mecánicamente del fondo del sedimentador. En el proceso de sedimentación se debe tener en cuenta que el tiempo de residencia hidráulica es de 2 horas y la cantidad de sólidos sedimentables presentes en las aguas grises representan $0,046 \text{ m}^3$ por día en cada tanque.

Para dicho proceso se propone la instalación de dos sedimentadores en serie cada uno de ellos con una capacidad comercial de 10 m^3 , por lo tanto, la capacidad comercial total de sedimentación es de 20 m^3 y un tiempo de residencia hidráulica total de 4 horas. Los sólidos sedimentables se van a depositar en el fondo del sedimentador, por lo tanto, se requiere de mantenimiento y se deben extraer cuando los mismos representen el 25 % de la capacidad del sedimentador. Por lo tanto, en un tanque de sedimentación de 20 m^3 (ya que la capacidad comercial es de 10 m^3 cada uno) se tendrá por día un valor de $0,092 \text{ m}^3/\text{d}$ de sólidos sedimentables.

Una vez realizada la descarga, los mismos se van a colocar en playas de secado para luego ser incorporados al terreno como enmienda de acuerdo a lo establecido en la Resolución-264- 2011-SENASA - Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria



(ver anexo IV). Por lo tanto, la planta de tratamiento modular debe contar con dos playas de secado con las mismas medidas de diseño, de tal manera que cuando se realice el mantenimiento en una de ellas, los sólidos se puedan depositar en la otra.

Las playas de secado no pueden superar los 80 cm de profundidad, ya que a mayores profundidades se impide la oxigenación del material por lo que se sugiere realizarlas de 60 cm de profundidad y de 5 m x 2,5 m (largo x ancho) cuyo volumen es de 7,5 m³. Estas dimensiones permiten la impermeabilización sin dificultad, con polietileno de alta densidad de 750 micrones. Al final de cada playa de secado, se instalará una tubería de retorno de claros hacia la cámara desalminadora. Si se tiene en cuenta la capacidad comercial total y la cantidad de sólidos sedimentables por día se obtiene un tiempo de secado para ambas playas de 65 días.

- Una vez realizado el proceso de sedimentación, las aguas grises pasarán a la siguiente etapa que consiste en la implementación de un ecualizador con el objetivo de homogeneizar las aguas grises, es decir evitar que el caudal varíe y que de esta manera se estabilice. Teniendo en cuenta que el caudal horario es de 1,1 m³/h y el tiempo de residencia hidráulica de la ecualización es de 4 horas se requiere de un ecualizador que cuente con una capacidad comercial de 20 m³. Además, en caso de que no se cumpla con la normativa de vuelco, se pueden recircular las aguas grises a los sedimentadores.

Resumiendo, la planta de tratamiento propuesta dispone de un caudal máximo diario de 6,6 m³/d, teniendo un volumen potencial de tratamiento de 40 m³ /d y un tiempo de residencia total de 6,06 días, es decir, el tiempo total de puesta en marcha de la planta de tratamiento de las aguas grises, siendo valores tolerables de emergencia de operación.

Finalmente, se propone una bomba centrífuga de 1HP 45 PSI, para destinar las aguas grises a las parcelas de reúso.

Se adjunta el plano de la planta de tratamiento modular propuesta en el anexo V.



6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este trabajo se demostró la importancia de realizar la evaluación de los parámetros fisicoquímicos de las aguas grises generadas en la cocina del Comedor Universitario para una propuesta adecuada de tratamientos que modifiquen sus características haciéndolas aptas para el posterior reúso en el riego de espacios verdes.

Teniendo en cuenta que la presente tesis se vio afectada por el establecimiento del aislamiento social obligatorio impulsado por el DNU del Poder Ejecutivo Nacional 260/2020 “Emergencia Sanitaria. Coronavirus (COVID-19)”, se recomienda extraer las muestras faltantes y realizar la respectiva evaluación de los parámetros fisicoquímicos. También se sugiere realizar la medición y el cálculo exacto del caudal ya que el mismo fue estimado.

A partir de la evaluación de los parámetros fisicoquímicos, se vio que la principal problemática a resolver son los valores fluctuantes de los sólidos sedimentables ya que este parámetro depende de los alimentos presentes en el menú diario. En cuanto al resto de los parámetros analizados no se encontraron problemáticas asociadas ya que presentaron valores que se encuentran dentro de los rangos aptos y permitidos en el convenio AYSAM - UNCuyo.

Cabe destacar que, con la implementación de un sistema de tratamientos de aguas grises, el Comedor Universitario de la UNCuyo cumplirá con los requerimientos que se describen en el convenio AYSAM-UNCuyo y con la normativa ambiental provincial y nacional. A modo de sugerencia, sería conveniente realizar una nueva toma de muestras cuando la planta de tratamiento comience a funcionar, con el objetivo de verificar su correcto funcionamiento y realizar los ajustes necesarios.

De los resultados obtenidos en el cálculo del balance hídrico, se demostró que la superficie disponible es mayor a la superficie requerida en función del caudal máximo horario. Por lo tanto, se demuestra que la totalidad de las aguas grises pueden ser empleadas en el riego.

El riego con aguas grises tratadas genera ciertos beneficios indirectos tales como la optimización y el aprovechamiento del uso del recurso hídrico debido a que anteriormente se regaba con agua potable y a la vez se desperdiciaban $5,92 \text{ m}^3$ de agua gris al día. De esta manera la frecuencia del uso del agua potable disminuye y está disponible para otras utilidades que requieran aguas de mejor calidad.



Se determinó que las parcelas de reúso consisten en áreas con baja variedad de vegetación ya que sólo se relevaron dos especies diferentes, tales como *Cynodon dactylon* y *Eucalyptus viminalis*. A partir de la revisión bibliográfica realizada se pudo determinar que estas especies se caracterizan por su adaptación a ambientes adversos y su resistencia a condiciones salinas, por lo que se supone que no se verían afectadas por el riego con aguas grises tratadas. Además, es importante destacar las parcelas de reúso están alejadas de sitios transitados por lo que se supone que no generarían inconvenientes a la comunidad educativa.



7. BIBLIOGRAFÍA

Alianza por el Agua (2008). Manual de depuración de aguas residuales urbanas. Monográficos Agua en Centroamérica. Ideasmares.

Allen, L. (2015). Manual de diseño para manejo de aguas grises para riego exterior. California: Greywater Action.

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., y Smith, M. (2006). Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Roma: FAO, 298(0)

Armas Solís, M. R. (2015). Estudio para la reutilización de aguas grises producidas en el hogar, como agua de regadío en la casa prototipo del barrio Chan, cantón Latacunga, provincia Cotopaxi. (Bachelor 's thesis, LATACUNGA/UTC/2015).

Canjura Astorga, K. L. y Lemus, Z. J. (2003). Propuesta de un sistema de tratamiento para las aguas residuales provenientes de lavaderos públicos del municipio de Nejapa. Repositorio Institucional de la Universidad de El Salvador. RIUES.

Características de las aguas residuales. (s. f.). Centro de investigación y desarrollo tecnológico del agua. Disponible en:
<http://cidta.usal.es/cursos/etap/modulos/libros/Caracteristicas.PDF>.

Colmenares, W. y Santos, K. (2007). Generación y manejo de gases en sitios de disposición final. Ingeniería Química. Disponible en:
<http://www.ingenieriaquimica.org/system/files/relleno-sanitario.pdf>.

Crombet Grillet, S., Pérez-Pompa, N., Ábalos-Rodríguez, A., y Rodríguez-Pérez, S. (2013). Caracterización de las aguas residuales de la comunidad "Antonio Maceo" de la Universidad de Oriente. Revista Cubana de Química, 25(2), 134-142.

DE, EDADP, I. E. (2014). Estudio del potencial del uso alternativo de fuentes de agua: Las aguas residuales. Home | Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/rlc/utf017arg/anexosyapendices/8._Reuso_seguro_de_aguas_residuales_en_Argentina.pdf

Delgadillo, Z. M. y Condori, C. L. J. (2010). Planta de tratamiento de aguas residuales con macrófitas para comunidades cercanas al lago Titicaca, Cochabamba, Perú, 16-21.

Despaigne Pérez, R. L. (2016). Propuesta de Rehabilitación de la planta de tratamiento de agua residual de la Universidad Marta Abreu de las Villas (Doctoral dissertation, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas). Facultad de Construcciones. Departamento de Ingeniería Hidráulica.



Díaz Cuenca, E., Alavarado-Granados, A. R., y Camacho-Calzada, K. E. (2012). El tratamiento de agua residual doméstica para el desarrollo local sostenible: el caso de la técnica del sistema unitario de tratamiento de aguas, nutrientes y energía (SUTRANE) en San Miguel Almaya, México. *Quivera. Revista de Estudios Territoriales*, 14(1), 78-97.

Eriksson, E., Auffarth, K., Henze, M., y Ledin, A. (2002). Características de las aguas residuales grises. *Agua urbana*, 4 (1), 85-104.

Espinoza, R. (2010). Planta de tratamiento de aguas residuales en San Juan de Miraflores. Tesis para optar el título de Máster en Gestión y Auditorías Ambientales, Facultad de Ingeniería, Universidad de Piura, Piura, Perú.

Franco Alvarado, M. V. (2007). Tratamiento y reutilización de aguas grises con aplicación a caso en Chile. Tesis de grado. Universidad de Chile. Chile

Gómez, E., Sauri, D., Marti, X., Molina, J., Huelin, S. (2009). Tipologías de vivienda y consumo de agua en la Región Metropolitana de Barcelona. *Universitat Autònoma de Barcelona*

Grosso Cepparo, M. V. (2015). "Las tramas de la escasez hídrica en la provincia de Mendoza, Argentina: ". *Boletín de Estudios Geográficos*, No. 104, p. 53-81

Günther, F. (2000). Tratamiento de aguas residuales por separación de aguas grises: esquema para una planta de purificación de aguas grises de base biológica en Suecia. *Ingeniería ecológica*, 15 (1-2), 139-146.

Muñoz Cruz, A. (2008). Caracterización y tratamiento de aguas residuales. Tesis de pregrado. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México

Murcia-Sarmiento, M. L., Calderón-Montoya, O. G., y Díaz-Ortiz, J. E. (2014). Impacto de aguas grises en propiedades físicas del suelo. *TecnoLógicas*, 17(32), 57-65.

Niño Rodríguez, E. D. y Martínez Medina, N. C. (2013). Estudio de las aguas grises domésticas en tres niveles socioeconómicos de la ciudad de Bogotá. Repositorio Institucional-Pontificia Universidad Javeriana.
<https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/11139>

ONU. (2019), Agua y Desarrollo Sostenible, (párr.1).

Orellana Salas, J. A. y Lalvay Portilla, T. D. C. (2018). Uso e importancia de los recursos naturales y su incidencia en el desarrollo turístico. Caso Cantón Chilla, El Oro, Ecuador. *Revista interamericana de ambiente y turismo*, 14(1), 65-79.

Orellana, J. (2005). Características de los líquidos residuales. Recuperado el, 5.

Orozco, L.F., Calizaya, J.O., Mendieta, J. L., Rosel Roca, R., Hilarión Flores, Y. A., Ferrufino, S., y Arroyo, L. (2010). Universidad, Ciencia y Sociedad - Purificación y reutilización de aguas domiciliarias. Scielo.

Orta, A. L. (2002). Contaminación de las aguas por plaguicidas químicos. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal La Habana, Cuba. *Fito sanidad*, 3 (6), 55-62.

Pérez Pardo, C. (2012). Diseño y cálculo del tratamiento secundario mediante aireación prolongada de una EDARU.

Portillo, S. (2014). Tratamiento de efluentes líquidos en la industria frigorífica (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata).

Quiroga, J. A. V. y López, F. E. D. (2008). Tratamiento de aguas residuales mediante lodos activados a escala laboratorio. *Revista de Tecnología*, 7(2).

Reyes López, M. G. (2016). Uso del cloro en las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas: desinfección y formación de subproductos. (Doctoral dissertation).

Snyder R.L, Organ, M., Bali, K. y Eching, S. (2014). Basic irrigation scheduling BIS. Disponible en: http://biomet.ucdavis.edu/irrigation_scheduling/bis/BIS.htm

Rodríguez, R., D'Elmar, D., García, M., Heguilén, M., y Rossi, G. (2008). Reutilización de Aguas Grises. Seminario Agua.

Rodríguez, D.J, Serrano, H.A, Delgado, A, Nolasco, D, Saltiel, G. (2020). De residuo a recurso: Cambiando paradigmas para intervenciones más inteligentes para la gestión de aguas residuales en América Latina y el Caribe. Banco Mundial, Washington, DC. Banco Mundial. Disponible en: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/33436>.

Rolim Mendonça, S. (2000). Sistemas de lagunas de estabilización como utilizar aguas residuales tratadas en sistemas de regadío. Editorial Nomos SA Bogotá-Colombia.

Sartor, A. y Cifuentes, O. (2012). Propuesta de Ley Nacional para reúso de aguas residuales. Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional, Buenos Aires, Argentina.

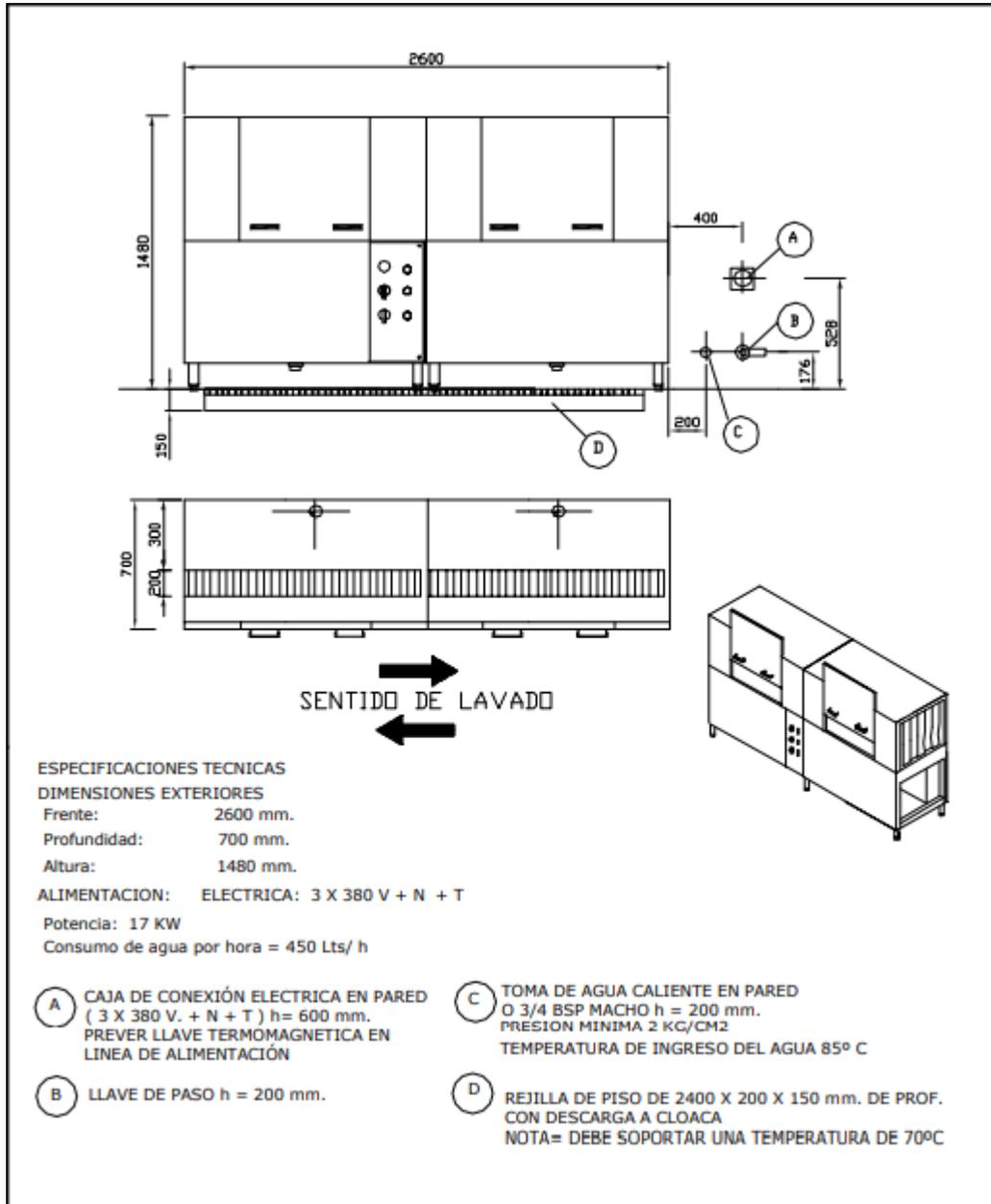
Velásquez, M. H. S. (2007). Diseño del proceso e implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales a nivel de laboratorio, provenientes de la línea de producción de químicos para lavandería de una planta industrial.

Vélez, O.R. (2017). Reúso de efluentes cloacales para riego y uso industrial. Una solución para el desarrollo sustentable. Mendoza, Argentina.

Zanuttín, G. (2018). Comparación de sistemas de tratamientos de efluentes para un hotel en ambiente urbano. Dimensionamiento del proceso seleccionado (Doctoral dissertation).

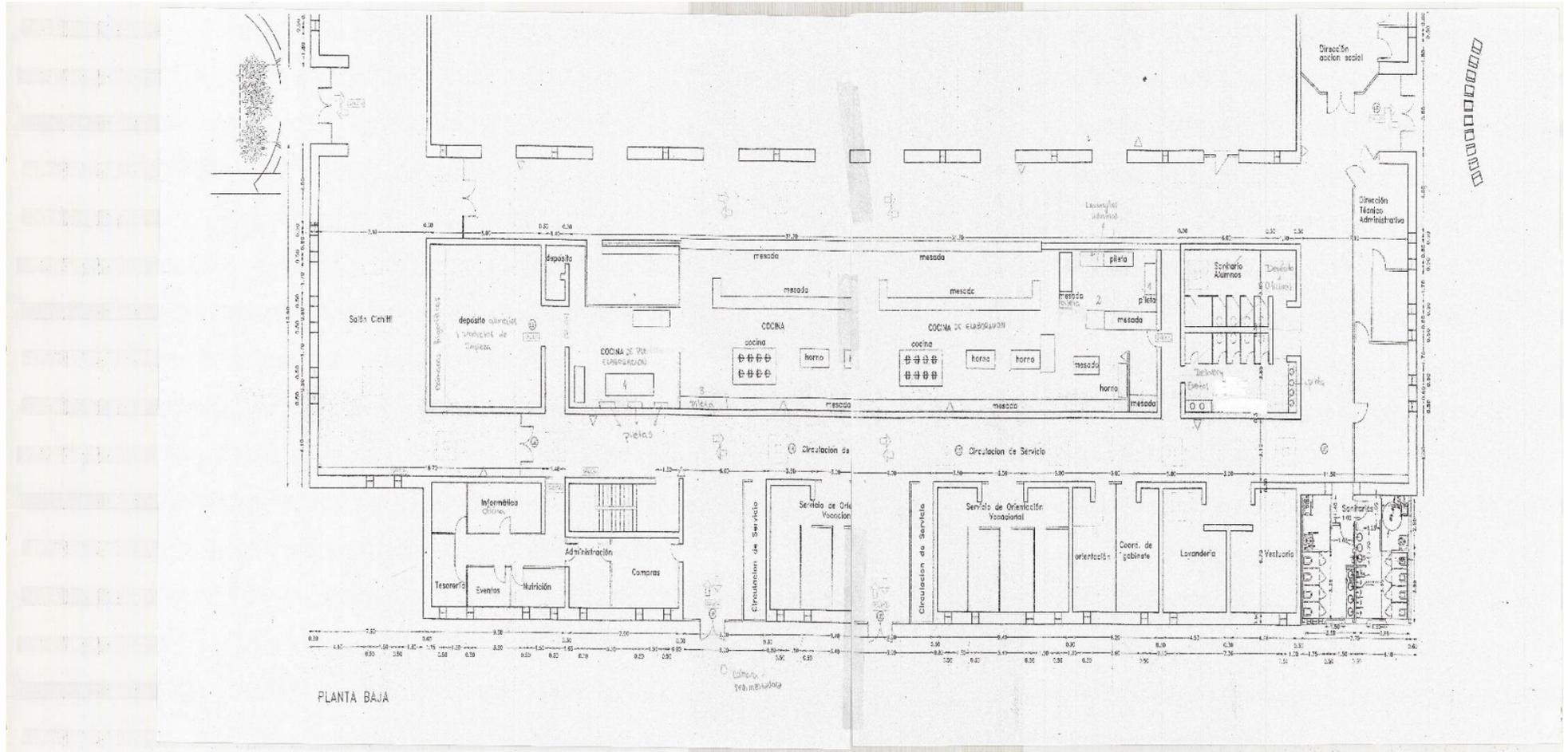
8. ANEXOS

Anexo I





Anexo II





Anexo III

ANEXO I

-2-



aguas mendocinas
Agua + Servicios en Mendoza S.A.



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

CONSIDERANDO

Que **AYSAM** manifiesta contar con disponibilidad técnica para brindar el servicio de Agua y Cloaca a la **UNCUYO**, las **PARTES** convienen en celebrar el presente Convenio de Regulación de Condiciones para la Prestación del Servicio de Agua y Cloaca para la **UNCUYO**, el que se registrá por las siguientes definiciones y cláusulas:

ARTÍCULO 1: OBJETO

El presente Convenio se celebra con la finalidad de definir las obligaciones de las **PARTES** a fin de posibilitar la prestación del servicio de agua y cloaca para la **UNCUYO**, Centro Universitario, Ciudad de Mendoza. -----

ARTÍCULO 2: TARIFA. CONDICIONES DE VIGENCIA. AUMENTOS OTORGADOS POR EL GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE MENDOZA

2.1. De conformidad con lo dispuesto por el Art. 10 del Régimen Tarifario y en virtud de lo oportunamente acordado en EPAS con carácter de descuento **especial y excepcional**, sin que el mismo genere derecho alguno para los restantes usuarios, **AYSAM** a partir de la firma del presente Convenio, facturará bimestralmente el servicio de agua potable y cloacas a la **UNCUYO** por el predio ubicado en el Centro Universitario, Ciudad de Mendoza, identificado con la cuenta número 080-0058796-000-9 bajo el sistema de facturación volumétrico y conforme a la siguiente escala:

Tramos	Tarifa
de 0 a 30.000m ³	\$ 1,8910 / m ³ + IVA
de 30.001 a 45.000m ³	\$ 2,8676 / m ³ + IVA
de 45.001 a 60.000m ³	\$ 4,2415 / m ³ + IVA
más de 60.001 m ³	\$ 5,6729 / m ³ + IVA

2.2. **AYSAM** aplicará el precio establecido en el presente Artículo, la alícuota o variación porcentual que el Gobierno de la Provincia de Mendoza autorice como incremento a raíz de la modificación que se opere en la tarifa en virtud de la renegociación del Contrato de Concesión y las subsiguientes modificaciones que pudieran ocurrir, posteriores a la suscripción del presente Convenio. **AYSAM** determinará la forma en que se hará dicha aplicación, previo acuerdo del EPAS, comunicándolo a la **UNCUYO**.

2.3. **AYSAM** practicará la liquidación bimestral por el caudal recibido, enviando la factura a la **UNCUYO**, para que proceda a su pago dentro de los quince (15) días corridos siguientes a la presentación de la factura, con independencia de la existencia de reclamos respecto a la facturación, los que serán resueltos por **AYSAM** en última instancia. -----

ARTÍCULO 3: OBLIGACIONES DE LA UNCUIYO

3.1. Por razones de salubridad pública, y conforme a lo dispuesto por el Art. 22 del Dec. 911/95, **UNCUIYO** toma conocimiento y acepta que le está absolutamente



prohibido hacer uso de toda fuente de agua que pudiere tener ya sea para bebida o higiene de su población fija, residente y/o transeúnte en el inmueble servido; así como también de mezclar el agua de sus perforaciones con la provista por **AYSAM**, debiendo limitar el uso de sus fuentes alternativas tan sólo para el riego de jardines. La violación de éste artículo por parte de la **UNCUYO** además de hacerla responsable de los daños y perjuicios que su conducta pudiere ocasionar, libera a **AYSAM** de su responsabilidad por la calidad del agua suministrada.

- 3.2. La calidad del efluente volcado al sistema colector de desagües cloacales de **AYSAM**, debe ajustarse a las especificaciones técnicas determinadas en el Anexo I del Contrato de Concesión de **AYSAM**, el cual la **UNCUYO** declara conocer y aceptar, debiendo dar pleno cumplimiento con las Leyes Provinciales N° 5.981 y 5.917 y su Decreto Reglamentario N° 2625, sobre Preservación, Conservación, Defensa y Mejoramiento del Ambiente, y Residuos Peligrosos, así como toda otra reglamentación provincial y/o nacional competente en materia Ambiental.
- 3.3. **UNCUYO** deberá contratar y mantener vigentes los seguros que cubran Daños y Perjuicios y cualquier otro que en el futuro sea impuesto por las Leyes o reglamentaciones a las cuales se somete o por **AYSAM**.
- 3.4. En caso de contaminación, **UNCUYO** deberá informar a la Dirección de Medio Ambiente a fin de deslindar responsabilidades de las **PARTES**, así como comunicarlo al EPAS.
- 3.5. La **UNCUYO** declara conocer la Resolución del EPAS N° 095/10, referente a la restricción del uso del agua potable para riego de jardines y/o cultivos, de calles no pavimentadas y llenado de piletas; así como cualquier otro uso abusivo del agua potable por cualquier medio, durante el lapso que medie entre al hora 08:00 y la hora 22:00 de cada día, en el período comprendido entre el 1 de septiembre y el 31 de marzo del año subsiguiente; y la prohibición durante las 24 hs y los 365 días del año del riego con agua potable de calles de pavimento de hormigón y/o asfáltico, y el lavado de veredas y/o automóviles, como así mismo el uso de agua potable que provenga de conexiones clandestinas. -----

ARTÍCULO 4: OBLIGACIONES DE AYSAM

- 4.1. Mantener como puntos de entrega del servicio de Agua Potable los ubicados en:
 - Libertador y Monseñor Orzall, conexión de diámetro 150 mm con medidor de igual diámetro.
 - Facultad de Derecho, conexión de 25 mm con medidor de 30 mm.
- 4.2. Recibir y derivar para su tratamiento los efluentes originados en el Centro Universitario.
- 4.3. Proporcionar la calidad propia de las características de potabilidad que requiere el agua para consumo humano. -----

ARTÍCULO 5: VALORES MÁXIMOS

Se especifican los siguientes datos relativos:

- a. Desde el momento de la firma del presente Convenio, los valores promedios de los parámetros especificados en el presente artículo, en las muestras del efluente recogido sobre un período de treinta (30) días consecutivos, no deberán exceder los valores máximos siguientes:



ANEXO I

-4-



aguasmendocinas
Agua y Saneamiento Mendocino S.A.



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

PARÁMETRO	UNIDAD	Límite Máximo
PH	Rango	5,5 - 9
Temperatura	°C	45
Sólidos suspendidos totales	mg/l	200
Sólidos sedimentables, compactados (10 min, cono Imhoff)	ml/l	0,5
Sustancias Solubles en frío en éter etílico	mg/l	100
Sulfuros	mg/l	1,0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días, 20 °C)	mg/l	200
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	330
Conductividad Específica	µmho/cm	3000

- b. Además, el efluente no deberá contener sustancias, que por su naturaleza, propiedades y cantidad, ya sea por ellas mismas o por su interacción con otras (metales pesados, fenoles, pesticidas, cianuro, etc.):
- b.1. Interfieran con los procesos de depuración de la planta de tratamiento biológico o con la disposición final que se dé al efluente de esta planta (reuso agrícola, etc.).
 - b.2. Originen la formación de mezclas inflamables o explosivas en el aire.
 - b.3. Generen atmósferas insalubres, tóxicas o peligrosas que impidan o dificulten el trabajo del personal encargado de la inspección, limpieza, mantenimiento o funcionamiento de los sistemas colectores o planta de tratamiento.
 - b.4. Posean, como consecuencia de reacciones que tengan lugar dentro de la red, alguna propiedad corrosiva capaz de dañar o deteriorar los materiales de las instalaciones del sistema colector y planta o perjudicar al personal encargado de la limpieza, operación y mantenimiento de las mismas.
- c. No serán admitidas para su vertido en las instalaciones descargas que contengan sustancias peligrosas especificadas en la Ley Nacional N° 24.051 de Residuos Peligrosos y la Ley Provincial N° 5.917 y su Decreto Reglamentario, salvo aquellas contempladas por los parámetros de control regulados en el presente Artículo, y que su concentración en el vertido no supere los valores establecidos. -----

ARTÍCULO 6: PROGRAMA DE CONTROL DE EFLUENTES

- a. AYSAM realizará el control de la calidad del efluente a volcar por la UNCUYO en su sistema colector, en las siguientes cámaras:
- Cámara salida de Bombeo sobre calle Monseñor Orzali;
 - Cámara Facultad de Medicina;



- Cámara calle Lencinas.

Tomará como mínimo ocho (8) muestras instantáneas a distintas horas del día del período de treinta días (30) días consecutivos correspondientes al período de facturación. Las muestras se extraerán del colector de la **UNCUYO**, antes del vuelco al sistema cloacal de **AYSAM**. A solicitud de la **UNCUYO**, **AYSAM** podrá entregar una alícuota de las muestras extraídas. La conservación y análisis de la muestra será realizada en la forma estipulada en el Manual de Métodos Normalizados de la APHA-AWWA-WPCF (Edición 18).

- b. **AYSAM** volcará los resultados de control de tal forma que la hora, fecha, parámetros y concentraciones, sean rápidamente interpretados.

Los resultados de las muestras extraídas en el periodo, se promediarán para su posterior facturación. De este modo se obtendrá el valor medio de cada parámetro de los líquidos cloacales en el punto de extracción, en el mes considerado. -----

ARTÍCULO 7: CARGOS

Por incumplimiento de la calidad del efluente volcado al sistema colector de **AYSAM**, no ajustándose a las especificaciones técnicas determinadas en el presente Convenio, se podrán aplicar recargos, sobre el importe facturado según la magnitud de la/s desviación/es, en el período de treinta (30) días utilizado para el cálculo de los valores promedios de cada parámetro determinado, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$C = \text{cargos a aplicar} = 0,03 \times F \times G$

F = facturación del período considerado.

G = $\sum Gi$, es el valor adimensional que resulta de la sumatoria de los valores índices (Gi) de contaminación del efluente vertido en el sistema cloacal de **AYSAM**, que superen los límites fijados en los Artículo 5, y detectados en el mismo.

Los valores promedios a que se hace referencia surgirán de los análisis practicados por **AYSAM**.

Los importes de los cargos serán sumados a los pagos bimestrales que la **UNCUYO** deba efectuar a **AYSAM**.

Los valores índices para cada parámetro exigido en el Artículo 5, vigentes a partir del momento de conexión al sistema cloacal de **AYSAM** son los siguientes:

Parámetro	Descripción	Índice de Contaminación (Gi)-
Ph	< 5,5 a ≥ 4,5	2
	< 4,5 a ≥ 3,5	3,5
	< 3,5	5
	> 9,0 a ≤ 10,0	2
	>10,0 a ≤ 11,0	3,5



Anexo IV



SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD
Y CALIDAD AGROALIMENTARIA

Publicado en SENASA (<http://www.senasa.gob.ar>)

[Inicio](#) > Resolución-264-2011-SENASA - Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria

Resolución-264-2011-SENASA - Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria

Visto el Expediente N° S01:0054501/2009 del registro del Ministerio de Producción, la Ley 20.466, los Decretos Nros. 4.830 del 23 de mayo de 1973 y 1.624 del 8 de agosto de 1980, las Resoluciones Nros. 66 del 31 de julio de 1973 del Ministerio de Hacienda y Finanzas, 53 del 28 de abril de 1976 de la Secretaría de Estado de Agricultura y Ganadería, 244 del 25 de julio de 1990, 310 del 8 de abril de 1990, 410 del 13 de mayo de 1994 y 338 del 23 de junio de 1995, todas de la de la ex-Secretaría de Agricultura Ganadería y Pesca, 273 del 18 de diciembre de 1995 del ex-Instituto Argentino de Sanidad y Calidad Vegetal y 708 del 18 de septiembre de 1997 de la ex-Secretaría de Agricultura Ganadería Pesca y Alimentos, y considerando:

Que las normas citadas en los vistos establecen las condiciones para la elaboración, importación, exportación, tenencia, fraccionamiento, distribución y venta de fertilizantes y enmiendas en nuestro país.

Que asimismo indican las características técnicas que deben cumplir los productos que se inscriben en el Registro Nacional de Fertilizantes y Enmiendas para su aprobación.

Que las nuevas tecnologías, tipos de productos, plantas elaboradoras, mezcladoras, diferentes especificaciones, protocolos, hacen necesaria la actualización de los requerimientos a solicitar a los fines de registro.

Que en virtud de lo expuesto y a fin de facilitar la comprensión y aplicación de la normativa vigente resulta necesario ordenar en un Manual de Procedimientos todos los requerimientos actuales.

Que el presente proyecto ha sido comunicado a las entidades que nuclean las empresas del sector: Cámara de la Industria Argentina de Fertilizantes y Agroquímicos (CIAFA), la Cámara Argentina de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes (CASAFE), la Asociación Argentina de Protección Vegetal Y Ambiental (Asaprove), las que no han manifestado oposición alguna al ordenamiento pretendido.

Que la Dirección de Asuntos Jurídicos, ha tomado la intervención que le compete.

Que el suscripto es competente para dictar el presente acto en virtud de las atribuciones conferidas por el Artículo 8º, inciso f) del Decreto N° 1.585 del 19 de diciembre de 1996, sustituido por su similar



Nº 825 del 10 de junio de 2010.

Por ello, el Presidente del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria resuelve:

Artículo 1º.- Se aprueba el "Reglamento para el registro de fertilizantes, enmiendas, sustratos, acondicionadores, protectores y materias primas en la República Argentina", que como Anexo I forma parte integrante de la presente resolución. (Acceder al Manual)

Artículo 2º.- De la inscripción: La inscripción de las firmas elaboradoras, fraccionadoras, importadoras, exportadora o distribuidoras de fertilizantes, enmiendas, sustratos, acondicionadores, protectores y materias primas y sus productos deberá ser realizada ante el Registro Nacional de Fertilizantes, Enmiendas, Sustratos, Acondicionadores, Protectores y Materias Primas de la Dirección de Agroquímicos y Biológicos, dependiente de la Dirección Nacional de Agroquímicos, Productos Veterinarios y Alimentos del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria.

Artículo 3º.- De los registros: Se crean los registros de Laboratorios Elaboradores de Productos Biológicos, Plantas Preinoculadoras y Plantas Mezcladoras (químicos sólidos y líquidos, orgánicos, químico-orgánicos), en el marco del Registro Nacional de Fertilizantes, Enmiendas, Sustratos, Acondicionadores, Protectores y Materias Primas dependientes de la Dirección de Agroquímicos y Biológicos, de la Dirección Nacional de Agroquímicos, Productos Veterinarios y Alimentos del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria.

Artículo 4º.- Del formulario de inscripción. Se aprueba el formulario: "Registro de firma" que como Anexo II forma parte de la presente resolución.

Artículo 5º.- Del formulario de inscripción. Se aprueba el formulario "Solicitud de Inscripción de Productos Fertilizantes Químicos, Químicos-Orgánicos, Orgánicos, a Base de Aminoácidos, a Base de Harinas, Mezclas Físicas", que como Anexo III forma parte de la presente resolución.

Artículo 6º.- Del formulario de inscripción. Se aprueba el formulario "Solicitud de Inscripción de Productos Enmiendas, Protectores y Acondicionadores", que como Anexo IV forma parte de la presente resolución.

Artículo 7º.- Del formulario de inscripción. Se aprueba el formulario "Solicitud de Inscripción de Productos Biológicos" que como Anexo V forma parte de la presente resolución.

Artículo 8º.- Del formulario de inscripción. Se aprueba el formulario "Solicitud de Inscripción de Sustratos", que como Anexo VI forma parte de la presente resolución.

Artículo 9º.- Del formulario de inscripción. Se aprueba el formulario "Solicitud de Inscripción de Producto Preinoculado" que como Anexo VII forma parte de la presente resolución.

Artículo 10.- Del formulario de aptitud de productos. Se aprueba el formulario "solicitud de certificado de aptitud de productos" que como Anexo VIII forma parte de la presente resolución.



Artículo 11.- Del certificado de inscripción. Se aprueba el formulario "certificación de inscripción de producto", que como Anexo IX forma parte de la presente resolución.

Artículo 12.- Del certificado de Libre Venta. Se aprueba el formulario "certificación de libre venta (fertilizantes, enmiendas, sustratos, acondicionadores, protectores y materias primas)" que como Anexo X forma parte de la presente resolución.

Artículo 13.- De la tabla de compatibilidades. Se aprueba la tabla de compatibilidades que como Anexo XI forma parte integrante de la presente resolución.

Artículo 14.- Tránsito de mercadería nacional o importada. La mercadería nacional o importada embolsada que se encuentre en tránsito, debe poseer una identificación donde conste la denominación genérica del producto la cual debe permanecer adherida al pallet o container durante todo el transporte hasta su llegada a depósito. Dicha identificación debe poseer la re-sistencia necesaria para soportar mojaduras y estibas (etiquetas plásticas, sellos, autoadhesivos, etcétera). Una vez en depósito debe procederse a la identificación individual del producto con un marbete aprobado de acuerdo a lo establecido en la presente resolución, si el mismo no estuviera ya identificado.

Artículo 15.- Del almacenamiento de fertilizantes con nitratos: Los productos a base de NITRATO DE POTASIO, NITRATO SÓDICO POTÁSICO, NITRATO DE CALCIO, NITRATO DE SODIO y el NITRATO DE AMONIO, se encuentran alcanzados por los términos de la Resolución N° 338 del 23 de junio de 1995 de la ex-Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, donde se establecen las condiciones específicas para su almacenaje.

Artículo 16.- De las inscripciones anteriores. Las firmas que posean productos inscriptos con anterioridad a la presente, deben adecuar sus registros a los términos de la presente resolución en un plazo de trescientos sesenta (360) días, contados a partir de su publicación en el Boletín Oficial.

Artículo 17.- De las prohibiciones. Se Prohíbe:

Inciso 1°. El uso de fertilizantes con un contenido mayor al dos por ciento (2%) de clo-ruros en el cultivo de tabaco. Todos los productos que no cumplan con lo dispuesto precedentemente, deben llevar la siguiente leyenda en el marbete o impresión: PROHIBIDO SU USO EN CULTIVOS DE TABACO POR CONTENER CLORO EN SU FORMULACIÓN.

Inciso 2°. La elaboración y/o comercialización de mezclas secas que contengan simultáneamente componentes en polvo y granulados.

Inciso 3°. Productos embolsados con materias primas de compatibilidad limitada (parcialmente incompatibles) según la tabla que como Anexo XI forma parte integrante de la presente resolución.

Inciso 4°. La comercialización de productos vencidos o no aptos.

Inciso 5°. La importación, por razones sanitarias, de materias orgánicas provenientes de estiércoles o



guanos no esterilizados. La esterilización debe ser certificada por la autoridad sanitaria o fitosanitaria del país de origen, indicando el método empleado. Se exigirá, para cada partida de importación de turba y otras materias orgánicas que el Organismo considere conveniente, el correspondiente Certificado Fitosanitario y/o Zoosanitario según corresponda, emitido por el ente oficial competente del país de origen.

Inciso 6°. La comercialización de productos que hayan sufrido alteraciones físicas y/o químicas en su almacenamiento o transporte, sin la correspondiente autorización o inscripción si correspondiera, para lo cual se exigirá el previo análisis del laboratorio oficial.

Artículo 18.- De las sanciones. Los infractores a la presente resolución serán pasibles de las sanciones que pudieran corresponder de conformidad con lo establecido por el capítulo VI del Decreto N° 1.585 del 19 de diciembre de 1996, sin perjuicio de las medidas preventivas inmediatas que pudieran adoptarse incluyendo decomiso, suspensión, ó cualquier otra medida que resulte aconsejable de acuerdo a las circunstancias de riesgo para la salud pública ó el medioambiente.

Artículo 19.- De la abrogación de normas. Se abrogan las Resoluciones Nros. 66 del 31 de julio de 1973 del Ministerio de Hacienda y Finanzas, 53 del 28 de abril de 1976 de la ex-Secretaría de Estado de Agricultura y Ganadería, 244 del 25 de julio de 1990, 310 del 8 de abril de 1990, 410 del 13 de mayo de 1994 y 708 del 18 de septiembre de 1997, todas de la de la ex-Secretaría de Agricultura Ganadería y Pesca y 273 del 18 de diciembre de 1995 del ex-Instituto Argentino de Sanidad y Calidad Vegetal.

Artículo 20.- De la vigencia. La presente Resolución entrará en vigencia a partir del día siguiente de su publicación en el Boletín Oficial.

Artículo 21.- De forma. Comuníquese, Publíquese, Dese a la Dirección Nacional del Registro Oficial y Archívese.

Anexo V

