

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZU**  
**FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS**



Coliformes Totales en aguas distribuidas por  
Juntas de Saneamiento de la Ciudad de  
Coronel Oviedo. Año 2016

**TESIS**

**Fredy Alexis Vargas Encina**

**Coronel Oviedo - Paraguay**

**2016**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ**

# **Coliformes Totales en aguas distribuidas por Juntas de Saneamiento de la Ciudad de Coronel Oviedo. Año 2016**

**Fredy Alexis Vargas Encina**

**TUTOR: Dr. Anibal Kawabata**

**Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad  
Nacional de Caaguazú para la obtención del título de grado de**

**Médico-Cirujano.**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

# Coliformes Totales en aguas distribuidas por Juntas de Saneamiento de la Ciudad de Coronel Oviedo. Año 2016

**Fredy Alexis Vargas Encina**

Tesis presentada para obtener el título de grado de Médico Cirujano

**Coronel Oviedo - Paraguay**

## Miembros del Tribunal Examinador

.....

**Examinador**

.....

**Examinador**

.....

**Examinador**

.....

**Examinador**

.....

**Examinador**

**CALIFICACIÓN FINAL.....**

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor está en deuda con las vigorosas figuras que han contribuido de forma fundamental al desarrollo de este trabajo de tesis. Primeramente, al Dios



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

todopoderoso, por haberme abierto las puertas para seguir esta apasionante carrera y con este trabajo culminar la etapa formativa.

Mis agradecimientos especiales al equipo técnico del Instituto Regional de Investigación de la Salud (IRIS), aporte sin la cual no sería posible este trabajo, en la persona de su Directora Bioq. Gladys Estigarribia, Bioq. Analía Ortiz, Bioq. Rebeca Peralta y colaboradores, que desde el inicio de la investigación estuvieron receptivos colaborando en la parte técnicamicrobiológica del estudio.

Al Dr. Aníbal Kawabata, tutor de la presente tesis, el cual me ha guiado y facilitado los materiales para la redacción del siguiente trabajo.

Finalizando, agradezco a la familia Caballero Vargas, Aquino Velásquez, Benítez Cáceres, López Espínola, Meza Ledesma, y otras tantas familias que de algún modo han hecho posible dar un paso más hacia la meta.

## DEDICATORIA

Dedicado en especial a mi familia, en la persona de mis padres y hermanos, especialmente a mi madre, por el incansable apoyo e infinita paciencia en el transcurso de esta apasionante carrera. Mi padrastro, por su invaluable apoyo en los tramos difíciles en pos de la meta. Mis hermanos Josué, Ezequiel y Dalma. Mis abuelos Mariano y Delmira que siempre instaron en la perseverancia para la culminación de este anhelado sueño.



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

A todas aquellas personas que me han brindado apoyo en todo momento, y en diferentes etapas de la carrera, a aquellos que abrieron sus puertas ante cualquier consulta y ayuda.

### **BIOGRAFIA DEL AUTOR**

Fredy Alexis Vargas Encina, nacido en la ciudad de Coronel Oviedo el 15 de julio de 1990, hijo de Estela María Encina y Néstor Fabián Vargas.

Inició sus estudios escolares básicos en la Escuela Gral. Bernardino Caballero de la mencionada ciudad, de los cuales para el Sexto Grado inició sus estudios en el Centro Cristiano Educacional Betel, donde culminó sus estudios primarios y secundarios con el Bachillerato en Ciencias Sociales.

Inició sus estudios universitarios en su ciudad natal en la Universidad Nacional del Caaguazú ingresando al cursillo preparativo de ingreso en el año 2009, del cual logró el puesto nº 17.



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

## INDICE

AGRADECIMIENTOS .....	iv
DEDICATORIA .....	v
BIOGRAFÍA DEL AUTOR .....	vi
RESUMO .....	xiii
ÑEMOMBYKY .....	xiv
INTRODUCCIÓN .....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
JUSTIFICACIÓN .....	6
OBJETIVOS .....	9
Objetivo General .....	9
Objetivos Específicos .....	9
MARCO TEÓRICO .....	10
El agua y el hombre .....	10
La calidad del agua.....	13
Calidad del agua: importancia de los Coliformes .....	14
Fuente y prevalencia .....	16
Consecuencias para la salud humana .....	18
Métodos de purificación del agua .....	19
Políticas de saneamiento y abastecimientos de agua .....	20
Reseña de las características hidrológicas y de los sistemas de abastecimientos de agua del v departamento del Caaguazú .....	23



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

MARCO METODOLÓGICO .....	25
Tipo de estudio .....	25
Universo y población en estudio .....	25
Muestreo .....	25
Criterios de Inclusión .....	26
Criterios de Exclusión .....	26
Operacionalización de las variables .....	27
Fuentes de Información .....	28
Método de recolección de las muestras .....	29
Análisis de los datos .....	30
Consideraciones éticas .....	31
Recursos y materiales .....	31
Recursos Humanos .....	32
Financiamiento .....	32
RESULTADOS .....	33
DISCUSIÓN .....	43
CONCLUSIÓN .....	46
RECOMENDACIONES .....	48
BIBLIOGRAFÍA .....	49
ANEXOS .....	55



## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Profundidad de los pozos de las Juntas de Saneamiento de la Ciudad de Coronel Oviedo. 2016 .....	36
<b>Tabla 2.</b> Métodos de Purificación utilizados clasificados por Zonas de tomas de muestra de las Juntas de Saneamiento de la Ciudad de Coronel Oviedo. 2016 .....	38
<b>Tabla 3.</b> Presencia de Coliformes Totales en las aguas distribuida por Juntas de Saneamiento clasificada por Zonas en la Ciudad de Coronel Oviedo. 2016. ...	41
<b>Tabla 4.</b> Presencia de Coliformes totales según el tipo de tratamiento de purificación realizado por las Juntas de Saneamiento de la Ciudad de Coronel Oviedo. 2016 .....	42
<b>Tabla 5.</b> Lista de Juntas de Saneamiento de la Ciudad de Coronel Oviedo Seleccionadas para la recolección de muestras de agua. ....	56

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Distribución por Zonas de las Juntas de Saneamiento de la ciudad de Coronel Oviedo. 2016. ....	33
<b>Gráfico 2.</b> Años de operación de las Juntas de Saneamiento de la ciudad de Coronel Oviedo. 2016 .....	34
<b>Gráfico 3.</b> Número de familias alcanzadas por las Juntas de Saneamientos de la ciudad de Coronel Oviedo. 2016 .....	35



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

<b>Gráfico 4.</b> Profundidad de los pozos de las Juntas de Saneamiento de la ciudad de Coronel Oviedo. 2016 .....	36
<b>Gráfico 5.</b> Métodos de Purificación utilizadas en las Juntas de Saneamiento de la Ciudad de Coronel Oviedo. 2016 .....	37
<b>Gráfico 6.</b> Presencia de Coliformes Totales en aguas extraídas de los Pozos de las Juntas de Saneamiento de la Ciudad de Coronel Oviedo. 2016 .....	39
<b>Gráfico 7.</b> Presencia de Coliformes Totales en las aguas distribuida por Juntas de Saneamiento clasificada por Zonas en la Ciudad de Coronel Oviedo. 2016 .....	40

## RESUMEN

**Introducción:** En Paraguay alrededor de tres cuartas partes de la población del interior del país accede a la misma a través de pozos artesianos a cargo de comisiones denominadas Juntas de Saneamiento, consistente en pozos perforados de profundidad variable que llega a depósitos de agua subterráneas denominado acuíferos y distribuidos a los pobladores en su zona de influencia. El aumento de la densidad poblacional y conjuntamente la demanda ha conllevado al aumento de las Juntas de Saneamiento. Los Coliformes Totales (CT) son considerados como parámetro de la calidad microbiológica del agua, cuya presencia significa contaminación, por ello detectar este grupo de bacterias es de importancia capital en el agua considerada de consumo humano.

**Objetivo:** Examinar las aguas distribuidas por Juntas de Saneamiento en busca de Coliformes Totales en zonas suburbanas de la ciudad de Coronel Oviedo año 2016.

**Marco Metodológico:** Se han evaluado 36 Juntas de Saneamiento de la ciudad de Coronel Oviedo, la cual se ha dividido en cuatro zonas. Previo llenado de un cuestionario socio demográfico de la Junta de Saneamiento se procedió a la



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

extracción de muestras del grifo más cercano previamente desinfectado. La técnica utilizada fue la de filtración en papel de celulosa y colocación de las mismas en medios de cultivo Petrifilm Acqua colocados a 37°C, cuya evaluación fue a las 24 horas medidos en UFC/mL.

**Resultados:** Se detectaron CT en el 63,89% de las muestras, el 62,07% en muestras donde las Juntas de Saneamiento utilizaban métodos de purificación y 71,43% en donde no utilizaban ningún método. En cuanto a los métodos de purificación, los que no contaban con ningún método fue del 19,44% de las Juntas de Saneamiento, cuyo restante porcentaje utilizaba el método de cloración. En tanto a los años de operación de los pozos fue de  $8,53 \pm 2,92$  años y la profundidad media de las mismas  $154,08 \pm 39,39$  metros.

**Conclusiones:** Se ha hallado que existe contaminación con CT, no encontrándose una asociación entre la zona de extracción de la muestra y la presencia de CT.

**Palabras Claves:** Agua Potable, Coliformes Totales, Juntas de Saneamiento  
**SUMMARY**

**Introduction:** In Paraguay about three quarters of the population inside the country access it through artesian wells by committees called sanitation boards, consisting of drilled wells of varying depth that reaches underground reservoirs called aquifers and distributed those of people in their area of influence. Total coliforms (CT) are considered as a parameter of the microbiological quality of water, whose presence means pollution therefore detect this group of bacteria is of paramount importance in water considered for human consumption.

**Objectives:** To examine the water distributed by sanitation boards looking for total coliforms in suburban areas of the city of Coronel Oviedo 2016.

**Methodological Framework:** We evaluated 36 sanitation boards of the city of Coronel Oviedo, which has been divided into four zones. Before filling a sociodemographic questionnaire from the Sanitation Board he proceeded to take samples from the nearest tap previously disinfected. The filtration method used



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

paper pulp and placing them in culture media at 37 Petrifilm Acqua placed, whose evaluation at 24 hours was measured in CFU/mL.

**Results:** CT were detected in 63.89% of samples, 62.07% samples whose sanitation boards had some method of purification, and 71.43% of those who had none. As for the purification methods, which did not have any method was 19.44% of the sanitation boards, which used the remaining percentage chlorination method. The average of families who agreed to serve the Sanitation Board was  $118 \pm 56$ . In both years of operation of the wells was  $8.53 \pm 2.92$  years and the average depth of the same  $154.08 \pm 39.39$  meters. No statistically significant differences were found.

**Conclusions:** It is very important to monitor the quality of water distributed by the sanitation boards, with the aim of providing a service according to the microbiological quality standards, and safeguard the health of the population accessing them.

**Keywords:** Water, total coliforms, sanitation boards, drinking water

### RESUMO

**Introdução:** No Paraguai cerca de três quartos da população dentro do país o acesso através de poços artesianos por comitês chamados Conselhos de Saneamento, que consiste em poços perfurados de profundidade variável que atinge reservatórios subterrâneos chamados aquíferos e distribuído aqueles de pessoas em sua área de influência. Coliformes totais (CT) são considerados como um parâmetro da qualidade microbiológica da água, cuja presença significa poluição, portanto, detectar este grupo de bactérias é de suma importância em água considerada para consumo humano.

**Objetivos:** Analisar a água distribuída por Conselhos de Saneamento à procura de coliformes totais em áreas suburbanas da cidade de Coronel Oviedo 2016.

**Estrutura Metodológica:** Foram avaliadas 36 Conselhos de Saneamento da cidade de Coronel Oviedo, que foi dividido em quatro zonas. Antes de preencher



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

um cuestionário sociodemográfico do Conselho de Saneamento ele passou a recolher amostras da torneira mais próxima desinfetado anteriormente. o método de filtração utilizada pasta de papel e colocando-os em meio de cultura a 37 Petrifilm™ Acqua colocado, cuja avaliação às 24 horas foi medido em ufc / ml.

**Resultados:** CT foram detectadas em 63,89% das amostras, 62,07% das amostras cujas placas de saneamento teve algum método de purificação, e 71,43% daqueles que não tinha nenhuma. Quanto aos métodos de purificação, que não têm qualquer método foi 19,44% das placas de saneamento, que usaram o método da percentagem de cloração restante. Em ambos os anos de operação dos poços foi  $8,53 \pm 2,92$  anos.

**Conclusões:** É muito importante para monitorar a qualidade da água distribuída pelos conselhos de saneamento, com o objectivo de prestar um serviço de acordo com os padrões de qualidade microbiológica e preservar a saúde da população acesso a eles.

**Palavras-chave:** Água, coliformes totais, Conselhos de saneamento, água potável

### ÑEMOMBYKY

**Ñepyrumby:** Pe tape ojuhupyty hağua y ha'e petêi ñekotevê ojehechakuaa va'erã mayma ava'atýpe, há upévarhe oñemo'ĩ mba'e hupytyrã hérava

“Objetivos del Milênio” (ODM). Ñane retã Paraguáiipe oĩ heta tekoha oguerékóva y ykuakua apopyréva rupive omoakãva mba'aporepy “Amandaje Y

Ñemohesãiha”, umia ha'e ykua ñane retã ruvicha ojo'óvaekue ha oguahêva ykua oĩva yvyguýpe, ko'ã ykua héra españa ñe'ême acuífero, ha oñemosarambi ava'atýpe Amandaje Y Ñemohesãiha rupive. Umi mymbachu'í hérava

“Coliformes Totales” ovale ñandéve jaikuaa hağua ipotĩpa y mayma avakuéra ñambo'yúva. Upe haguére ojeikuaava'erã umi mymbachu'ípa oĩ ñande ýpe ani mba'asykuéra y rupi oguahê ñandéve. **Mba'e ojuhupytyséva:** Ojeheka “Coliforme Totales” y oñemosarambiva Amandaje Y Ñemohesãiha rupive táva



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

Coronel Oviedope ary 2016. **Mba'e purupy ha Mba'e jekupyty:** Ojehesa'y ijo 36 Amandaje Y Ñemohesãiha táva Coronel Oviedopegua, há upea oñemboja' o 4 hendápe. Oñemyenyhẽ rire petêi porãndúhaipy, oñemópotĩ ha oñeguenohê y ykua artesianopegua y me'êha hi' aguĩvevagui Amandaje Y Ñemohesãihagui.

Ojepuru mba'e jekutupy yga celulosa pire rupive há upea oñemoĩ mba'yru heñoi haġuápe hérava "Petrifilm Acqua" há oñemoigue tatakua 37°, oñeha'ãrõ 24 aravo há ojeipápa UFC/mL tapereko rupive. **Jehechapyrã:** Ojejuhu "Coliformes

Totales" 63,89% mayma ykuéra oñembohyrú va'ekue Amandaje Y Ñemohesãihagui, umiagui 62,07% oipuru tembiaporape y ñamopotĩ haġua, há 71,43% ndoipurú' i. Ojetopa 19,44% Amandaje Y Ñemohesãiha ndogurekóiva y tembiaporape y ñepotĩ haġua, há hembýva katu oipuru jekutupy cloración rupive. Avei ojehecha mbyte 118 ±56 ogayguápe ohupytyha y oñemosarambiva Amandaje Y Ñemohesãiha rupive. Ha ary omba'apóva umi ykua artesiano imbyte ha'e 8,53± 2,92, ha ipypyku mbyte katu ha'e 154,08±39,39 pypykukue ra'ã. Ndojehechai joavy papy'aporeko ovalea. **Ñambopahávo:** Iporã jaikuaa mba'éichapa oĩ ykuéra oñemosarambíva Amandaje Y Ñemohesãiha rupive, ha upéicha rupive oñeme'ê haġua ñepytyvõ umi ogehupytyséva estandar rehe, ikatuhaġuaicha ava'atýpe ani hasýti y ho'u haguére.

**Ñe'ëapytere:** Y potĩ, Coliformes Totales, "Amandaje Y Ñemohesãiha"

# INTRODUCCIÓN

El agua ha sido elemento fundamental dentro de los procesos biológicos y la actividad humana, por otro parte existe un gran número de enfermedades transmitidas a través de las mismas, por lo que es necesario cumpla parámetros físicos, químicos y microbiológicos para ser denominada como “agua potable”

(1) (2)

La acelerada tasa de crecimiento poblacional a nivel mundial ha sido acompañada a la par por contaminantes, con una alta carga de desechos biológicos que propician el sobrecrecimiento bacteriano de las fuentes de agua, que al ser ingeridas por el ser humano pueden desencadenar múltiples enfermedades. Se ha evidenciado que tres cuartas partes de las enfermedades infecciosas y parasitarias gastrointestinales se deben al uso y consumo de agua insalubre, causando defunciones en un tercio de ellos. Este grupo de microorganismos no está limitado a ninguna región en el mundo ni se circunscribe a países en desarrollo o desarrollados; representa una amenaza general, que exige una respuesta coordinada de todos los servicios de salud de todos los países. (3) (4)

Para la determinación microbiológica de la calidad de las aguas ha sido ampliamente utilizado el grupo de los coliformes, que agrupa una serie de bacilos aerobios y anaerobios capaces de proliferar en concentraciones relativamente altas de ácidos biliares a temperatura corporal. (5) Mencionado microorganismo es constante, abundante y casi exclusivo de la materia fecal, que por sus características de sobrevivencia y la capacidad para multiplicarse fuera del intestino también se observan en aguas potables; conforme mayor sea el número de coliformes en agua, mayor será la probabilidad de estar frente a una contaminación aun después de que hayan sido tratadas por distintos métodos.

(6)

En nuestro país, con el aumento constante de la población ha ameritado la creación de Juntas de Saneamiento para la distribución de agua, esta cobertura



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

incluye a las fuentes de aguas potables mejoradas y de instalaciones de saneamiento mejoradas con lo que las estadísticas para Paraguay han mejorado desde el año 1990 (76% y 54% de la población) al 2015 (88% y 77%) <sup>(7)</sup>, con lo que el 80% de las fuentes de agua del interior del país son de origen subterráneo.

En el Paraguay existen estudios realizados a las aguas subterráneas distribuidas por Juntas de Saneamiento del Acuífero Patiño presentaron 58% de contaminación. <sup>(8)</sup>

El agua potable y su distribución, considerado parte de los Objetivos del Milenio, eje de acción político-institucional y actores fundamentales que deben garantizar el acceso al agua potable y adecuadas instalaciones sanitarias, por lo cual se habrá ganado un importante impacto en el nivel de calidad de vida y de salud de los ciudadanos, previniendo enfermedades entre otros beneficios. <sup>(9)</sup> <sup>(10)</sup>

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los recursos hídricos se han visto reducidos en su disponibilidad por la contaminación. La actividad humana ha aumentado el ingreso de la materia orgánica y microorganismos de origen fecal al sistema hídrico acelerando el proceso de eutrofización y de esta manera modificando las propiedades físicas, químicas y bacteriológicas de las mismas. Uno de los resultados de este proceso es el crecimiento de microorganismos no usuales en aguas limpias, como las de origen fecal, deteriorando la calidad del agua y produciendo un posible riesgo para la salud humana. <sup>(11)</sup> <sup>(10)</sup> A nivel mundial, el 80% de las enfermedades infecciosas y parasitarias gastrointestinales y una tercera parte de las defunciones causadas por éstas se deben al uso y consumo de agua insalubre.

(3)

En el Paraguay se ha evidenciado que la principal fuente de



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

contaminación de las aguas subterráneas es la extracción masiva y sin control de la población, entre tanto, la utilización de fertilizantes orgánicos y depósitos subterráneos de aguas negras sin conexión a un sistema de desagüe son consideradas otras fuentes. <sup>(8)</sup> Por otro lado el desagüe de aguas residuales tratadas deficientemente o sin tratamiento a previo a cuencas de ríos y lagos sigue siendo una problemática común hasta nuestros días. <sup>(12)</sup>

Entre los Objetivos de Milenio de la Organización Mundial de la Salud (OMS) se ha preconizado el acceso al agua para consumo humano, esta cobertura incluye las fuentes de aguas potables mejoradas y de instalaciones de saneamiento mejoradas, aunque las estadísticas para Paraguay han mejorado desde el año 1990 (76% y 54%) al 2015 (88% y 77%), los desafíos son inmensos para otros países en vías de desarrollo que luchan contra la inestabilidad, pobreza y rápido crecimiento demográfico con el consecuente aumento del índice de contaminación. <sup>(13)</sup> Se calcula que alrededor de 1500 km<sup>3</sup> de aguas residuales son vertidas a los cuerpos de agua. Asumiendo que 1 litro de agua residual puede contaminar 8 litros de agua potable, ascendería a 12.000 km<sup>3</sup> de agua contaminada. <sup>(4)</sup> <sup>(14)</sup>

Para el estudio microbiológico y como indicador de la calidad del agua se ha utilizado la detección de los grupos de bacterias denominadas “coliformes” gracias a que su detección es más rápida, sencilla y permanecen mayor tiempo en el agua que otras bacterias patógenas; las mismas son representadas por la *Escherichia coli* en el 80% de los casos. <sup>(15)</sup> <sup>(16)</sup> <sup>(3)</sup>

Estudios realizados en el Ecuador en el 2012 demostraron que existe contaminación de las aguas tratadas con cloro en 4.16% de las muestras con concentraciones de coliformes de 2.2 NMP/100mL (Número Más



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

Probable/100mL). <sup>(17)</sup> Por otro lado, en México el mismo año consideran que las aguas superficiales sin previo tratamiento no son aptas para consumo humano debido a la alta carga de coliformes, en tanto que las previamente tratadas presentaron cargas de 43NMP/100mL a 180NMP/100mL en aguas extraídas de fuentes subterráneas lo que sugiere que las aguas previamente tratadas no indican ausencia de coliformes. <sup>(18)</sup> En tanto en Venezuela investigaciones sobre la calidad de las aguas embotelladas demostraron que existen 9,1 a 28 NMP/100 mL.

En nuestro país, ante el rápido crecimiento demográfico registrado en las zonas periurbanas ha hecho que las autoridades instalaran pozos artesianos, que consisten en agujeros cavados en un acuífero, con un tubo y una bomba que se utilizan para sacar agua del subsuelo. Aunque la calidad de las aguas subterráneas es superior al de las aguas superficiales en sus propiedades, se ha evidenciado la presencia de bacterias coliformes en el acuífero Patiño, que abarca gran parte del territorio del Departamento Central del país, dando positivo 58% de los pozos examinados. <sup>(8)</sup> <sup>(19)</sup> No obstante estudios realizados en la ciudad de Itá, también zona de influencia del mismo acuífero, ha arrojado como resultado estar sin contaminación de coliformes. <sup>(20)</sup> En cuanto a las aguas superficiales, un estudio realizado por la Secretaria del Medio Ambiente (SEAM) se demostró la alta carga poluidora de las aguas servidas arrojadas al Lago Ypacaraí, con su consecuente aceleración de la eutrofización y crecimiento de algas tóxicas. <sup>(21)</sup>

Se ha demostrado que agua distribuida por los sistemas sanitarios pueden contaminarse desde su misma fuente, cuando entra al sistema de distribución, procesos de desinfección ineficaces, a través de conexiones cruzadas, rotura de las tuberías del sistema de distribución, conexiones domiciliarias, cisternas y reservorios defectuosos, grifos dañados y durante el tendido de nuevas tuberías o reparaciones realizadas sin las mínimas medidas de seguridad <sup>(16)</sup>, esta



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

compleja encrucijada puede conllevar riesgos para la salud de la población con acceso al vital líquido, que van desde cuadros leves hasta complejos que ponen en peligro la vida. <sup>(3)</sup>

En el transcurso de los años, en el Paraguay se ha invertido en la modernización de las técnicas de saneamiento y potabilización del agua con el fin de ofrecer un servicio tendientes al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, con lo que el gobierno ha fijado metas de cobertura de abastecimiento de agua potable para el año 2015, siendo el reporte del año 2005 una cobertura del 63.2%, de las cuales el 80% del abastecimiento de comunidades del interior provienen de fuentes subterráneas. <sup>(7)</sup> Aunque ha aumentado el alcance de los proyectos de saneamiento y potabilización, ¿esto asegura la calidad física química de las aguas provistas a la comunidad?

### JUSTIFICACIÓN

Aunque el agua sea el recurso más abundante en la tierra, solo el 2.53% es agua dulce, de las cuales dos terceras partes se encuentran en glaciares y en el abrigo de nieves perpetuas, es decir, técnicamente solo una pequeña porción se encuentra en lagos, ríos y depósitos subterráneos accesibles. <sup>(10)</sup> Posee importancia capital en los procesos bioquímicos, esto debido a su composición y estructura <sup>(1)</sup>, por lo que es ampliamente utilizada en actividades diarias tales como mantener las funciones vitales del cuerpo, preparación de alimentos, regadío de campos, etc. <sup>(22)</sup>

La considerada agua potable o para consumo humano, se define como aquella que cuya ingestión no cause efectos nocivos en la salud, cumpliendo criterios físicos-químicos y bacteriológicos <sup>(2)</sup>, característica a destacar, ya que el agua contaminada o tratada deficientemente es vehículo para la adquisición



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

de diversas enfermedades prevenibles en el ser humano, cuya frecuencia es mayor en países en vías de desarrollo, causal de un gran problema de Salud

Pública. <sup>(14)</sup>

La calidad de los cuerpos de agua ha ido deteriorándose debido a factores como el crecimiento de la población a nivel mundial, la presencia y extensión de contaminación fecal, generalmente debida a la mala gestión de las aguas residuales de origen doméstico e industria. La carga contaminante está representada por altos porcentajes de materia orgánica y microorganismos de origen fecal, lo que juega un rol importante en la determinación de la calidad del vital líquido. <sup>(14)</sup> <sup>(16)</sup>

Aunque es posible la determinación de agentes potencialmente patogénicos (bacterias, virus, protozoos, helmintos y cianobacterias), conlleva la demanda de tiempo, costos elevados, y en algunos casos no obteniéndose resultados positivos o que confirmen la presencia de microorganismos. <sup>(15)</sup> <sup>(16)</sup>

En estudios comparativos realizados, en Paraguay se ha demostrado un alto índice de contaminación por coliformes <sup>(23)</sup>, según parámetros determinados por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Otras investigaciones a nivel país, específicamente en el departamento Central, demostraron resultados de alta concentración de contaminantes físicos químicos de las distintas cuencas de agua de la mencionada región. <sup>(21)</sup>

El aumento creciente de la población urbana y de las actividades industriales ha aumentado la demanda de aguas subterráneas en el país,



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

acompañado de un deterioro gradual de las propiedades físico-químicas aguas superficiales y subterráneas. <sup>(24)</sup> (8)

El siguiente estudio pretende aportar datos acerca del estado microbiológico de las aguas distribuidas en las áreas suburbanas en la ciudad de Coronel Oviedo, de los cuales no se han encontrado datos publicados hasta la fecha. Esto beneficiará a la población con acceso al vital líquido por medio de los mencionados entes, brindara información sobre las cuales se fundamentarán las recomendaciones para mantener o subsanar virtudes o debilidades en el tema tratado.

Otro dato resaltante es la importancia que reside el acuífero Guaraní, con la cual el V Departamento del Caaguazú tiene estrecha relación, y cuya superficie aproximada cubre unos 1.1 millones de km<sup>2</sup>, de los cuales el 5% se encuentra en nuestro país.

El agua potable y su distribución, considerado parte de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, eje de acción político-institucional y actores fundamentales que deben garantizar el acceso al agua potable y adecuadas instalaciones sanitarias, por lo cual se habrá ganado un importante impacto en el nivel de calidad de vida y de salud de los ciudadanos, previniendo enfermedades entre otros beneficios. <sup>(10)</sup> (9)



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

### **OBJETIVOS**

#### **Objetivo General**

Examinar las aguas distribuidas por Juntas de Saneamiento en busca de Coliformes Totales en la zona de la ciudad de Coronel Oviedo año 2016

#### **Objetivos Específicos**

Determinar la presencia de Coliformes Totales en aguas distribuidas por Juntas de Saneamiento en el área de la ciudad de Coronel Oviedo año 2016.

Identificar las zonas con presencia de Coliformes Totales en aguas distribuidas por Juntas de Saneamiento del área de la Ciudad de Coronel Oviedo año 2016.



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

### MARCO TEÓRICO

El agua, elemento primordial para la vida, y fundamental para el desarrollo de los procesos biológicos en el planeta. <sup>(25)</sup> Cubre aproximadamente dos terceras partes de la tierra, de las cuales 2.53% es agua dulce, y el restante es agua salada. En otras palabras, la disponibilidad de agua promedio anualmente es aproximadamente de 1386 millones de km<sup>3</sup>, de las cuales solo 35 millones de km<sup>3</sup> es agua dulce, en tanto, alrededor del 70% no está disponible para el consumo humano debido a que se hallan en forma de glaciares y mantos de nieve perpetuas. <sup>(4)</sup> <sup>(14)</sup>

De sus propiedades fisicoquímicas, molécula sencilla, por su singular composición y estructura de gran trascendencia en sus funciones biológicas, sobre todo en las relacionadas con su capacidad solvente, de transporte, estructural y termorreguladora <sup>(1)</sup> Utilizado ampliamente en las actividades diarias por el hombre, entre las cuales se destaca la producción agrícola, industrial y el uso doméstico, debido a lo mencionado, es considerado un recurso preciado en el planeta. <sup>(16)</sup> <sup>(13)</sup>

### EL AGUA Y EL HOMBRE

Como señala Toledo, se introduce el modelo superorganico a la cultura, la cual afecta y es afectada por los procesos vitales. Es decir, un lado ecológico, en términos de las adaptaciones de cada cultura humana a los ecosistema y a las bases materiales que las rodea, y el lado social, a través de las cuales se realizan transacciones y maniobras tecno ambientales utilizados por el hombre en



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

diferentes contextos ecológicos para la obtención, transformación y distribución para el sustento antes las necesidades de cada civilización.

Históricamente, el hombre se ha establecido en zonas donde el vital líquido era accesible, a la veda de los lagos, ríos o en las costas de los mares, para desempeñar funciones de sustento como la recolección de alimentos, la caza y la pesca. La introducción de procesos complejos como la agricultura y la ganadería, este proceso dinámico social precedió a grandes impactos en el paisaje ecológico.

En el año 1950, la población era de unos 2500 millones de habitantes aproximadamente, mientras que para el 2010 ascendía a unos 6909 millones de habitantes, con mayor crecimiento poblacional en epicentros de desarrollo, esto ha tenido un impacto en cuanto al uso de recursos naturales, para saciar las necesidades la civilización, mientras la población mundial se triplicó, las extracciones de agua se sextuplicaron. <sup>(4)</sup> <sup>(25)</sup>

Esto ha creado un paradigma, el agua socialmente insostenible. Ante el acelerado aumento del crecimiento poblacional, la creación de nuevas tecnologías, y propiciado por los esfuerzos humanos de controlarlos y manejarlos ha influido en el volumen y distribución del agua dulce, a fin de satisfacer sus necesidades en beneficio de intereses sociales o asociado a factores políticos; se calcula que el aprovechamiento del agua por parte del hombre, es de aproximadamente desde 5-6 litros/habitante-día en países subdesarrollados, y hasta 500-600 litros en zonas industrializadas. Cabe destacar que aproximadamente de cada 100 litros de agua potabilizada, apenas 5-10 litros se consumen directamente como bebida en los hogares. <sup>(17)</sup>



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

Por lo mencionado anteriormente, se considera que el siglo XXI ha iniciado con una grave crisis del agua, que apunta a un empeoramiento de la crisis de no tomarse acciones correctivas correspondientes. <sup>(4) (13)</sup> Básicamente se trata de una crisis de gestión de los recursos hídricos, causada por la utilización de métodos inadecuados de saneamiento.

Se plantea una problemática socio – ambiental debido al vertimiento de aguas negras a las costas de los mares y ríos tratadas insuficientemente, contaminando las fuentes de aguas superficiales y subterráneas. Aunque los datos fiables de gravedad y extensión de la contaminación son incompletos, se estima la producción global de aguas residuales es de unos 1500 km<sup>3</sup> con alta carga en materias orgánicas y microorganismos de origen fecal. Asumiendo que cada litro de agua residual contamina 8 litros de agua dulce, la contaminación ascendería a 12000km<sup>3</sup>.

Si bien la eutrofización es un proceso natural lento que se produce en los ecosistemas acuáticos, medio por el cual los cuerpos de agua se enriquecen con nutrientes, este fenómeno ha sido acelerado por el hombre en los últimos siglos, modificando tanto la calidad de los cuerpos de aguas, como la estructura de las comunidades biológicas debido al aumento en la carga orgánica e inorgánica de los cuerpos de agua, a este hecho se lo ha denominado “eutrofización antrópica”. Este proceso ha reducido considerablemente los usos potenciales que tienen los recursos hídricos puesto que induce a la mortalidad de especies animales, la descomposición del agua y el crecimiento de microorganismos. <sup>(26) (16) (27) (11)</sup>

Como epicentro afectado por la polución en sí lo sufren los usuarios de mencionadas fuentes de agua, por sobre todo las poblaciones de los países en vías de desarrollo o las no alcanzadas por los programas de saneamiento y agua



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

potable, sufren el peso de las patologías relacionadas al vital líquido, causando importante impacto en las políticas de Salud Pública. <sup>(27) (18) (8) (3)</sup>

### LA CALIDAD DEL AGUA

La considerada agua potable o para consumo humano, se define como aquella que cuya ingestión no cause efectos nocivos en la salud, cumpliendo criterios físicos-químicos y bacteriológicos juntamente relacionado con los procesos de abastecimiento, disponibilidad y sistemas de purificación aplicados.

<sup>(2) (28)</sup> En simples palabras: que sea limpia, incolora, sin olores, sinsabores, libre de contaminación y parásitos. Esto es posible gracias a políticas destinadas para el mejoramiento de la calidad de agua a ser provistas conjuntamente con técnicas de saneamiento estandarizadas y de procesamiento de las aguas negras.

Se constatan dos fuentes de principales de agua, las aguas superficiales que incluyen a los lagos, ríos y arroyos, cuya principal característica es el fácil acceso a la misma tanto para su explotación como su contaminación. Por otro lado, se encuentran los acuíferos, los cuales son formaciones geológicas que almacenan agua actuando como depósito y reserva. Generalmente, la calidad del agua subterránea es superior a la del agua superficial con respecto al contenido bacteriológico, turbiedad y diversos parámetros físicos y químicos. En cambio, hay que tener en cuenta que los acuífero no son renovables: si son explotados con una tasa mayor a la de recarga, puede agotarse o deteriorar su calidad.

Ante la demanda creciente de consumo de agua potable y el aumento de las necesidades para abastecer las zonas densamente pobladas han dado el puntapié inicial para que las autoridades para la explotación de las aguas subterráneas, instalando pozos artesianos de profundidad variable consistentes en agujeros cavados en un acuífero, con un tubo y una bomba que se utilizan



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

para sacar agua del subsuelo. La explotación de estas aguas subterráneas ha llevado a la contaminación de estas fuentes, debidas a la extracción masiva y sin control de la población migrante a focos de desarrollo urbano. (8) (19) (24)

Además las aguas en pre-tratamiento se encuentran amenazadas de contaminación debido a las curtiembres, las gasolineras cuyos depósitos son subterráneos, los talleres automotores o metalúrgicos, los fertilizantes de origen orgánico y las aguas negras de pozos ciegos (depósitos subterráneos para almacenar las aguas residuales de domicilios no conectadas a las líneas de alcantarillado). Otros puntos destacados como foco de contaminación son la no utilización de métodos de potabilización de la misma, construcciones defectuosas de los depósitos de agua, ausencia o irregular mantenimiento de las instalaciones de abastecimiento de agua. Estos puntos mencionados anteriormente dan como resultado la distribución de agua no apta para el consumo humano. (8) (16) (29)

### CALIDAD DEL AGUA: IMPORTANCIA DE LOS COLIFORMES

Entre los agentes patógenos que pueden estar presentes en el agua se encuentran: virus, bacterias, protozoos y helmintos, difiriéndose en tamaño, estructura y composición, como resultante definen la supervivencia en el ambiente y resistencia a los procesos de tratamiento de las masas de agua.

Históricamente, cuando se intentaba aislar el agente del cólera a finales del siglo XIX, el bacteriólogo alemán Theodor von Escherich realizó el descubrimiento del microorganismo que en un principio se denominó *Bacterium coli* que en la actualidad es *Escherichia coli* en su honor, microorganismo que se hallaba presente en las heces de todos los enfermos examinados. Schardinger fue el primero que propuso el uso de este microorganismo como un índice de contaminación fecal porque se podía aislar e



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

identificar con mayor facilidad que cualquiera de los patógenos transmitidos por aguas. Smith y col. propuso en 1895 una prueba para este organismo como medida de la potabilidad del agua de bebida. <sup>(30)</sup> De esta manera se enmarcó el comienzo del uso de los coliformes como indicadores de patógenos en el agua.

Denominados “total de bacterias coliformes” o “coliformes totales” a una amplia variedad de bacilos aerobios y anaerobios facultativos, gram negativos y no esporulantes capaces de proliferar en presencia de concentraciones relativamente altas de sales biliares fermentando la lactosa y produciendo ácido o aldehído en 24 h a 35–37 °C, las mismas producen una enzima para fermentar la lactosa, la  $\beta$ -galactosidasa. <sup>(15)</sup> Tradicionalmente, se consideraba que las bacterias coliformes pertenecían a los géneros *Escherichia* (en un 85%), *Citrobacter*, *Klebsiella* y *Enterobacter*, pero el grupo es más heterogéneo e incluye otros géneros como *Serratia* y *Hafnia* incluyendo especies fecales y ambientales. <sup>(5) (8) (6)</sup>

Su valor como indicador de calidad bacteriológica de las aguas reside en la capacidad de las mismas sobrevivir y proliferar en el agua. Son ampliamente utilizados como indicador de la eficacia de tratamientos y para evaluar la limpieza e integridad de sistemas de distribución. Debido a lo mencionado anteriormente, se considera que niveles bajos de coliformes son buenos indicadores de ausencia de organismos patógenos. <sup>(29) (15)</sup>

La presencia en sistemas acuáticos está directamente relacionada con el nivel de contaminación de origen fecal. Además, este grupo de microorganismos son resistentes a los agentes tensoactivos y desinfectantes que otras bacterias patogénicas, por ende la importancia de su ausencia inmediata posterior a la desinfección, ya que la presencia de las mismas indicaría el tratamiento inadecuado. <sup>(16) (5) (27)</sup>



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

Otra ventaja apreciable reside en que su evaluación es relativamente simple y directa, existiendo diversos procedimientos relativamente sencillos basados en la producción de ácido a partir de la lactosa o en la producción de la enzima  $\beta$ galactosidasa. <sup>(29)</sup> <sup>(15)</sup> <sup>(16)</sup> Entre los procedimientos de análisis se describen el método de la filtración del agua con una membrana o filtros de ésteres de celulosa mixtos, que después se incuban en medios selectivos a 35–37 °C; transcurridas 24 horas, se realiza un recuento de colonias (UFC/ml). <sup>(5)</sup> <sup>(31)</sup> Otros métodos son los procedimientos de número más probable (NMP) en los que se utilizan tubos de ensayo denominado “*técnica de tubos múltiples*” <sup>(17)</sup> <sup>(8)</sup>

<sup>(32)</sup>

Las guías de la OMS establecen un parámetro con un límite máximo permisible de 0 UFC/ml para las bacterias coliformes totales para ser consideradas potables. <sup>(23)</sup> <sup>(33)</sup>

## FUENTE Y PREVALENCIA

Las bacterias pertenecientes al grupo de los coliformes totales están presentes tanto en aguas residuales como en aguas naturales. Se encuentran principalmente en el intestino humano y en los animales de sangre caliente, y la excretan en las heces, pero muchos coliformes son heterótrofos y capaces de multiplicarse en suelos y medios acuáticos. La infección se asocia con la transmisión de persona a persona, el contacto con animales, los alimentos y el consumo de agua contaminada. Ante la eutrofización antrópica que ocasiona el acelerado crecimiento de estos microorganismos convirtiéndose en un riesgo para la salud humana, un problema de salud mundial. <sup>(13)</sup> <sup>(14)</sup>



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

La presencia de coliformes totales en aguas consideradas potables o de consumo humano está bien documentada. Un estudio de meta-análisis que engloba a un total de 170 estudios evidenció que no se detectaron bacterias indicadoras fecales en el agua envasada (78/141). En comparación con el agua de países media alta y residencial, agua de países de bajos y medios bajos ingresos fue de 4,6 (IC del 95%: 2.6 a 8.1) y 13.6 (95% IC: 6.9-26.7) veces más probabilidades para contener bacterias indicadoras fecales y coliformes totales, respectivamente. El agua envasada era menos probable que contenga bacterias indicadoras fecales (OR = 0,35, IC del 95%: 0,20, 0,62) en comparación con otras fuentes de agua utilizadas para el consumo. <sup>(34)</sup>

Estudios relativos realizados en la India acerca de las aguas provistas de aguas subterráneas, arrojó un resultado de que solo el 32% cumplían el requisito microbiológico <sup>(35)</sup>. En México, la prevalencia oscila entre los 5,6% y 22,3% en aguas distribuida por sistemas de abastecimiento. <sup>(2) (29)</sup> Estudios realizados en Venezuela a aguas embotelladas evidenció la presencia del 6,8% de coliformes totales. En Brasil, evidenciaron que el 83% de las aguas no tratadas estaban contaminadas por coliformes totales, mientras que las aguas previamente tratadas solo el 17%. <sup>(36)</sup>

En nuestro país, estudios realizados en aguas superficiales del lago Ypacarai y sus afluentes arrojaron una concentración de  $5 \times 10^{14}$  UFC/mL de coliformes fecales, debido al vertido de grandes cantidades de aguas negras sin tratamiento o tratamiento inadecuado <sup>(21)</sup>. En tanto, Sotomayor et al, realizaron estudios de las aguas extraídas de pozos artesianos del área de influencia del

Acuífero Patiño, de las cuales el 58% presentaba contaminación en el momento del estudio. Otro estudio realizado en la ciudad de Itá, Departamento de Central, arrojó la ausencia del microorganismo en estudio. <sup>(8) (20)</sup>

## CONSECUENCIAS PARA LA SALUD HUMANA



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

El agua contaminada puede ser la fuente de grandes epidemias. A nivel mundial, el 80% de las enfermedades infecciosas y parasitarias gastrointestinales y una tercera parte de las defunciones causadas por éstas se deben al uso y consumo de agua insalubre. <sup>(3)</sup> El espectro de efectos sobre la salud humana es variable, de gastroenteritis leve a diarrea grave, a veces mortal. La falta de higiene y la carencia o el malfuncionamiento de los servicios sanitarios son algunas de las razones por las que la diarrea continúa representando un importante problema de salud en países en desarrollo. <sup>(3)</sup> <sup>(35)</sup> <sup>(13)</sup>

El agua y los alimentos contaminados se consideran como los principales vehículos involucrados, que al consumirla el organismo patógeno puede penetrar en un nuevo hospedador. Como el agua se ingiere en grandes cantidades, puede ser infecciosa aun cuando contenga un pequeño número de organismos patógenos. <sup>(33)</sup> <sup>(3)</sup> Es imperioso tener estrategias que permitan un manejo adecuado de las masas de agua a ser distribuidas. La OMS calcula que la morbilidad y mortalidad derivadas de las enfermedades asociadas con el agua se reduciría aproximadamente entre un 20 y un 80 por ciento, con el solo hecho de que se garantizara su potabilidad y adecuada canalización. <sup>(33)</sup> <sup>(22)</sup> <sup>(13)</sup>

## MÉTODOS DE PURIFICACIÓN DEL AGUA

Existen distintos mecanismos, gracias al avance de los procesos tecnológicos y químicos, para purificar o potabilizar el agua, para la cual es necesario someterla a uno o varios procesos de tratamiento dependiendo de la calidad del agua cruda. Entre ellas se encuentra los procesos de desinfección por distintos medios, por citarlos: ebullición, cloración, plata iónica, filtros de cerámica, carbón activado, purificación por ozono, rayos UV y la osmosis inversa. <sup>(37)</sup>



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

Entre los métodos más utilizados se encuentra la purificación química con cloro. Mencionado método sencillo que se lleva a cabo mediante el burbujeo del cloro gaseoso o mediante la disolución de los compuestos de cloro y su posterior dosificación. El cloro en cualquiera de sus formas, se hidroliza al entrar en contacto con el agua, y forma ácido hipocloroso la especie desinfectante el cual se disocia en iones hidrógeno ( $H^+$ ) e hipoclorito ( $OCl^-$ ) y adquiere sus propiedades oxidantes. Ambas fracciones de la especie son microbicidas y actúan inhibiendo la actividad enzimática de las bacterias y virus, produciendo su inactivación. (17) (37)

Según la guía de Juntas de Saneamiento de la SENASA, en los sistemas de agua potable, la desinfección del agua se realiza inyectando una solución de hipoclorito de sodio en la tubería de impulsión a la salida del pozo la cual se realiza mediante el accionamiento de una bomba dosificadora, cuya función es la de suministrar la cantidad requerida de cloro al agua, para asegurar un residual conforme exigen las normas de calidad de agua. Normalmente se utiliza una solución de hipoclorito de sodio con una concentración al 8% de cloro activo.

## **POLÍTICAS DE SANEAMIENTO Y ABASTECIMIENTOS DE AGUA**

La crisis del agua es sólo uno de los diversos desafíos con los que la humanidad se enfrenta en estos tiempos y debe situarse en una perspectiva más amplia de solución de problemas y de resolución de conflictos. Tal como lo ha indicado la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible [Commission for Sustainable Development (CSD)] en 2002:



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

*«Erradicar la pobreza, cambiar los patrones de producción y consumo insostenibles y proteger y administrar los recursos naturales del desarrollo social y económico constituyen los objetivos primordiales y la exigencia esencial de un desarrollo sostenible.»<sup>(4)</sup>*

El agua potable y el saneamiento, desde el punto de vista de la Salud Pública, constituyen en uno de los principales pilares como determinantes de la salud, garantizar el acceso al agua potable y adecuadas instalaciones sanitarias se dará un importante impacto en el nivel de calidad de vida y de salud mediante el control de enfermedades.

Esto ha impulsado a organizaciones multinacionales a crear estrategias políticas y gubernamentales, con la finalidad de brindar una mejor calidad de vida de los habitantes, por sobre todo en los países en vías de desarrollo.<sup>(14)</sup><sup>(4)</sup> En la Declaración de la Cumbre del Milenio se definieron compromisos en materia de derechos humanos, gobierno y desarrollo sostenible, entre las cuales se destaca el acceso al agua potable como uno de los puntos estratégicos.<sup>(22)</sup> Las inversiones en agua potable y saneamiento contribuyen al crecimiento económico según la OMS, por cada dólar estadounidense (USD) invertido se recuperan entre 3 y 34 USD, dependiendo de la región y la tecnología utilizada.

<sup>(10)</sup>

En la meta 7C: tiene hincapié reducir a la mitad la proporción de personas sin acceso sostenible al agua potable y a servicios básicos de saneamiento para el año 2015 y comprende los siguiente puntos: a) Proporción de la población con acceso a mejores fuentes de agua potable; b)\* Proporción de la población con acceso a mejores servicios de saneamiento.<sup>(13)</sup> Informes de la OMS del año 2015 el 91% de la población mundial utiliza una fuente de agua mejorada, en comparación al 76% en 1990.



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

En otras palabras, Desde 1990, de los 2.600 millones de personas que obtuvieron acceso a fuentes de agua potable mejorada, 1.900 millones lo hicieron a través de agua potable suministrada por cañería hasta su propio hogar. Más de la mitad de la población mundial (58%) ahora disfruta de este nivel más alto de servicio. <sup>(38)</sup> En todo el mundo, 147 países han cumplido con la meta del acceso a una fuente de agua potable, 95 países han alcanzado la meta de saneamiento y 77 países han cumplido ambas. A nivel mundial, 2.100 millones de personas han obtenido acceso a saneamiento mejorado. El porcentaje de personas que defecan al aire libre se ha reducido casi a la mitad desde 1990. <sup>(13)</sup>

(38)

Según el mismo informe señala que las personas que viven en zonas rurales y aquellas pertenecientes a grupos pobres tienen menos acceso a agua e instalaciones sanitarias mejoradas por lo que la eliminación progresiva de las desigualdades en el acceso y niveles de servicio continuará siendo un enfoque importante para la agenda después de 2015.

En el Paraguay, remontándonos a la década de los 50, se inician las acciones tendientes al mejoramiento de la calidad de vida con la implementación de sistemas de agua potable y saneamiento que demuestran un gran avance, las estadísticas han mejorado desde el año 1990 (76% y 54%) al 2015 (88% y 77%). Otro punto destacable, que el 80% del abastecimiento en comunidades del interior del país proviene de fuentes subterránea. <sup>(7)</sup> <sup>(20)</sup> Los equipos de bombeo utilizados poseen una vida útil media de 10 años aproximadamente con proyectos de conexiones domiciliarias individuales. <sup>(39)</sup>

Existen dos entes sistematizados para la distribución de agua, las áreas de acción de ambos organismos está definido por ley, correspondiéndole a la



## **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ**

ESSAP, S.A. las localidades con más de 10.000 habitantes y a SENASA las comunidades con menos de 10.000 habitantes. Gracias a estas acciones, se ha facilitado importantes avances en materia cobertura de los servicios de agua potable para el 20% más pobre de la población, la que de 1998 al 2005 se obtuvo un aumento del 10 al 40,1%. <sup>(7)</sup>

Según Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental (SENASA), las Juntas de Saneamiento Ambiental deben su origen a la ley 369/72. Estas Juntas según el marco jurídico que las rige constituyen, son una forma de organización comunitaria basada en una participación voluntaria y democrática, cuyo objeto es la participación en la construcción de la infraestructura necesaria para almacenamiento y distribución el agua. Además tienen como finalidad la de administrar los sistemas de agua potable y las obras de disposición de residuos y vigilar el correcto uso y funcionamiento de los pozos de agua y de las letrinas sanitarias con el objetivo de brindar a la sociedad buenas condiciones para el usufructo de mencionados servicios básicos. <sup>(40)</sup>

Es necesario contar con un conocimiento de la realidad del sector de agua potable y saneamiento, considerándose como un elemento básico para la toma de decisiones político-institucionales, orientadas a la creación e implementación de políticas de acción a corto, mediano y largo plazo para el desarrollo sectorial, que enfatizan los objetivos de expansión de la cobertura y el aumento de la eficiencia y calidad de los servicios de abastecimiento de agua potable. <sup>(9)</sup>

## **RESEÑA DE LAS CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS Y DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTOS DE AGUA DEL V DEPARTAMENTO DEL CAAGUAZÚ**



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

El V departamento del Caaguazú cuenta con importantes recursos hídricos superficiales y subterráneos. Por el primero la Cordillera de Caaguazú la divide en dos vertientes: la del Río Paraguay y la del Paraná. En la vertiente del río Paraguay, se hallan los ríos Tapiracuay, Mbutuy, Hondo, Tobatiry, Tebicuary-mí, y en la vertiente del río Paraná los ríos Acaray, Yguazú, Monday y Capiibary. <sup>(9)</sup>

Por el lado de las aguas subterráneas, se encuentra en áreas de Influencia del Gran Acuífero Guaraní el cual es un sistema hidrogeológico que está debajo de un área de aproximadamente 1.100.000 km<sup>2</sup> principalmente en la cuenca del Río Paraná de Brasil, de Paraguay, de Uruguay y de Argentina en cerca de su 62% de extensión conocida. La profundidad encontrada es variable, de 50 a 600 metros bajo la superficie con una cantidad almacenada estimada de 30000 km<sup>3</sup> de agua.

Como se ha mencionado anteriormente, cerca del 80% de la población del interior utiliza como fuente de abastecimiento las aguas subterráneas. Estudios realizados por la Dirección General de Encuestas y Censo del Paraguay en el año 2015 en el Departamento del Caaguazú con un total de aproximando de 130.000 viviendas, revelaron que aproximadamente el 28,1% acceden al vital líquido a través de Juntas de saneamiento, 34,94% de Redes Comunitarias, y solo el 7,01% de la ESSAP, el resto distribuidos en otras fuentes a ser como pozos con o sin bomba, o prestadores privados del servicio.

Por otro lado, la misma encuesta demuestra datos acerca de los servicios de desagüe sanitario, los sistemas absorbentes (pozos ciegos) son del 59,03%,



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

letrinas 32,16% y solo el 3,28% de uso de sistemas de alcantarillado, cifra a tener en cuenta, como ya se ha mencionado las aguas negras de pozos ciegos como fuente de contaminación de las aguas subterráneas. (41) (8) Según los datos de la SENASA, existen 2567 Juntas de Saneamiento, de las cuales 318 se encuentran en el departamento, y puntualmente 73 en la ciudad de Coronel Oviedo. (40)

Ante lo mencionado, en el Paraguay, el eje de acción político-institucional y sus actores fundamentales deben garantizar el acceso al agua potable y adecuadas instalaciones sanitarias, por lo cual se habrá ganado un importante punto a favor, hecho que implicaría en un impacto positivo en el nivel de calidad de vida y de salud de los ciudadanos, previniendo enfermedades entre otros beneficios.

## MARCO METODOLÓGICO

### Tipo de estudio

Se realizó un estudio observacional, descriptivo con componente analítico, y de corte transversal.

### Universo y población en estudio



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

Se ha realizado una investigación en el registro de juntas de saneamiento del Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental (SENASA) con lo que se cuenta datos de la existencia de 73 juntas de saneamientos registradas en el distrito de Coronel Oviedo.

El cálculo del tamaño de la muestra se ha realizado con el programa Epidat 4.1 en español para Windows con un índice de confianza del 95% y una proporción esperada del 10% dando como resultado  $n=36$  juntas de saneamiento a ser estudiados.

### **Muestreo**

Se realizó una clasificación por barrios o zona de ubicación una numeración y se realizó un muestreo probabilístico por conveniencia de las juntas de saneamiento que conformarán parte del estudio.

Se clasificaron en 4 zonas, tomando como referencia dos arterias concurridas de la ciudad de Coronel Oviedo, de este a oeste la Avenida Tuyuti, y de norte a sur la Avenida Mariscal Estigarribia, con cuya intersección dejan dividida en 4 cuadrante, de donde fueron elegidas las Juntas de Saneamiento.

### **Criterios de Inclusión**

Junta de saneamiento registrado en la SENASA

No pertenecer a uso exclusivo de propiedad privada.

Comisión que acceda al estudio a realizar



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

### Criterios de Exclusión

Muestras insuficientes en cantidad

### Operacionalización de las variables

Variable	Tipo de variable	Definición operacional
Zona – Barrio	Cualitativa Nominal	Expresión territorial donde está ubicada la fuente de una determinada muestra en particular.
Años en operación	Cuantitativa discreta	Cantidad de tiempo en funcionamiento de la junta de saneamiento expresada en años.
Alcance del servicio	Cuantitativa continua	Número de familias a las cuales el servicio es provisto.
Profundidad del pozo	Cuantitativa continua	Expresión métrica de la obra de captación vertical que permite la explotación del agua freática contenida en los acuíferos.



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

Método de purificación del agua	Cualitativa Nominal	Se indagará acerca de la serie de pasos al cual el agua se somete para eliminar microorganismos y residuos a fin de obtener agua de mayor pureza y calidad consumible.
Presencia de Coliformes Totales	Cualitativa nominal	Incluye una amplia variedad de bacilos capaces de proliferar en presencia de concentraciones relativamente altas de sales biliares produciendo ácidos o aldehídos en 24 horas a 35-37°C. Se analizara la presencia o no de estos microorganismos.
Cuantificación de Coliformes totales	Cuantitativa continua	Incluye una amplia variedad de bacilos capaces de proliferar en presencia de concentraciones relativamente altas de sales biliares produciendo ácidos o aldehídos en 24 horas a 35-37°C. Se utilizó la unidad de medida Unidad Formadora de Colonias (UFC) según crecimiento en placa.

### Fuentes de Información

El material ha sido extraído de las juntas de saneamientos seleccionadas para su análisis correspondiente, siendo la fuente primaria para la adquisición de los datos.



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

### **Método de recolección de las muestras**

Previo llenado del cuestionario de 7 preguntas de las características sociodemográficas de los pozos artesianos, los materiales analizados fueron recolectados en condiciones existentes en el sitio y tiempo de muestreo, previa limpieza de las manos, se procede a abrir el grifo dejando correr el agua durante 1 o 2 minutos, luego de esto se realizó a la recolección de la muestra en recipientes de bolsas plásticas desechables y estériles con la identificación codificada de cada sitio en cantidad aproximada de 500 c.c. y transportadas en contenedores refrigerados con hielo entre 4°C y 6°C para su posterior análisis dentro de las 6 a 12 horas.

### **Análisis Laboratoriales Cualitativos**

Para la determinación bacteriológica se ha utilizado el método placas Petrifilm Acqua (Violeta Rojo Bilis - VRB - modificado). Para el procesamiento de material se utilizó primeramente el método de filtración por membrana de celulosa mixta de 100 ml de agua. Una vez realizado la filtración, la membrana de celulosa fue colocada dentro de las placas e incubadas por 24 horas a 37°C.

El método ISO 4832, que enumera los coliformes por la técnica del recuento de colonias, define a los mismos por el tamaño de las colonias y la producción de ácido en el Agar VRB, estos coliformes productores de ácido se muestran como colonias rojas con o sin gas.



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

Se ha utilizado la guía validada de la NordVal International (NMKL) como método de lectura validado, cuya interpretación se basa en la lectura de las colonias de coliformes a aquellas colonias rojas con gas. Una vez obtenido el recuento los datos fueron cargados a las planillas correspondientes.

La recolección y procesamiento de las muestras se realizó en el mes de agosto del año 2016.

### **Análisis de los datos**

Se emplearon cuestionarios fotocopiados para la recolección de datos, las cuales posteriormente fueron ingresados los datos recopilados a una planilla electrónica Excel 2013 para el análisis de datos se ha recurrido al software estadístico Stata 11.0. Las variables cuantitativas fueron descritas a través de medidas de tendencia central y dispersión.

Las variables cualitativas fueron descritas a través de frecuencias absolutas, y porcentajes, los resultados se expresan en gráficos y cuadros porcentuales para mejor comprensión de los mismos.

### **Consideraciones éticas**

El estudio se realizó previo consentimiento informado y permiso a los responsables de cada junta de saneamiento. En el proceso de recolección de datos fue tomado en cuenta la ética, no se tomaron datos personales de los encargados de los establecimientos de juntas de saneamiento, teniendo total discreción en el manejo de la información obtenida.



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

En todo momento se mantuvo la Confidencialidad, Justicia e Igualdad con el actuar antes, durante y después del trabajo con los datos recolectados.

### Recursos y materiales

- Medios de transporte (Automóvil, motocicleta)
- Contenedores de isopor de 30 litros de capacidad
- Hielo
- Copias del consentimiento informado
- Cuestionarios fotocopiados
- Bolígrafos
- Notebooks
- Bolsas plásticas de recolección esterilizadas con cerrado hermético. •  
Medios de cultivo (Violeta Rojo Bilis – VRB - modificado)

### Recursos Humanos

Los formularios fueron llenados por el investigador y personales previamente capacitados para la recolección, los cuales fueron seleccionados dos alumnos de la Facultad de Ciencias Médicas del Caaguazú. Los datos microbiológicos del estudio han sido completados por profesionales en bioquímica y microbiología del Laboratorio de Instituto Regional de Investigación en Salud (IRIS) de la Universidad Nacional del Caaguazú una vez cumplido el tiempo de cultivo de las muestras.



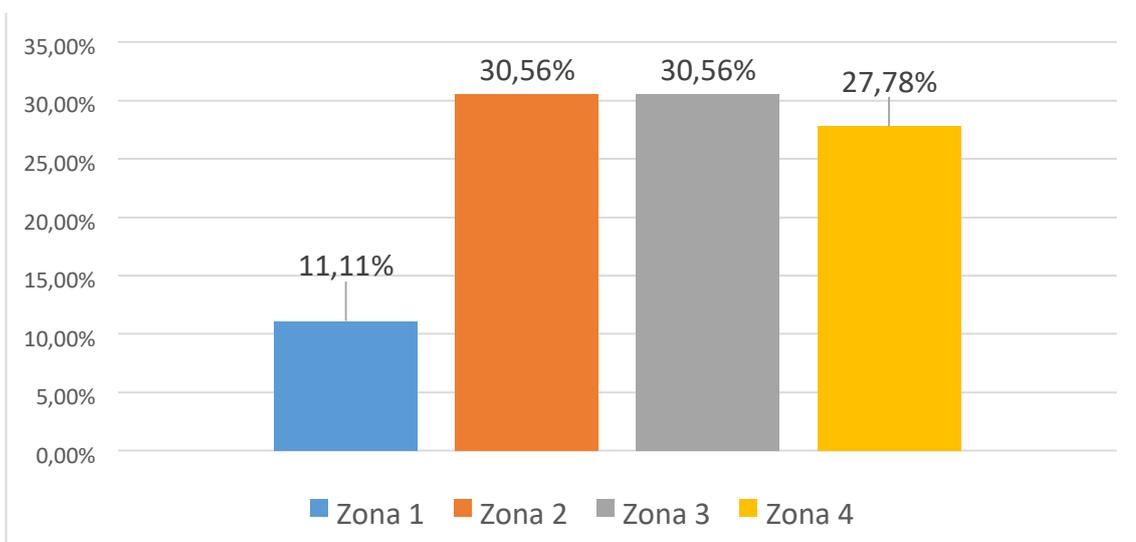
## Financiamiento

El financiamiento del estudio se realizará con los fondos propios del autor de la tesis.

## RESULTADOS

Ingresaron al estudio un total de 36 Juntas de Saneamiento, de las cuales 3 de las juntas de saneamiento seleccionadas previamente fueron descartadas por no tener la provisión de agua en reiteradas ocasiones en el momento de la recolección de datos y muestra, por lo que se procedió a la elección de otros 3 lugares.

**Gráfico 1. Distribución por Zonas de las Juntas de Saneamiento de la ciudad de Coronel Oviedo. 2016. (n=36)**



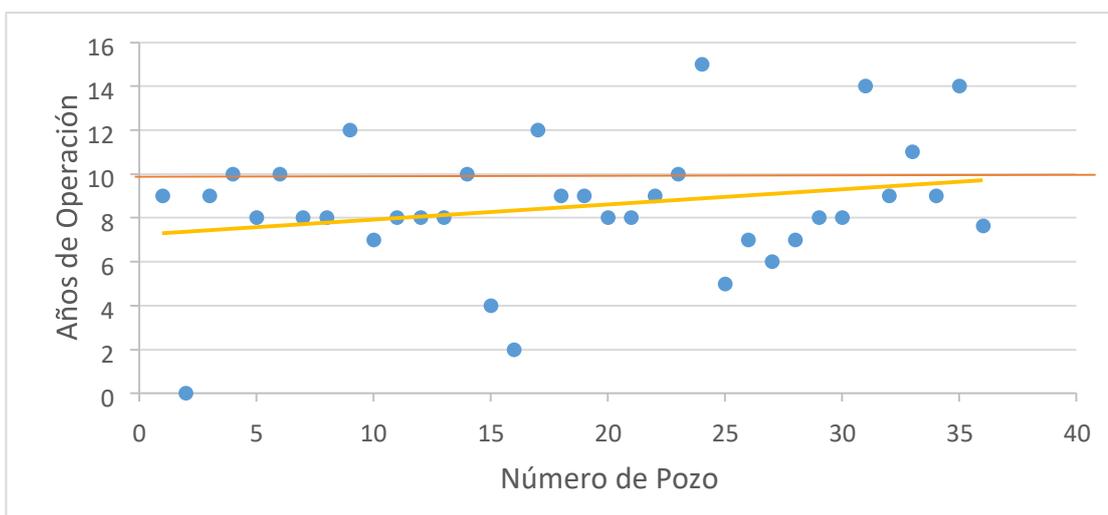


## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

**Fuente:** Coliformes Totales en aguas distribuidas por Juntas de Saneamiento de la Ciudad de Coronel Oviedo. Año 2016

El 11,11% (4/36) de las muestras fueron de la zona 1, 30,56% (11/36) para la zona 2, similar porcentaje para la zona 3, y 27,78% (10/36) para la zona 4.

**Gráfico 2. Años de operación de las Juntas de Saneamiento de la ciudad de Coronel Oviedo. 2016 (n=36)**



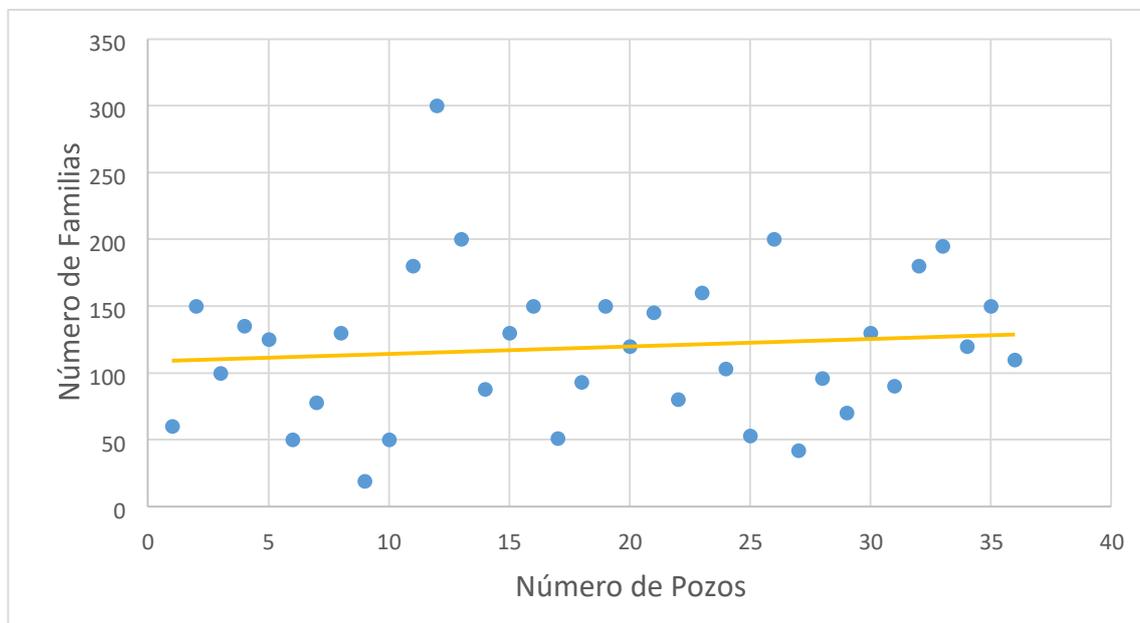
**Fuente:** Coliformes Totales en aguas distribuidas por Juntas de Saneamiento de la Ciudad de Coronel Oviedo. Año 2016

Los años de operación de los pozos, con una media de 8,53 años, con una desviación estándar de 2,92. Donde los valores mínimos y máximos son 4 meses y 15 años, respectivamente. Según la bibliografía consultada, la vida media de los equipos de bombeo es alrededor de 10 años.



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

**Gráfico 3. Número de familias alcanzadas por las Juntas de Saneamientos de la ciudad de Coronel Oviedo. 2016 (n=36)**



**Fuente:** Coliformes Totales en aguas distribuidas por Juntas de Saneamiento de la Ciudad de Coronel Oviedo. Año 2016

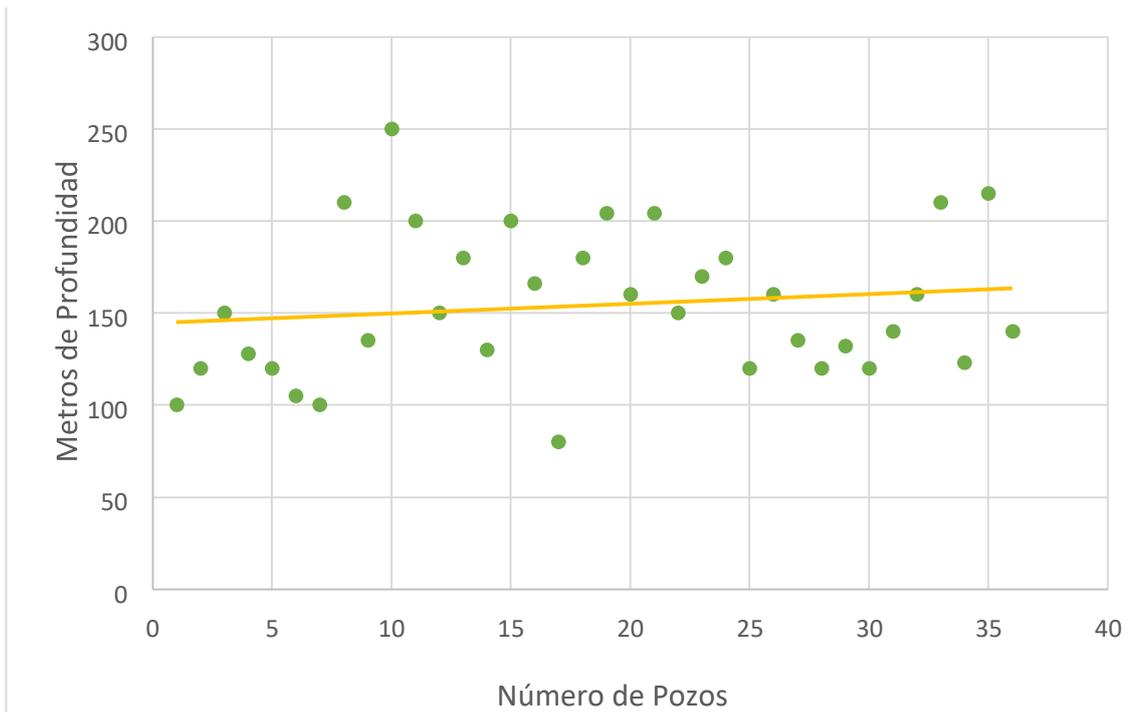
Los números de familias que acceden al servicio de abastecimiento tiene una media de 118 familias, con una desviación estándar de 56,86. El valor máximo fue de 300 y el mínimo de 19 familias.

En las zonas 2 y 3 se observó el mayor número de familias con una media de 127.36 y 159.54, respectivamente.

**Gráfico 4. Profundidad de los pozos de las Juntas de Saneamiento de la ciudad de Coronel Oviedo. 2016 (n=36)**



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ



**Fuente:** Coliformes Totales en aguas distribuidas por Juntas de Saneamiento de la Ciudad de Coronel Oviedo. Año 2016

ZONAS	MEDIA	DS	MIN	MAX
<b>1</b>	140,75	35,99	100	180
<b>2</b>	178,63	35,74	130	250
<b>3</b>	152,54	32,11	120	210
<b>4</b>	134,1	42,14	80	210

**Fuente:** Coliformes Totales en aguas distribuidas por Juntas de Saneamiento de la Ciudad de Coronel Oviedo. Año 2016

**Tabla 1. Profundidad de los pozos de las Juntas de Saneamiento por zonas de la ciudad de Coronel Oviedo. 2016 (n=36)**

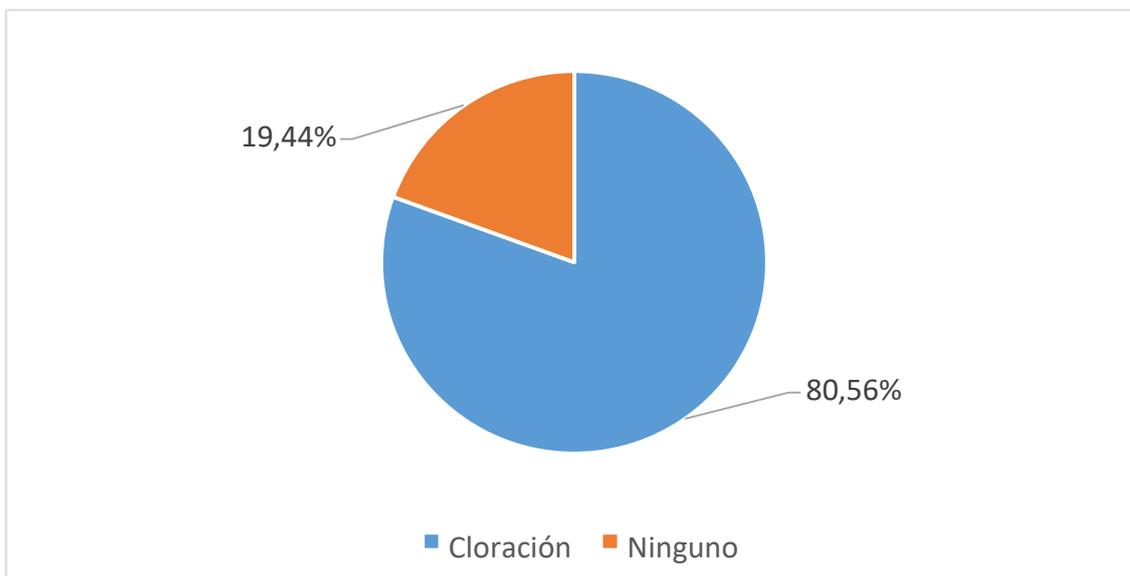
Coronel Oviedo. Año 2016

La profundidad media de los pozos es de 154,08 metros, con un rango de 80,25 metros y una desviación estándar del 39,39. El pozo con menor profundidad fue de 80 metros y 250 metros para el de mayor profundidad.



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

**Gráfico 5. Métodos de Purificación utilizados en las Juntas de Saneamiento de la ciudad de Coronel Oviedo. 2016 (n=36)**



**Fuente:** Coliformes Totales en aguas distribuidas por Juntas de Saneamiento de la Ciudad de Coronel Oviedo. Año 2016

La cloración como método utilizado para la purificación del agua, fue del 80,56% (29/36), el resto no realizaban ningún tipo de método de purificación en el momento de la recolección de datos.

**Tabla 2. Métodos de Purificación utilizados clasificados por Zonas de tomas de muestra de las Juntas de Saneamiento de la ciudad de Coronel Oviedo. 2016 (n=36)**

Zonas	CLORA CION		NINGUNA		TOTAL	
	FA	%	FA	%	FA	%
1	4	100	0	0	4	100
2	8	72,73	3	27,27	11	100
3	11	100	0	0	11	100



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

4                      6                      60                      4                      40                      10                      100

---

**Fuente:** Coliformes Totales en aguas distribuidas por Juntas de

Saneamiento de la Ciudad de Coronel Oviedo. Año 2016

La presencia de coliformes se constató en el 63,89% de los casos, dando negativo solo en el 36,11%. Se relacionó la presencia de coliformes con la zona de extracción no encontrándose diferencias estadísticamente significativas ( $p=0,856$ )

En la tabla 2 se observa la descripción de los métodos de purificación según las zonas de tomas de muestra de agua, y describe que la zona 2 y 4 el 27,27 % y 40% respectivamente la muestra no había sido tratada previa a la toma de muestra, pues las mismas carecían o poseían una bomba con desperfectos según los encargados de las Juntas de Saneamiento.

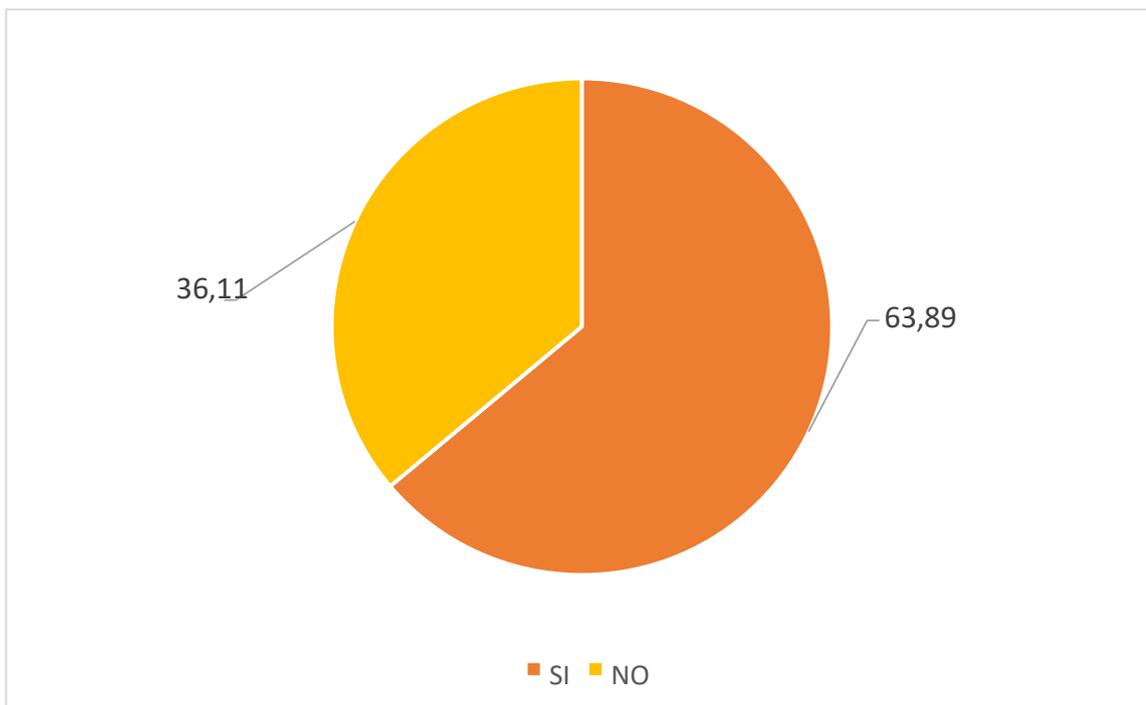
### **Gráfico 6. Presencia de Coliformes Totales en aguas extraídas de los**



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

### Pozos de las Juntas de Saneamiento de la ciudad de Coronel Oviedo.

2016 (n=36)



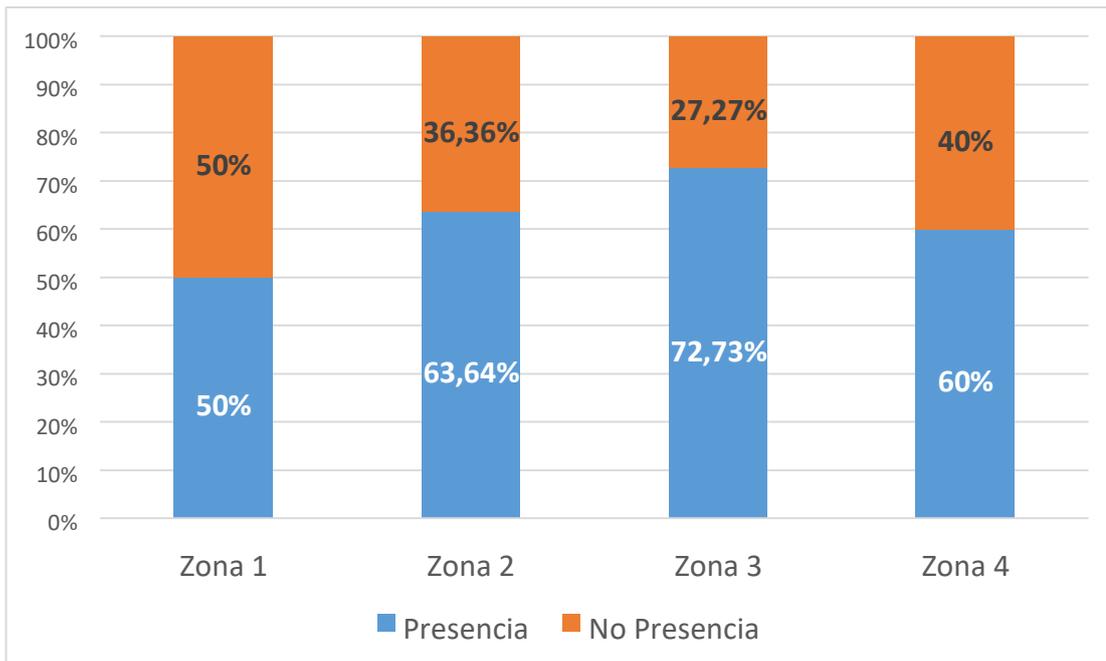
**Fuente:** Coliformes Totales en aguas distribuidas por Juntas de Saneamiento de la Ciudad de Coronel Oviedo. Año 2016

Se ha evidenciado que el 63,89% de las muestras de aguas extraídas de las Juntas de Saneamiento de la ciudad de Coronel Oviedo presentaban contaminación por coliformes totales.

**Gráfico 7. Presencia de Coliformes Totales en las aguas distribuida por Juntas de Saneamiento clasificada por Zonas en la ciudad de Coronel Oviedo. 2016 (n=36)**



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ



**Fuente:** Coliformes Totales en aguas distribuidas por Juntas de Saneamiento de la Ciudad de Coronel Oviedo. Año 2016

La presencia de Coliformes totales fueron mayores en las Zona 2 63,63%, Zona 3 con el 72,73% en las aguas analizadas. No se hallaron diferencias estadísticamente significativas ( $p=0,85$ ).

**Tabla 3. Presencia de Coliformes Totales en las aguas distribuida por Juntas de Saneamiento clasificada por Zonas en la ciudad de Coronel Oviedo. 2016. (n=36)**

Zonas	Presencia		No presencia		Total	
	FA	%	FA	%	FA	%
1	2	50%	2	50%	4	100%
2	7	63,64%	4	36,36%	11	100%



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

3	8	72,73%	3	27,27%	11	100%
4	6	60%	4	40%	10	100%

**Fuente:** Coliformes Totales en aguas distribuidas por Juntas de Saneamiento de la Ciudad de

Coronel Oviedo. Año 2016

Los datos obtenidos en la investigación revelaron que el 62,07% de las muestras obtenidas cuyos encargados manifestaron la cloración de las aguas de las Juntas de Saneamiento presentaban contaminación por coliformes totales, por otra parte, las muestras de agua no tratadas previamente poseían 71,43% de contaminación, no se constató diferencias estadísticamente significativas ( $p=0,64$ )

**Tabla 4. Presencia de Coliformes totales según el tipo de tratamiento de purificación realizado por las Juntas de Saneamiento de la ciudad de Coronel Oviedo. 2016 (n=36).**

Método de Purificación del Agua	Presen cia		No Prese ncia		Total	
	FA	%	FA	%	FA	%
<b>Cloración</b>	18	62,07	11	37,93	29	100%
<b>Ninguno</b>	5	71,43	2	28,57	7	100%

**Fuente:** Coliformes Totales en aguas distribuidas por Juntas de Saneamiento de la Ciudad de Coronel

Oviedo. Año 2016

En cuanto a las muestras con presencia de coliformes totales la media fue de 13,47 UFC/ml (Unidades Formadoras de Colonias), con un mínimo de 1 y máximo de 49 UFC/ml.



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

### DISCUSIÓN

Se ha encontrado que el 63,89% de las aguas no cumplían con los criterios de potabilidad microbiológica del agua. Otras investigaciones realizadas en nuestro país, en zona de influencia del Acuífero Patiño evidenciaron que 58% de las aguas poseían parámetros positivos de contaminación fecal entre otras fuentes de aguas superficiales con grandes cargas de mencionado agente microbiológico.<sup>(21) (8)</sup> En tanto en países como Brasil y México se evidenciaron que las aguas no tratadas previamente contenían un alto índice de contaminación con coliformes totales.<sup>(36) (29)</sup>

La presencia de coliformes totales en aguas de consumo humano puede afectar la calidad de vida de la población que está expuesta y amerita un planteamiento de trabajo político-institucional con el fin de brindar un servicio de abastecimiento agua potable acorde a los normas de potabilidad de las mismas, en la posta de alcanzar el punto número 7 de los objetivos de desarrollo del milenio (ODM).<sup>(13) (7) (9)</sup>

Más de tres cuartas partes de los pozos cuyas muestras que fueron analizadas poseían la cloración como método de purificación, aunque se ha preconizado la elección y recomendación del uso del cloro por ser un método sencillo, barato y de fácil manejo<sup>(17) (15)</sup>, se ha constatado en el estudio que en más de la mitad de las muestras poseían contaminación por coliformes totales pese al uso del cloro en concordancia con estudios similares<sup>(42) (35) (36)</sup>, además de un porcentaje ligeramente mayor en aquellas muestras que no fueron tratadas.



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

Existen factores que influenciarían en la eficacia del método de cloración, las cuales podrían citarse cuanto sigue: la ineficiencia del tratamiento, variaciones del pH del agua, existencia de especies resistentes al cloro, o una excesiva turbiedad de las aguas de los pozos de las Juntas de Saneamiento, por lo cual abre las puertas para la realización de estudios futuros a descartar y tratar de manera a resolver la problemática evidenciada en la investigación. <sup>(8)</sup> <sup>(23)</sup> Es muy importante tener en cuenta otros factores destacables como las descargas de aguas negras cámaras sépticas mal diseñadas o fallas en el sistema de distribución y almacenamiento. <sup>(32)</sup> <sup>(16)</sup> <sup>(8)</sup>

En cuanto el tiempo de funcionamiento de las Juntas de Saneamiento se constata que alguno de ellos ha llegado a la vida útil media de los equipos de bombeo de los mismos la cual es de 10 años aproximadamente con una media de 9 años aproximadamente. La contaminación y disminución de la calidad de las aguas distribuidas puede producirse durante el proceso de extracción como en el proceso de abastecimiento a los hogares, implicado por falta de mantenimiento de los pozos y tanques, formación de biopelículas en los tanques y sistemas de distribución, escasos mantenimientos de las mismas, cañerías rotas o con filtraciones, mala calidad de los sistemas de abastecimiento entre otros. <sup>(16)</sup> <sup>(2)</sup> <sup>(32)</sup> <sup>(8)</sup> <sup>(42)</sup>

Alrededor del 80% de la población del interior del país tiene acceso al vital líquido a través de Juntas de Saneamiento <sup>(9)</sup>, con esto se plantearía un escenario ideal para el intensivo estudio de la calidad microbiológica del agua, dando lugar a la implementación de normas que impactarían de manera positiva en la Salud Pública, y con la finalidad de ofrecer una calidad de vida adecuada, asegurando el bienestar de los usuarios de servicios de distribución de agua por medio de las Juntas de Saneamientos. <sup>(4)</sup> <sup>(14)</sup> <sup>(9)</sup>



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

No se ha evidenciado diferencias significativas en cuantos a la presencia de coliformes por zonas planteando un escenario particular en cada Junta de Saneamiento de cuyas aguas fueron analizadas.



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

### CONCLUSIÓN

Más de la mitad de las aguas de las Juntas de Saneamientos mostraron índice de contaminación por coliformes totales, es decir, no cumplen con uno de los criterios microbiológicos de agua potable según la OMS. En tanto que la media de presencia de coliformes totales fue de 13 UFC/ml, su sola presencia es indicador de contaminación del agua, es decir que su número después del tratamiento debe ser  $<1$  UFC7/ml.

Pese a que la cloración es el método utilizado para el saneamiento del agua, se constató un número importante de Juntas de Saneamiento no poseían el citado método de purificación, en tanto se ha descubierto que aunque el método sea utilizado, existe persistencia de las bacterias coliformes totales en las muestras tomadas.

No se ha evidenciado diferencias que establezcan relación en cuanto a las zonas de tomas de muestra y la presencia de coliformes, por lo que se debe analizar la situación de cada Junta de Saneamiento en particular.

La vida media útil de los sistemas de bombeo es de aproximadamente 10 años, en el estudio se constatado que el promedio de los mencionados sistemas oscila los 9 años de uso, hecho que favorecería la contaminación con coliformes totales.



## **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ**

El presente trabajo abre sendas puertas para la realización de nuevos análisis y a fin de profundizar el estudio de la calidad de las aguas distribuidas en la región con la finalidad de proveer información útil para la ciudadanía en el marco de prevención de las enfermedades transmitidas por el agua, promoviendo líneas de acciones políticos-institucionales con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los usuarios del servicio de las Juntas de Saneamiento.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda un análisis profundo de la calidad física, química y bacteriológica de las aguas distribuidas a las Juntas de Saneamiento a fin de garantizar el servicio conforme a las exigencias de las normas del abastecimiento de agua potable a la población.



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

El agua como líquido vital para la vida debe ser potable, como requisito básico para la conservación de la salud humana, debiendo contarse con programas permanentes de evaluación de la calidad del agua.

Concienciar a los miembros de la Junta de Saneamiento acerca de la importancia del consumo de agua potable, y la capacitación continua a los mismos a fin de alcanzar el objetivo de proveer un abastecimiento acorde a las exigencias de saneamiento.

### BIBLIOGRAFÍA

1. Carbajal A, Gonzalez M. In Toxqui Vy. Agua para la salud. Pasado, presente y futuro. Madrid: CSIC; 2012. p. 33-45.
2. Flores JJ, Puc-Franco M, Suarez G, Heredia M. Calidad bacteriologica del agua potable de la ciudad de Mérida, México. Salud Pública de México. 1995;; p. 237-239.
3. Red Iberoamericana de Potabilización Y Depuración del Agua. Riesgo De Enfermedades Transmitidas Por El Agua En Zonas Rurales. [Online].; 2013. Available from: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd57/riesgo.pdf>.



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

4. UNESCO. Agua para todos, toda la vida. In OMS/ONU.. Paris: UNESCO ED.; 2003. p. 5.
5. Ashbolt N, Grabow W. Indicators of microbial water quality. In Water quality: Guidelines, standards and health –Assessment of risk and risk management for water-related infectious disease. Londres: IWA Publishing; 2001. p. 289315.
6. Camacho A, Giles M, Ortegon A, Palao M, Serrano B, Velasquez O. Método para la determinación de bacterias coliformes, coliformes fecales y Escherichia coli por la técnica de diluciones en tubo múltiple (Número más Probable o NMP). In Administrador de Manuales y Documentos (AMyD). Facultad de Química. Mexico: UNAM; 2009.
7. ESSAP-SENACSA. Uso del agua en el Paraguay. In. Asuncion: ESSAP; 2013. p. 12-65.
8. Sotomayor F, Villagra V, Cristaldo G, Silva L. Determinación de la calidad microbiológica de las aguas de pozo artesiano de distritos de los departamentos Central, Cordillera y municipio Capital. Memorias. Instituto de Investigacion de Ciencias de la Salud. 2013; 11(1): p. 5-14.
9. Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones. Actualización del Análisis Sectorial de Agua Potable y Saneamiento en Paraguay. Asunción.; 2010.
- 10 Organizacion Mundial de la Salud. Global Annual Assessment of Sanitation and Drinking Water. [Online].; 2010. Available from: [http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789241599351\\_eng.pdf](http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789241599351_eng.pdf).
- 11 Garcia L, Iannacone J. Pseudomonas Aeruginosa un indicador complementario de la calidad de agua potable: análisis bibliográfico a nivel de Sudamérica. Lima;; 2014.



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

- 12 Escobar C. Diagnóstico y perspectivas para el agua en Paraguay y la region. In La nueva cultura del agua; 2005; Fortaleza.
- 13 UNICEF - OMS. Progresos en materia de saneamiento y agua potable. Ginebra;; 2015.
- 14 Organizacion Mundial de la Salud. OMS/AGUA. [Online].; 2015. Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs391/es/>.
- 15 Fundacion Nacional de Salud. Manual Práctico de analisis de agua Brasilia: FUNASA; 2013.
- 16 Arcos M, Avila N, Estupiñan S, Gomez A. Indicadores Microbiologicos de la contaminacion de las fuentes de agua. NOVA. 2012; 3(4): p. 69-79.
- 17 Tacuri J, Vintimilla O. Control microbiológico y fisico quimico del agua potable del sistema de abastecimiento del cantón Santa Isabel. 2012..
- 18 Mora D, Sanchez L, Del Razo L. Presencia de arsénico y coliformes en agua potable del municipio de Tecuala, Nayarit, México. Revista Internacional de Contaminación Ambiental. 2012; 28(2): p. 1207-135.
- 19 Baez L, Villalba C, Nogues J. Mapeo de la Vulnerabilidad y Riesgo de Contaminación del Agua Subterránea del Gran Asuncion. [Online].; 2014.  
Available from:  
<http://opengeo.pol.una.py/descargas/Informe%20Final%20Politecnica%20I NV20.pdf>.
- 20 ESSAP. Adecuacion ambiental del sistema de agua potable y actividades complementarias en la ciudad de Itá. Asunción.;; 2014.



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

- 21 Secretaria del Medio Ambiente. Informe Técnico Elaborado en Conformidad a Solicitud de la Comisión Permanente del Congreso Nacional. Asunción;; 2013.
- 22 Organización de las Naciones Unidas. División Para el desarrollo sostenible. Agenda 21. [Online].; 1992. Available from: <http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/spanish/agenda21spchapter18.htm>.
- 23 Truque P. Armonización de los estándares de agua potable en las Americas. ; 2008.
- 24 Dirección de Recursos Hídricos - Gobernación de Boquerón. II Simposio Paraguayo de Geología y III Simposio Paraguayo de Aguas Subterráneas y Perforación de Pozos. In Consideraciones preliminares del acuífero guaraní en el Paraguay Oriental; 2001; Boqueron.
- 25 Toledo A. Agua, Hombre y Paisaje Mexico: INE-SERMANAT; 2006.
- 26 Gayenola G. RED MAPSA. [Online].; 2007. Available from: <http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/>.
- 27 Cortes-Lara M. Importancia de los coliformes fecales como indicador de contaminación en la franja litoral de Bahía Banderas. 2003; 14(2).
- 28 Moposita A. Determinación de coliformes fecales en el agua de consumo humano y su relación con enfermedades diarreicas agudas en los hogares de la Parroquia De Pasa Del Cantón Ambato Ambato: Universidad Técnica de Ambato; 2015.



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

- 29 Isaac A, Lezama C, ku-Pech P. Calidad sanitaria de los suministros de agua para consumo humano en Campeche. Mexico:; 1994.
- 30 James J. Modern Food Microbiology New York: Aspen Food Science; 2000.
- 31 3M. Placas 3M™ Petrifilm™ Aqua para análisis de agua. St. Paul:; 2014.
- 32 Benítez PayareS et al. Calidad microbiológica del agua potable envasada en bolsas y botellas que s evenden en la ciudad de maracaibo, Estado Zulia - Venezuela. Multiciencias. 2013; 13(1): p. 16-22.
- 33 OMS. Guías de la calidad del agua para consumo humano. 3º Ed. Geneve:; 2006. Report No.: 92 4 154696 4.
- 34 Williams , Bain , Fisher , Cronk , Kelly E. A Systematic Review and MetaAnalysis of Fecal Contamination and Inadequate Treatment of Packaged Water. 2015; 1371(10).
- 35 Gupta V, Sharma B, Singla B, Singh A. What are we drinking? Assessment of water quality in an urban city of Punjab. 2015; 4(4).
- 36 Nogueira G, Nakamura C, Togmin M, Abreu B, Dias B. Qualidade . microbiológica de água potável de comunidades urbanas e rurais. 2003; 37(2).
- 37 Agua Latinoamérica. Agua embotellada: Un manual para operaciones adecuadas. 2003; 3(2).
- 38 OMS. Objetivos de Desarrollo del Milenio. Informe 2015. New York:; 2015.



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

- 39 Secretaria del Medio Ambiente. Estudio del Impacto del medio ambiente. 2001..
- 40 MSP&BS. SENASA. [Online].; 2016 [cited 2016 Setiembre 30. Available from: <http://www.senasa.gov.py/index.php>.
- 41 Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censo. Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censo. [Online]. Fernando de la Mora; 2015.  
Available from: [www.dgeec.gov.py](http://www.dgeec.gov.py).
- 42 Olivas E, Florez J, Di Giovanni G, Osuna P, Corral B. Contaminación fecal en agua potable del valle de Juárez. 2013; 31(2).
- 43 Sanchez H, Vargas M, Mendez J. Calidad Bacteriologica del agua para consumo humano en zonas de alta marginacion de Chiapas. Salud Pública de Mexico. 2000;; p. 397-406.



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

## ANEXOS

### Ilustración 1. Solicitud de apoyo técnico y humano del Instituto Regional de Investigación de la Salud dependiente de la Universidad Nacional del Caaguazú.

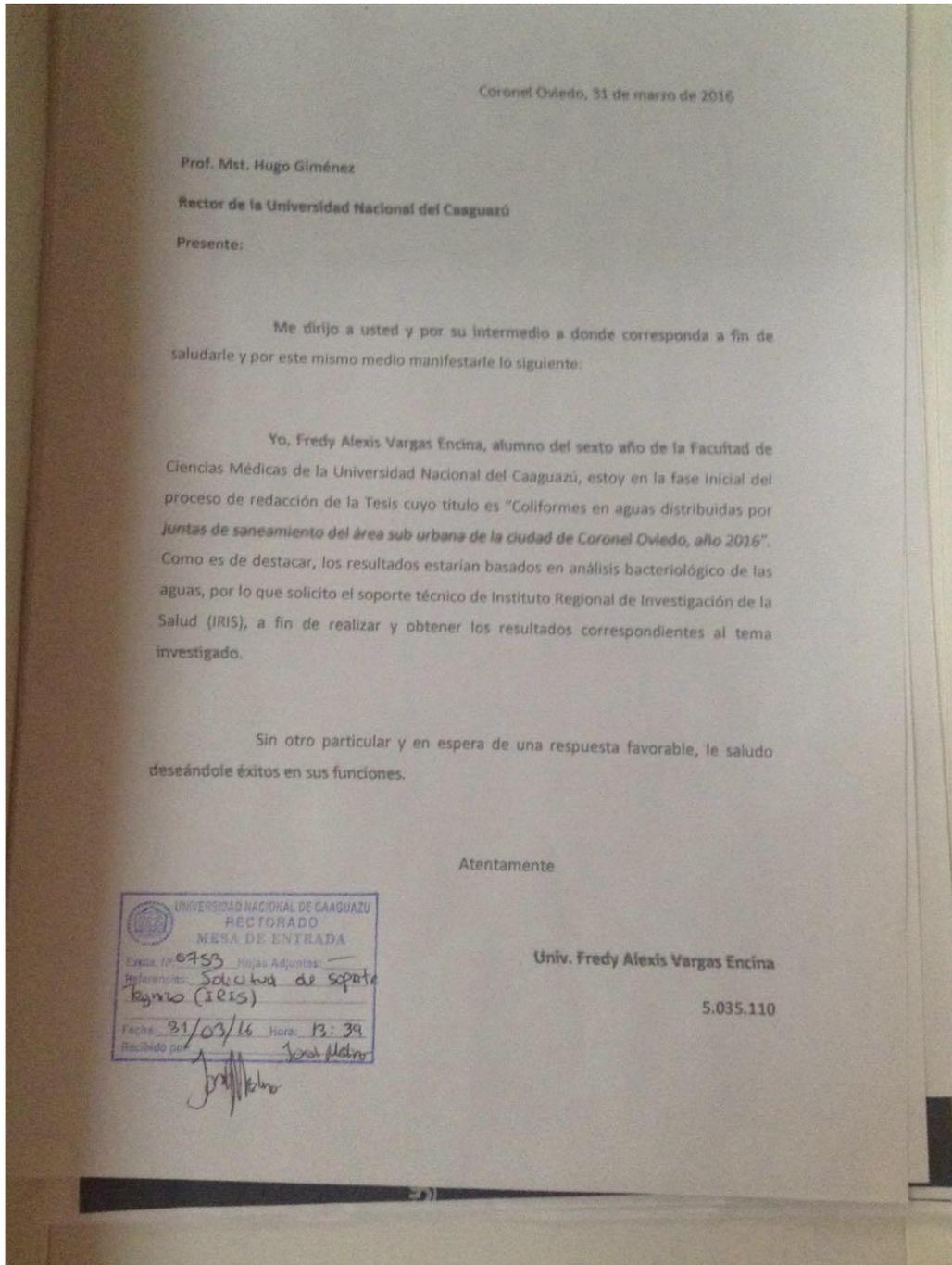


Tabla 5. Lista de Juntas de Saneamiento de la Ciudad de Coronel Oviedo Seleccionadas para la recolección de muestras de agua.



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ

<input type="checkbox"/> Virgen De Fátima	<input type="checkbox"/> Barrio 1º De Marzo
<input type="checkbox"/> 15 De Mayo	<input type="checkbox"/> Tuju Puku
<input type="checkbox"/> Calle Guasu	<input type="checkbox"/> Asentamiento Bonanza
<input type="checkbox"/> Las Mercedes	<input type="checkbox"/> Zaro Karo
<input type="checkbox"/> Calle Arroz	<input type="checkbox"/> AguapetyRugua
<input type="checkbox"/> Espinillo - Pozo24	<input type="checkbox"/> Asentamiento 6 De Enero
<input type="checkbox"/> Barrio San Luis	<input type="checkbox"/> Aguapety Portón
<input type="checkbox"/> Calle Jimenez	<input type="checkbox"/> Ovando
<input type="checkbox"/> Pindoty II	<input type="checkbox"/> Kanga í
<input type="checkbox"/> Calle Moreira	<input type="checkbox"/> Laguna Piri
<input type="checkbox"/> Calle Hovy	<input type="checkbox"/> Karaguatay-Mi
<input type="checkbox"/> Santa Lucia	<input type="checkbox"/> Calle Itacurubi
<input type="checkbox"/> Potrerito	<input type="checkbox"/> Olegario
<input type="checkbox"/> Villa San Francisco	<input type="checkbox"/> Kaygua Kokue
<input type="checkbox"/> Barrio General Díaz	<input type="checkbox"/> Asentamiento San Miguel Arcángel
<input type="checkbox"/> Villa Azucena	<input type="checkbox"/> Ñurugua
<input type="checkbox"/> Costa Conavi	<input type="checkbox"/> Chircaty
<input type="checkbox"/> Asentamiento Ciudad Nueva	<input type="checkbox"/> Asentamiento Nuevo Horizonte

**Ilustración 2. Preparación de los equipos de filtración de membrana para la evaluación de las muestras.**



**Ilustración 3. Evaluación de las muestras procesadas a las 24 horas de ser cultivadas en placas Petrifilm Acqua.**



**Ilustración 4. Equipo humano del IRIS-UNC@ durante la preparación de las muestras obtenidas.**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ



**Ilustración 5. Cuestionario “Coliformes Totales en aguas distribuidas por juntas de saneamiento en la ciudad de Coronel Oviedo. 2016”**



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAAGUAZU



CUESTIONARIO “COLIFORMES EN AGUAS DISTRIBUIDAS POR JUNTAS DE SANEAMIENTO EN LA CIUDAD DE CORONEL OVIEDO 2016”

<b>Ficha nº</b>		FAV001	<b>Ficha nº</b>	
<b>Muestra nº</b>		FAV002	<b>Muestra nº</b>	
<b>Zona</b>		FAV003	<b>Zona</b>	
<b>Años de operación</b>		FAV004	<b>Años de operación</b>	
<b>Número de familias alcanzadas</b>		FAV005	<b>Número de familias alcanzadas</b>	
<b>Profundidad del pozo</b>		FAV006	<b>Profundidad del pozo</b>	
<b>Método de purificación del agua</b>		FAV007	<b>Método de purificación del agua</b>	
<b>Laboratorio</b>			<b>Laboratorio</b>	
<b>Coliforme totales</b>	SI NO	FAV008	<b>Coliforme totales</b>	SI NO
<b>UFC</b>		FAV009	<b>UFC</b>	