

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Arquitectura, Ingeniería Civil y del
Ambiente
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



**“DEPURACIÓN DE CONTAMINANTES PRESENTES EN EFLUENTES DE
CENTROS DE SALUD I-4 MEDIANTE PROCESOS OXIDATIVO AVANZADOS
FOTO-FENTON EN LA MICRO RED AREQUIPA- CAYLLOMA, EN EL CENTRO
DE SALUD DE HUNTER”**

Tesis presentada por el Bachiller:

Gonzales Herrera, Carmen Cecilia

Medina Ramos, Robert Joaquín

para optar el Título Profesional de

Ingeniero Ambiental

Asesor:

Dr. Roque Rodríguez, Francisco Javier

Arequipa- Perú

2019



AREQUIPA - PERU

Universidad Católica de Santa María

☎ (51 54) 382038 Fax: (51 54) 251213 ✉ ucsm@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe Apartado: 1350

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
INFORME DICTAMEN BORRADOR DE TESIS

VISTO

EL BORRADOR DE TESIS TITULADO:

Depuración de contaminantes presentes en efluentes de Centros de Salud III
mediante procesos oxidativos Avanzados Fato-Fenton en la microcelda Arequipa- Caylloma
en el Centro de Salud de Huntee»
Presentado por el (los) Bachiller (es):

Gonzales Herrera, Carmen Cecilia

Molina Ramos, Robert Joaquín

Nuestro DICTAMEN es:

FAVORABLE PARA QUE CONTINUE SU TRÁMITE

OBSERVACIONES:

Arequipa

DICTAMINADOR

DICTAMINADOR

Pizbeth C.

DICTAMINADOR

PRESENTACIÓN

Señor Decano de la Facultad de Arquitectura, Ingenierías Civil y del Ambiente.

Señora Directora de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental.

Señores Miembros del Jurado Dictaminador de Tesis.

De conformidad con las disposiciones del Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, ponemos a vuestra consideración el presente trabajo de investigación titulado:

“DEPURACIÓN DE CONTAMINANTES PRESENTES EN EFLUENTES DE CENTROS DE SALUD I-4 MEDIANTE PROCESOS OXIDATIVO AVANZADOS FOTO-FENTON EN LA MICRORRED AREQUIPA- CAYLLOMA, EN EL CENTRO DE SALUD DE HUNTER”

El siguiente trabajo de investigación fue realizado aplicando los conocimientos adquiridos durante nuestra formación universitaria, el mismo que al ser aprobado nos permitirá optar por el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Arequipa 18 de junio, 2019

Dedicatorias

A Dios, por orientarme, fortalecerme e iluminarme para seguir cumpliendo uno más de mis sueños. A mis abuelos, Jorge Herrera Flores y Elizabeth Guillen de Herrera por apoyarme siempre y acompañarme en el desarrollo de mis metas, a mis padres Edwin Gonzales Cateriano y Cecilia Herrera Guillen por confiar en mí, por apoyarme incondicionalmente y a mi hermana Aida Gonzales Herrera por ser mi compañera de vida. A mis familiares y amigos, y aquella persona de afecto por estar conmigo e inspirarme a seguir con mis sueños.

Carmen Cecilia Gonzales Herrera

A Dios por guiarme en este camino dándome la fuerza necesaria para conseguir este objetivo, a aquellas personas que me acompañaron en el transcurso de la realización de este proyecto y por la confianza depositada por mis padres Roberts Medina Cáceres y Auris Ramos Flores, y mi pequeña hermana Valeria Manuela Medina Ramos familiares, compañeros e ingenieros que apoyaron este proyecto. Junto a ellos puedo cumplir una meta más.

Robert Joaquín Medina Ramos

Agradecimiento

Para empezar, nos gustaría agradecer a la Universidad Católica Santa María específicamente a la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental por conocimientos adquiridos durante nuestra formación universitaria.

En segundo lugar agradecemos infinitamente al Dr. Ing. Francisco Javier Roque Rodríguez, nuestro asesor, por dedicarnos su tiempo, apoyo y por compartir sus conocimientos y guiarnos en el desarrollo de nuestra investigación como mentor para lograr nuestro objetivo profesional. Nos brindó una serie de enseñanzas, y organización.

A sí mismo, queremos agradecer a nuestra Co-asesora Dra. Pamela Valencia Paredes, a la Dra. Ana Aguilar Ccara, por brindarnos su apoyo incondicional, durante la elaboración de la tesis y su ayuda incondicional cuando necesitábamos un soporte. A la Ing. Pamela Manrique Pino, por su desinteresada colaboración y su orientación profesional, brindándonos su tiempo en cada momento requerido.

Finalmente queremos agradecer al Dr. Ricardo Ríos, Asistente de recursos naturales y Coordinador de saneamiento básico de la red de salud Arequipa Caylloma que estuvo dispuesto a brindarnos el apoyo necesario en todo momento, nos facilitó los permisos y requerimiento a la brevedad para el estudio y además, se interesó ampliamente en nuestra evaluación como pionera en el análisis y tratamiento en la región Arequipa.

ÍNDICE

ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
LISTA DE SÍMBOLOS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO I	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.3. HIPÓTESIS	6
1.4. OBJETIVOS	6
1.5. EXPOSICIÓN DE VARIABLES	6
1.6. JUSTIFICACIÓN	8
1.7. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	8
1.8. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	9
CAPÍTULO II	10
2. FUNDAMENTO TEÓRICO	10
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	10
2.2. MARCO TEÓRICO	12
2.3. MARCO LEGAL	28
CAPÍTULO III	33
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	33
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	33
3.2 CAMPO DE VERIFICACIÓN	33
3.4 DISEÑO METODOLÓGICO	34
3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOPIACIÓN DE DATOS	36
3.6 MATERIALES Y EQUIPOS	44
CAPÍTULO IV	45
4 RESULTADOS, DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	45
4.1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y DISCUSIONES	45
4.2 CONCLUSIONES	79
4.3 RECOMENDACIONES	81

5 BIBLIOGRAFÍA	82
ANEXOS.....	88
Anexo 1 Permisos de acceso al Centro de Salud	89
Anexo 2 Planos del Centro de Salud (Croquis y Distribución)	91
Anexo 3 Plano Perimétrico del Centro de Salud	95
Anexo 4 Plano de Redes de drenaje del Centro de Salud	97
Anexo 5 Referencias utilizadas del "Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales"	99
Anexo 6 Resultado de Laboratorio de Análisis de Agua residual hospitalaria (condiciones iniciales).....	102
Anexo 7 Cuadro de atención a Pacientes por los diferentes Consultorios 2017-2018.....	107
Anexo 8 Cuadros de análisis de Consumo de agua en los año 2017-2018.....	109
Anexo 9 Cuadro de la Entrada y Salida de Fármacos en los últimos 7 meses del año 2018	111
Anexo 10 Cuadro de los fármacos según su clasificación, tiempo de vida, N° Cas y composición química	122
Anexo 11 Ecuaciones para la modelación	131
Anexo 12 Cuadro de medición de Caudal	133
Anexo 13 Cuadro de la Modelación de la dispersión de los Medicamentos utilizando el programa Enviroland	135
Anexo 14 Cuadros de Resultados de análisis de laboratorio del Proceso Foto Fenton a diferentes concentraciones.....	146
Anexo 15 Dossier Fotográfico (Centro de Salud).....	154
Anexo 16 Dossier Fotográfico (Proceso de muestro de agua residual)	156
Anexo 17 Dossier Fotográfico (Evaluación del Proceso Foto-Fenton en Laboratorio).....	158
Anexo 18 Dossier Fotográfico (Prototipo a escala Laboratorio y Escala Virtual 3D del POA Foto Fenton).....	161
Anexo 19 Resultado de Laboratorio de Análisis de Agua residual hospitalaria después del tratamiento POA Foto Fenton”	164
Anexo 20 Resultados Estadísticos	170

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Actores involucrados en el sector salud en Perú	13
Figura 2 Esquema control de organización.....	13
Figura 3: “Equipo médico mínimo”	14
Figura 4: Esquema de las etapas de Entrada y Salida de Medicamentos.....	19
Figura 5 Ruta Bioquímica del POA Foto-Fenton	27
Figura 6 LMP de efluentes para verterlos en un cuerpo de agua.....	30
Figura 7: “Parámetros de los VMA de aguas residuales no domésticas”	32
Figura 8: Diseño metodológico de la identificación análisis y depuración de los contaminantes de los efluentes hospitalarios residuales mediante POA Foto-Fenton.....	35
Figura 9 Diagrama de Bloques del POA Foto-Fenton.....	40
Figura 10: “Ubicación Geoespacial del Centro de Salud “Javier Llosa García”, Arequipa”.....	45
Figura 11: “Mapa Centro de Salud “Javier Llosa García”, Arequipa	48
Figura 12 Gráfica de la atención anual (2017-2018) en los diferentes consultorios del Centro de Salud	50
Figura 13 Gráfica del Consumo (m ³) de agua según los meses del año (2017-2018)	51
Figura 14: “Punto de muestreo de agua residual del Centro de Salud, Arequipa”	54
Figura 15 Gráfica de Modelación de la Concentración (mg/L) en función a la Distancia (m) del Paracetamol.....	58
Figura 16 Gráfica de Modelación de la Concentración (mg/L) en función a la Distancia (m).....	59
Figura 17 Modelo de Caja Blanca del POA Foto-Fenton y mejora de Hipoclorito de Sodio y Carbón Activado.....	66
Figura 18: “Prototipo a escala laboratorio del POA Foto-Fenton”	69
Figura 19: “Evaluación del POA Foto-Fenton con agua residual”	69
Figura 20: “POA Foto-Fenton filtración con Carbón activado”	70
Figura 21: “Resultado del POA Foto-Fenton utilizando.....	70
Figura 22 Diseño 3D Vista Horizontal por ambos lados	71
Figura 23 Diseño 3D Vista Frontal.....	72
Figura 24 Fotografías del Centro de Salud, su distribución espacial.....	155
Figura 25 Fotografías de la Toma de muestra del Agua Residual Hospitalaria en el punto de muestreo.....	157
Figura 26 Fotografías del POA Foto-Fenton, A: Medición parámetros del agua, B: Llenado de Beaker con la muestra 250ml, C: Muestras de agua residual, D: Añado del Reactivo Sulfato de Hierro, E: Añado de reactivo Peróxido a la muestra, F: Agitación constante del POA usando Sistema de Jarras y Agitador magnético.....	159
Figura 27 Fotografías del POA Foto-Fenton, G: Después de la agitación, muestras color café rojizo, H: Reposo durante 1 hora de la muestra, I: Filtración con papel filtro, J: Muestra obtenida color amarillo, K: Añado de Cloro para regular el pH y mejorar el POA, L: Filtración utilizando Carbón Activado	160
Figura 28 Fotografías del Prototipo a escala Laboratorio.....	162
Figura 29 Fotografías del Diseño 3D en Autodesk versión 2017 y Lumion versión 6.5.1 Pro	163

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Establecimientos de salud.....	2
Tabla 2 Variables, su definición conceptual y Operativa	7
Tabla 3: División de los Establecimientos de Salud	14
Tabla 4: “Funciones Generales de un Centro de Salud I4”.....	15
Tabla 5: Clasificación de los medicamentos según su uso terapéutico.....	16
Tabla 6: Clasificación de los medicamento según su toxicidad.....	18
Tabla 7: “Ventajas y desventajas del POA Foto-Fenton”	28
Tabla 8 Esquema Experimental	42
Tabla 9: “Lista de Materiales, equipos y reactivos utilizados en análisis experimental”	44
Tabla 10: “Lista de Materiales y programas informáticos para el diseño”	44
Tabla 11: “Coordenadas de Ubicación de la Zona de Estudio”	46
Tabla 12: Área de influencia directa.....	46
Tabla 13 Descripción de las Características Meteorológicas.....	47
Tabla 14: “División del Centro de Salud”	49
Tabla 15: Medicamentos usados constantemente durante los 7 meses.....	53
Tabla 16: “Coordenadas de Ubicación del Punto de Muestreo”.....	54
Tabla 17: Resultados iniciales de los análisis del efluente hospitalario	55
Tabla 18 Resultados parte experimental del POA Foto-Fenton con diferentes concentraciones de Peróxido de Hidrógeno	61
Tabla 19 Resultado experimental del POA Foto-Fenton probando con diferentes concentraciones de Sulfato de Hierro (II).....	63
Tabla 20 Resultados del POA Foto-Fenton añadiendo Hipoclorito para regular pH.....	65
Tabla 21 Análisis del agua residual tratada	67
Tabla 22 Componentes del diseño que requieren energía.....	71
Tabla 23 Análisis ANOVA de pH, OD% y mVORP del Peróxido de Hidrógeno	73
Tabla 24 Test de Duncan - Comparación múltiple de pH, OD% y mVORP.....	74
Tabla 25 ANOVA pH, OD%, mVORP de Sulfato de Hierro (II)	74
Tabla 26 Test de Duncan - Comparación múltiple de pH.....	75
Tabla 27 ANOVA pH de Hipoclorito de Sodio.....	75
Tabla 28 Test de Duncan - Comparación múltiple de pH de Hipoclorito	76
Tabla 29: Cuadro comparativo parámetros finales del efluente con VMA	76
Tabla 30: Cuadro comparativo parámetros finales del efluente con ECA A3.....	77
Tabla 31 Análisis de costo - beneficio del POA Foto-Fenton	78
Tabla 32 Cuadro de atención mensual a pacientes por consultorio durante el año 2017-2018	108
Tabla 33: “Reporte del consumo de agua en m ³ durante 2017 - 2018”	110
Tabla 34 Cuadro de la Entrada y Salida Fármacos en el mes de Junio (2018).....	112
Tabla 35 Cuadro de la Entrada y Salida Fármacos en el mes de Julio (2018).....	113
Tabla 36 Cuadro de la Entrada y Salida Fármacos en el mes de Agosto (2018)	114
Tabla 37 Cuadro de la Entrada y Salida Fármacos en el mes de Septiembre (2018).....	115
Tabla 38 Cuadro de la Entrada y Salida Fármacos en el mes de Octubre (2018).....	116
Tabla 39 Cuadro de la Entrada y Salida Fármacos en el mes de Noviembre (2018).....	120
Tabla 40 Cuadro de la Entrada y Salida Fármacos en el mes de Diciembre (2018).....	121
Tabla 41: Determinación del tiempo de vida y composición del medicamento	123
Tabla 42 Medición del Caudal de los efluentes hospitalarios del Centro de Salud "Javier Llosa García"	134

Tabla 43 Cuadro de Modelación de Dispersión de Medicamentos en el Agua en base al Programa Enviroland.....	136
Tabla 44: Pruebas 1, 2, 3 Proporción 5 mL de Peróxido de Hidrógeno	147
Tabla 45: Pruebas 4, 5, 6 Proporción 3 mL de Peróxido de Hidrógeno	148
Tabla 46: Pruebas 7,8, 9 Proporción 7 mL de Peróxido de Hidrógeno	149
Tabla 47: Pruebas 10, 11, 12 Proporción 0.5 gramos de Sulfato de Hierro (II) 7.H ₂ O	150
Tabla 48: Pruebas 13, 14,15 Proporción 1 gramos de Sulfato de Hierro (II) 7.H ₂ O	151
Tabla 49: Pruebas 16, 17, 18 Proporción 2 gramos de Sulfato de Hierro (II) 7.H ₂ O	152
Tabla 50: Prueba 19 Proporción 10 mililitros de Hipoclorito de Sodio.....	153
Tabla 51: Prueba 20 Proporción 18 mililitros de Hipoclorito de Sodio.....	153
Tabla 52: Prueba 21 Proporción 20 mililitros de Hipoclorito de Sodio.....	153
Tabla 53 Tabla descriptiva Análisis de pH de Peróxido de Hidrógeno	171
Tabla 54 Tabla descriptiva Análisis de OD% de Peróxido de Hidrógeno.....	172
Tabla 55 Tabla descriptiva Análisis de mVORP de Peróxido de Hidrógeno	173
Tabla 56 Tabla descriptiva Análisis de pH de Sulfato de Hierro (II)	174
Tabla 57 Tabla descriptiva Análisis de OD% de Sulfato de Hierro (II)	175
Tabla 58 Tabla descriptiva Análisis de mVORP de Sulfato de Hierro (II)	176
Tabla 59 Tabla descriptiva Análisis de pH de Hipoclorito de Sodio.....	177
Tabla 60 Test de Normalidad-Shapiro Wilks de Peróxido de Hidrógeno	178
Tabla 61 Test de Normalidad-Shapiro Wilks de Sulfato de Hierro.7H ₂ O (II).....	178
Tabla 62 Test de Normalidad-Shapiro Wilks de Hipoclorito de Sodio	178
Tabla 63 ANOVA pH de Peróxido de Hidrógeno	179
Tabla 64 ANOVA de Sulfato de Hierro(II).7H ₂ O	179
Tabla 65 ANOVA de Hipoclorito de Sodio.....	180
Tabla 66 Test de Homogeneidad de la Varianza pH, OD%, mVORP evaluando Peróxido de Hidrógeno (5, 3, 7ml)	180
Tabla 67 Test de Homogeneidad de la Varianza pH evaluando Sulfato de Hierro (II).7H ₂ O	180
Tabla 68 Test de Homogeneidad de la Varianza pH evaluando Hipoclorito de Sodio.....	181



LISTA DE SÍMBOLOS

ADN:	Ácido Desoxirribonucleico
DIGESA:	Dirección General de Salud
DQO:	Demanda Química de Oxígeno
DBO:	Demanda Bioquímica de Oxígeno
EC:	Contaminantes Emergentes
ECA:	Estándar de Calidad Ambiental
GERESA:	Gerencia Regional de Salud Arequipa
INS:	Instituto Nacional de Salud
MINAM:	Ministerio Nacional del Ambiente
MINSA:	Ministerio Nacional de Salud
NTS:	Norma Técnica de Salud
OEFA:	Organismo de evaluación y fiscalización Ambiental
OMS:	Organización mundial de la Salud
PM:	Plan de Mantenimiento
POAs:	Procesos Oxidativos Avanzados
PTAR:	Planta Tratamiento de aguas residuales
RRHH:	Recursos Hídricos
SST:	Sólidos Suspendidos Totales
TAR:	Tratamiento de Aguas Residuales
VMA:	Valores Máximo Admisibles
Q:	Caudal
Q_{promd}:	Caudal promedio diario
ρ:	Densidad
mg/L:	Miligramo por litro
COT:	Carbono Orgánico Total
M₀:	Masa inicial
W:	Ancho
d:	Profundidad
E:	Coefficiente de Eddy
T:	Tiempo
X:	Variable en metros
V:	Velocidad
K:	Tiempo de vida media en años
G:	Gravedad
S:	Pendiente
U:	Constante

RESUMEN

La presente investigación consistió en el análisis y tratamiento de aguas residuales hospitalarias del “Centro de Salud Javier Llosa García”, utilizando los Procesos Oxidativos Avanzados Foto-Fenton para conocer las características de estos efluentes, con la finalidad de brindar un reporte a nivel departamental de la identificación de las condiciones de aguas residuales hospitalarias basándonos en los Valores Máximo Admisibles (VMA), así como, un tratamiento adecuado para lograr los parámetros aceptables normados, disminuir el riesgo en el ámbito social y ambiental y darle un uso posterior.

Se dio inicio a la investigación con el análisis del área de estudio “Centro de Salud Javier Llosa García” durante un mes (30 días), donde se conoció sus características (ubicación, infraestructura, pacientes atendidos, consumo de agua y consumo de fármacos); siendo así que cuenta con 2 pisos, 1 sala de emergencia, 2 estacionamientos, etc., los cuales están divididos en 41 espacios de atención a pacientes. Además, durante 2017-2018 en cuanto pacientes, tubo 3952 pacientes mensualmente, por año de 47,428 pacientes aproximadamente; seguidamente se pudo evaluar el consumo promedio mensual de agua que es de 274.6 m³, anual de 3296 m³; y como último punto en el área de farmacología tubo un stock de 143 fármacos de los cuales, 23 son los de consumo reiterativo. Seguidamente, con la información adquirida, se realizó la modelación de dispersión de los fármacos para conocer su comportamiento en el agua, utilizando los programas Epi Suite y Enviroland. Con ello, se efectuó el análisis de una muestra del agua residual obteniéndose 112,1 mg/L Aceites y grasas (alto), 133 NUO Color (alto), 1113,0 µS/cm Conductividad, 124 mg/L Demanda Química de Oxígeno, 210 mg O₂/L Demanda Bioquímica de Oxígeno (alto), 9 pH(alcalino), 198 mg/L Sólidos totales suspendidos, 142 NTU Turbidez, Olor no aceptable, entre otros análisis fisicoquímicos y microbiológicos en el laboratorio certificado de ALS CORLAP, como línea base para caracterizar el efluente. Posteriormente, se procedió a la evaluación experimental del efluente utilizando un multiparámetro HANNA HI9829 y de los POAs Foto-Fenton, usando Peróxido de Hidrógeno 50%, Sulfato de Hierro (II) 7.H₂O, Hipoclorito de Sodio, Luz y Carbón Activado F-200. Se realizó muestreos semanales durante dos meses (60 días), para la evaluación experimental y poder conocer a diferente concentración de los reactivos la proporción ideal para el tratamiento, prosiguiendo con el diseño de un prototipo de los POAs Foto-Fenton a escala laboratorio, y una modelación 3D virtual dimensionándolo en el Centro de Salud.

Finalmente, con los resultados obtenidos se envió el agua tratada al laboratorio ALS CORLAP, para conocer sus características finales, obteniéndose <1.0 mg/L Aceites y grasas, 1 NUO color, 8150 µS/cm Conductividad, 63 mg/L Demanda Química de Oxígeno, 13 mg O₂/L Demanda Bioquímica de Oxígeno, 6.68 pH, <2 mg/L Sólidos totales suspendidos, 0.9 NTU Turbidez, aceptable Olor, entre otros análisis fisicoquímicos, microbiológicos y se comparó los resultados con los VMA y ECA`s.

PALABRAS CLAVE: Efluentes hospitalarios, parámetros, Valores Máximo Admisibles, Procesos Oxidativos Avanzados, Foto Fenton, Impacto ambiental y social.

ABSTRACT

The present research consisted of the analysis and treatment of the hospital "Javier Llosa García Health Center" wastewater, using the Oxidative Photo-Fenton Advanced Process, in order to get to know the characteristics of these effluents and to give a report at the departmental level of the identification of the hospital wastewater conditions based on the Maximum Allowable Values (VMA) and providing an adequate treatment to achieve the norm acceptable parameters, reducing the social and environmental risks and also giving it a later use.

The research began with the analysis of the study area during one month (30 days), where the characteristics of the Health Center were known, such as characteristics (location, infrastructure, patient care, water consumption, drugs consumption); which has 2 floors, 1 emergency room, 2 parking lots and other areas which are divided into 41 spaces where patient care is performed. In addition, as far as patient care it has about 3952 monthly, and per year about 47,428. Furthermore, we were able to evaluate the monthly water consumption average that is 274.6 m³, and annual of 3296 m³; and also, in the area of pharmacology they have a stock of 143 drugs, of which 23 are for reiterative consumption. Then, with the information acquired, a modeling of the dispersion of drugs was performed to analyze their behavior in the water, using the Epi Suite and Enviroland software packages. Using that data the analysis of a residual water sample was made, obtaining 112.1 mg/L for oils and fats (high), 133 NUO for color (high), 1113.0 µS/cm for conductivity, 124 mg/L for chemical demand of oxygen, 210 mg O₂/L for biochemical oxygen demand (high), 9 for pH (alkaline), 198 mg/L for total suspended solids, 142 NTU for turbidity, a non-acceptable odor, among other physicochemical and microbiological analyzes in the certified laboratory of ALS CORLAP, as baseline to characterize the effluent. Subsequently, the experimental evaluation of the effluent was carried out using a HANNA HI9829 multiparameter and the POA Foto-Fenton, using 50% Hydrogen Peroxide, Iron (II) Sulphate 7.H₂O, Sodium Hypochlorite, Light and Activated Carbon F-200. Weekly samplings were carried out during two months (60 days) for the experimental evaluation and to get to know the ideal proportion for the treatment at different concentrations of the reagents, and then designing a prototype of the POA Foto-Fenton at laboratory scale, a 3D virtual modeling dimensioning it in the Health Center.

Finally, having these results the treated water was sent to the ALS CORLAP laboratory, to know its final characteristics, obtaining <1.0 mg/L for oils and fats, 1 NUO for color, 8150 µS/cm for conductivity, 63 mg/L for chemical demand of oxygen, 13 mg O₂/L for biochemical oxygen demand, 6.68 for pH, <2 mg/L for total suspended solids, 0.9 NTU for turbidity, acceptable odor, among other physicochemical and microbiological analyzes and the results were compared with the VMA and ECA's.

KEY WORDS: Hospital wastewater, parameters, maximum allowable values VMA, Advanced oxidative processes, Photo-Phenton, environmental and social impact.

INTRODUCCIÓN

En el Perú, los establecimientos de salud no tienen la atención necesaria en referencia al gran impacto que generan sus efluentes al ambiente y al sector social, siendo a nivel internacional un peligro latente. Un establecimiento de salud según el Ministerio de Salud (MINSA) es “Aquel que realiza, en régimen ambulatorio o de internamiento, atención de salud con fines de prevención, promoción, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación, dirigidas a mantener o restablecer el estado de salud de las personas los cuales son clasificados en una categoría”.

La creciente demanda por servicios de salud y el aumento poblacional a originado al MINSA, priorizar en sus objetivos la prevención y garantizar la atención integral a sus habitantes; además, el Instituto Nacional de Salud (INS) tiene como misión la promoción, desarrollo y difusión de la investigación científica-tecnológica de salud, alimento, seguridad y ambiente para mejorar la calidad de vida de los habitantes, donde en sus publicaciones e investigaciones científicas actuales carece de enfoque en efluentes hospitalarios, omitiendo el impacto significativo que tienen estos para la salud pública y el ambiente. En nuestro país, el tratamiento a dichos efluentes, no tiene la importancia necesaria, por desconocimiento, poca investigación y propuestas enfocadas en ellos. Lo cual genera que los efluentes hospitalarios no sean tratados de ninguna manera, y sean vertidos al desagüe común sin medir el impacto o consecuencias.

El departamento de Arequipa, se encuentra conformado por 4 Redes de Salud, dentro de las cuales tenemos 36 Micro redes, 27 de ellas pertenecientes a la Red Caylloma. Para poder generar una data de línea base y una alternativa de solución a las concentraciones y características del agua residual obtenida por efluentes hospitalarios, nosotros nos centraremos en evaluar el “Centro de Salud Javier Llosa García” de la Red Caylloma.

Se han realizado algunas investigaciones respecto a este problema ambiental, con la finalidad de brindarle una solución apropiada, sin un régimen y valor de importancia considerable; buscaron conocer las características o al menos poder determinar como base algunos componentes que se encuentran en estos efluentes, donde concluyeron que poseen

características muy similares pero con mayores incertidumbres que las aguas residuales domésticas, debido a que se vierten conjuntamente.

Nuestro objetivo es brindarle un tratamiento a los efluentes residuales hospitalarios, identificando sus condiciones iniciales y así poder demostrar que los Procesos Oxidativos Avanzados en este caso Foto-Fenton pueden ser muy útiles para depurar este tipo de contaminantes, y regular los parámetros normados, con la finalidad de que sin necesidad de añadir otro sistema se obtengan aguas totalmente tratadas y brinde un beneficio social.



CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En este capítulo se presenta una revisión bibliográfica, de las condiciones actuales de Centros de Salud en el Perú y su manejo de efluentes residuales, a sí mismo, se presenta los conocimientos generales del Centro de Salud en estudio; como segundo enfoque se muestra las evidencias que ayudan a definir el problema; de igual forma, se encuentra planteado el alcance de la investigación; el objetivo principal y los objetivos específicos de la investigación. Finalmente como tercer enfoque se encuentra la justificación en todos los ámbitos, la hipótesis, variables y las limitaciones de la investigación.

1.1. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

En el Perú en época de la colonia 1568, las actividades gubernamentales para la preservación de la salud de la población iniciaron con la institución del Real Tribunal del Protomedicato. Seguidamente cuando se inició la época República, se conservó bajo el nombre de Protomedicato General del Estado y desde el año 1892, se creó la Junta Suprema de Sanidad con el fin de lograr la protección de la salud de la población; poniendo en vigencia el Reglamento General de Sanidad para regularizar toda institución nacional bajo un Código Sanitario. En 1920 en la Constitución de la República se ratificó la preocupación por la protección de la salud de la población, lo cual motivó a la creación del Ministerio de Salud Pública, Trabajo y Previsión Social promulgado en el D.L. 8124, en 1935. En la actualidad, el ministerio adopta el nombre de Ministerio de Salud, y busca garantizar calidad, eficiencia y equidad en el servicio de salud (MINSa, 2019).

En cuanto a la relación de oferta y demanda en el Sector Salud se ha incrementado en los últimos años desde su creación, en vista que posee un 58% de crecimiento en número de establecimientos de salud, principalmente en zonas de pobreza y fronteras (Paniagua Corazao, Pretell Zárata and Vasi Páez, 2001), y un incremento de la población de 2% por año aproximadamente (INEI, 2019). Es de notar que este crecimiento requería de un servicio y gestión adecuada; es por ello que se incorporó entre sus establecimientos, Redes de Salud de diferentes niveles de complejidad y capacidad de resolución, las

cuales están conformadas por un conjunto de Micro redes que son un grupo de establecimientos de salud de primer nivel de atención, que facilitan una mejor gestión de servicio en base a las necesidades de la población. Esta delimitación se basa en las características de oferta y demanda de servicios, área geográfica, vías de transporte, criterio socioeconómico y antecedentes históricos. (Paniagua Corazao, Pretell Zárate and Vasi Páez, 2001).

En todo el territorio peruano poseemos 8,288 establecimientos de Salud (MINSA, 2017), siendo su clasificación la siguiente:

Tabla 1 Establecimientos de salud

Departamentos	Nº Establecimientos de Salud
Amazonas	467
Ancash	424
Apurímac	391
Arequipa	261
Ayacucho	297
Cajamarca	852
Callao	59
Cusco	338
Huancavelica	416
Huánuco	315
Ica	145
Junín	518
La Libertad	334
Lambayeque	189
Lima	337
Loreto	399
Madre de Dios	109
Moquegua	65
Pasco	852
Piura	419
Puno	472
San Martín	386
Tacna	75
Tumbes	46
Ucayali	215
TOTAL	8381

Fuente: MINSA, 2017

En el Departamento de Lima se realizó en el año 2014, una investigación sobre los impactos ambientales de un Hospital público, en donde se estudió un establecimiento de Salud de Categoría III, donde obtuvieron 1,36 m³/cama/día consumo de agua, debido a la existencia de numerosos puntos de abastecimiento de agua y que las redes de agua no poseían un mantenimiento preventivo apropiado, igual que con los sistemas de almacenamiento y los aparatos sanitarios, además, los VMA en relación a DBO₅, DQO y SST los superaban. (Bambarén-Alatrística and Alatrística-Gutiérrez de Bambarén, 2014).

De igual manera en el Departamento de Cajamarca en el año 2015, se realizó una investigación para hacer un análisis de las Aguas Residuales del Hospital Regional donde se obtuvo los parámetros de DBO₅, DQO y Coliformes Termotolerantes, excedían los LMP establecidos, donde concluían que es necesario un plan de Gestión o un tratamiento a estos efluentes con el fin de disminuir el riesgo. (Oscar Wilder, 2015).

Centrándonos en el departamento de Arequipa, el cual posee 63,345.39 km², se encuentra conformando en su distribución departamental por 4 Redes de Salud (Caylloma, Camaná, Castilla-Condesuyo-La Unión, e Islay), dentro de las cuales tenemos 36 Micro redes, 5 hospitales, 70 Centros de Salud, 150 Postas de Salud, 1 Instituto de Salud Especializado, 1 Laboratorio de patología clínica y otros. Pudimos darnos cuenta que no se encuentra ninguna evaluación, investigación o análisis de los efluentes hospitalarios, en consecuencia, ningún tratamiento para lograr que estos efluentes no originen un impacto negativo.

Por ello, nosotros evaluamos el “Centro de Salud Javier Llosa García” de la Red de Salud Caylloma; el cual según el Informe de Evaluación del Establecimiento de Salud “Centro de Salud Javier Llosa García Hunter”: Cuenta con un número total de 29 camas, presentado 23 camas normales, 04 cunas infantiles y 02 camas lactantes (Beltrán et al., 2014).

Respecto a su Infraestructura: La distribución física del Centro de Salud Javier Llosa García cuenta con una construcción nueva de dos plantas en la parte central del

establecimiento de material noble con puertas de madera y amplias ventanas de vidrio (Beltrán et al., 2014).

Y respecto a los Servicios que posee son:

- Apoyo administrativo, SIS, Estadística, Logística, Personal.
- Servicios intermedios, Lavandería, Limpieza, Transporte, Farmacia, Laboratorio, Rayos x.
- Servicios finales (Medicina general, Pediatría, Ginecología, Traumatología ortopédica, Obstetricia, Planificación familiar, Psicoprofilaxis, Estimulación temprana de la gestante parto, Prevención del cáncer, Internamiento y atención de partos, Internamiento puerperio, Internamiento de recién nacido, Consultorios odontología general, Nutrición, Psicología, Enfermería, CRED, inmunizaciones, estimulación temprana del niño, etc., Servicio social, Metaxenicas y Zoonosis, Terapia física y rehabilitación.
- Emergencias y Tópico de procedimientos.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Las desigualdades entre diferentes grupos de población en las regiones presentan grandes problemas estructurales de larga data que constituyen enormes desafíos para el sector salud. Entre los más importantes destaca los problemas de inequidad e ineficiencia en la gestión de salud (Gerencia Regional de Salud de Arequipa, 2014).

De igual manera, la falta de segregación de los efluentes de centros de salud forma el inicio de la problemática debido a la formación de complejos resistentes; al ser vertidos en el alcantarillado común. Existe evidencia de que muchos de estos complejos son persistentes en el ambiente y pueden llegar a aguas superficial y subterráneas en muchos de los casos ocurre errores en la muda o eclosión, deformidades anatómicas, modificación de los ciclos biogeoquímicos, entre otros (Revista cubana de Química, 2013).

Las relaciones de causalidad entre el ambiente insalubre o contaminado y la salud humana son múltiples y complejas, reflejándose en el incremento de enfermedades

diarreicas y parasitarias por la deficiente disponibilidad de agua (Ministerio de salud, 2011).

Las aguas residuales del centro de salud contienen una gran cantidad de contaminantes químicos, como desinfectantes, detergentes y residuos de medicamentos. Una parte de estos contaminantes no es eliminada por las plantas tradicionales de tratamiento de aguas residuales urbanas, lo que conlleva un riesgo importante para los ecosistemas acuáticos que reciben estos efluentes (Panouillères et al., 2007, Boillot y Perrodin, 2008, Emmanuel et al., 2009). Además, las aguas residuales de los establecimientos de salud según su composición pueden clasificarse en dos categorías: Domésticas que comprenden los servicios de lavandería cocina, limpieza y específicos para servicios médicos que ocupa actividades de atención como son en los laboratorios, operaciones de menor magnitud, diagnóstico (Emmanuel, 2004)

La contaminación de ambientes acuáticos por este tipo de efluentes residuales representa un problema por las elevadas concentraciones de microorganismos y/o virus, ya que, pueden adquirir resistencia antibiótica (Ramos Alvariño, 2008). Debido a estos problemas asociados, ha sido motivo de preocupación nacional e internacional, por el peligro de una potencial propagación de enfermedades y riesgos ambientales derivados de la falta de tratamiento de efluentes hospitalarios. Es así que estos problemas trascienden en los diferentes campos ya sea tecnológico, sanitario, político, social, económico y ambiental. La composición de las aguas residuales procedentes de los centros de salud presenta fluctuaciones más o menos evidentes en su descarga a la red cloacal debido a la gran diversidad de sustancias químicas y materiales biológicos eliminadas en los mismos (Ferreira La Rosa y cols., 2000).

Esta problemática continuará si el estado peruano no rige con la normativa que establece un valor máximo admisible para estos establecimientos que sea regulados y controlados; y por la falta de preocupación por parte del MINSa al no ceder un presupuesto para la aplicación de investigaciones que ayuden a disminuir dichos efluentes.

1.3. HIPÓTESIS

Dado que los Centros de Salud I-4 no poseen una regulación adecuada para la descargar de sus efluentes, estos son vertidos directamente al alcantarillado en conjunto con efluentes domésticos, donde persisten los contaminantes; es probable que utilizando el Proceso Oxidativo Avanzado Foto-Fenton depure los contaminantes que se encuentren en los efluentes hospitalarios.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Depurar los contaminantes generados por los efluentes residuales del Centro de Salud mediante el uso de Proceso Oxidativo Avanzado Foto-Fenton en la red de Salud Arequipa-Caylloma en el Centro de Salud “Javier Llosa García”, Hunter.

1.4.2. Objetivos específicos

- Ejecutar una línea base del centro de salud ubicándolo geoespacialmente y caracterizando los parámetros organolépticos, fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual.
- Realizar una simulación virtual para predecir el movimiento de medicamentos en el efluente.
- Determinar la proporción adecuada del POA Foto-Fenton para el tratamiento del efluente en un prototipo a escala laboratorio y su diseño virtual 3D.
- Validar los ensayos experimentales utilizando significancia estadística.
- Evaluar el efluente obtenido después del tratamiento Foto Fenton en base a los reglamentos establecidos de VMA y ECA de agua.

1.5. EXPOSICIÓN DE VARIABLES

1.5.1. Variable Dependiente e Independiente

En la Tabla N°2, se presentan las variables independientes:

Tabla 2 Variables, su definición conceptual y Operativa

Variables	Conceptual	Operacionalización						
		Indicador	Sub-indicador					
Dependiente	Parámetros físicoquímicos	Calidad de agua	Aceites y Grasas	mg/L				
			Color Verdadero	UC				
			Conductividad	uS/cm				
			Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L				
			Demanda Química de Oxígeno	mg O ₂ /L				
			Detergentes Aniónicos	mg MBAS/L				
			Dureza Total	mg CaCO ₃ /L				
			Fósforo Total	mgP/L				
			Nitrógeno Amoniacal	mgNH ₃ -N/L				
			Oxígeno Disuelto	mg/L				
			pH	Unidades pH				
			Sólidos Totales Suspendidos	mg/L				
			Sulfuros	NTU				
			Turbidez	mg/L				
			Fosfatos, PO ₄ -3					
Independiente	Parámetros Organolépticos	Calidad de agua	Olor	NUO				
			Parámetros Microbiológicos	Calidad de agua	Enterococos Fecales	NMP/100mL		
					Salmonella	AUS/PRES		
					Coliformes Fecales	NMP/100mL		
					Coliformes Totales	NMP/100mL		
					Escherichia Coli	NMP/100mL		
					Bacterias Heterotróficas	UFC/mL		
					Proceso Oxidativo Avanzado Foto-Fenton	Concentración	Peróxido de Hidrógeno al 50 %	mL
							Sulfato de Hierro (II).7H ₂ O	g
							Cloro	mL

Fuente: *Creación Propia*

1.6. JUSTIFICACIÓN

1.6.1. Ambiental

Los efluentes hospitalarios son aguas residuales industriales, que actualmente son vertidos conjuntamente a los efluentes domésticos sin considerar el impacto que poseen, por ello, con un tratamiento en el punto emisor, se puede considerar un uso secundario a estos efluentes y permitir una mayor protección a sector social y ambiental.

A sí mismo, el POA Foto-Fenton es un tratamiento compacto, que utiliza dos reactivos amigable con el medio ambiente y seres vivos, al no generar compuestos inestables o perjudiciales.

1.6.2. Económico

Los principales compuestos que se utilizan en el POA Foto-Fenton son económicos, abundantes y accesibles en el mercado. Al realizar un tratamiento en el efluente se puede disminuir el uso del agua en Centros de Salud pudiendo rehusar el agua tratada y disminuir los costes del consumo hídrico.

1.6.3. Social

El tratamiento de los efluentes hospitalarios actualmente no tiene una correcta regulación en base al cumplimiento de la normativa nacional, entonces al brindarle un análisis y solución al problema generamos un ambiente más seguro para las personas.

1.6.4. Tecnológica

El proceso de tratamiento propuesto es innovador, compacto y nuevo en cuestión de su uso para tratamiento de efluentes, siendo una alternativa muy potencial para el tratamiento de efluentes hospitalarios.

1.7. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

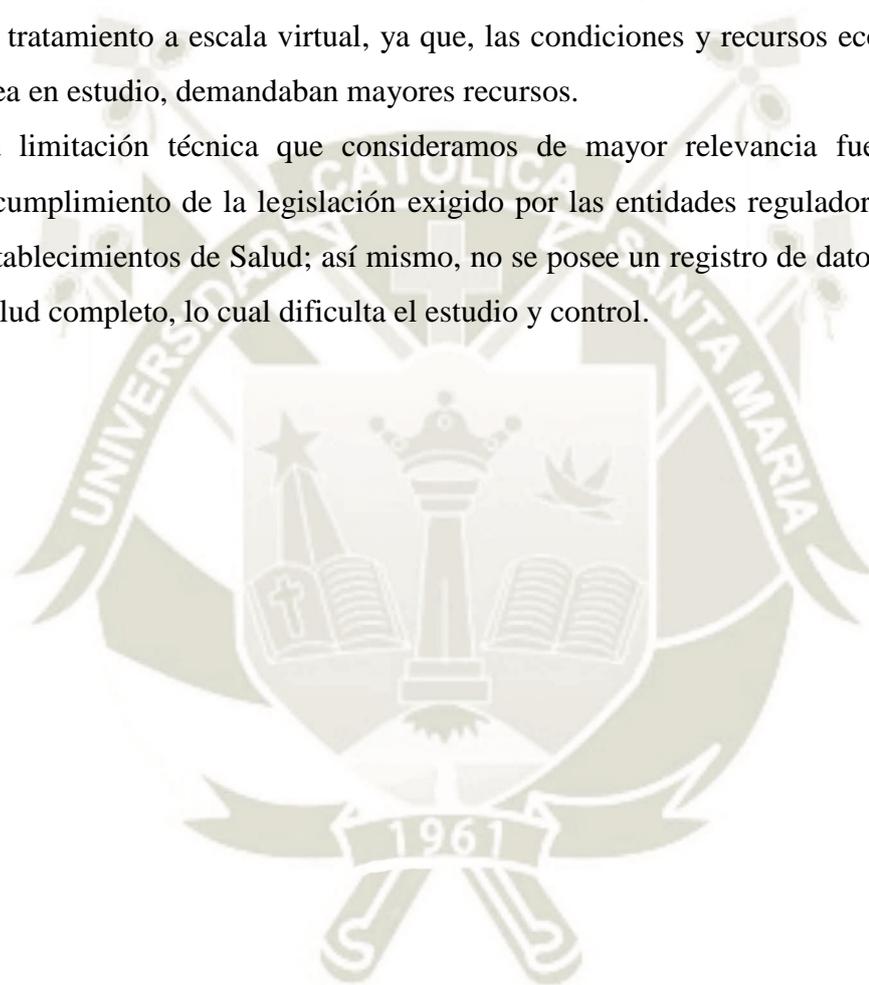
El presente trabajo de investigación tiene de alcance la identificación de las concentraciones de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos relevantes del efluente

del Centro de Salud “Javier Llosa García” y la evaluación experimental de la efectividad del tratamiento propuesto a escala laboratorio y dimensionado virtualmente a escala, con el fin de dar un reporte de estos efluentes a nivel departamental.

1.8. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se limitó al análisis en laboratorio y al dimensionamiento del Proceso de tratamiento a escala virtual, ya que, las condiciones y recursos económicos para el área en estudio, demandaban mayores recursos.

La limitación técnica que consideramos de mayor relevancia fue el régimen de incumplimiento de la legislación exigido por las entidades reguladoras a los diversos establecimientos de Salud; así mismo, no se posee un registro de datos en el Centro de Salud completo, lo cual dificulta el estudio y control.



CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

En el siguiente capítulo se presenta una revisión de los contenidos teóricos analizados en la literatura en los últimos años de manera nacional e internacional; además el segundo punto trata acerca de las características de los efluentes hospitalarios, los impactos, metodologías propuestas para su tratamiento, parámetros y métodos de diseño para nuestra alternativa de solución propuesta. Así mismo, se realiza un análisis general del estado actual de centros de salud e importancia social.

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Un problema mundial según una nota publicada en Febrero 2018 por el Organismo Mundial de la Salud (OMS, 2018) indicó que aproximadamente de los desechos sanitarios de atención de Salud, un 15% del total son residuos peligrosos con potencial tóxico, infeccioso o radiactivo. (OMS, 2018)

Así mismo, los desechos peligrosos por día promedio ronda los 0,2 kg en lugares con hospitalización, pero en los la mayoría de países no se separan del resto de residuos, de modo que su cantidad es mucho mayor en todo establecimiento de atención (Chartier et al., 2014).

Las diferencias entre diferentes grupos de población de nuestras regiones presentan grandes problemas estructurales en el sector salud. Entre los más importantes destaca los problemas de inequidad e ineficiencia en la gestión. Debido a que, los efluentes se vierten a un pozo séptico y posteriormente al río. Existe evidencia de que muchos de los productos que aún se encuentran en el agua son persistentes en el ambiente y pueden llegar a aguas superficial y subterráneas en muchos de los casos ocurre errores en la muda o eclosión, deformidades anatómicas, modificación de los ciclos biogeoquímicos, entre otros (Ramos-Alvariño, 2013).

Las relaciones de causalidad entre el ambiente insalubre o contaminado y la salud humana son múltiples y complejas, reflejándose en el incremento de enfermedades diarreicas y parasitarias por la deficiente disponibilidad de agua (MINSA, 2011)

En nuestro país actualmente tenemos centros poblados sin saneamiento básico lo cual engloba diferentes tipos de problemas, el más preocupante son los efluentes generados en centros de salud en dichos centros poblados que contienen materia orgánica y que se suman antibióticos, antisépticos, solventes, detergentes y microorganismos patógenos (Ramos-Alvariño, 2013).

En el 2004, en Argentina se realizó un análisis de las características químicas, biológicas y toxicológicas de Aguas residuales de hospitales, debido a que estos efluentes presentan fluctuaciones en sus descargas a la red o alcantarillado debido a la concentración de sustancias que poseen y son tratados con un tratamiento convencional simple antes de ser vertidos al río, para darle un uso posterior como agua potable (PAZ et al., 2004). Por ello realizaron un análisis de las condiciones del río, obteniendo como resultado que las características de estos efluentes y las concentraciones son similares a la de efluentes domésticos, pero al mismo tiempo, recomiendan el análisis de presencia de compuestos tóxicos como citotóxicos, solventes, etc., y de microorganismos resistentes a antibióticos y a desinfectantes para conocer a ciencia cierta sus condiciones. (PAZ et al., 2004).

Los Sistemas convencionales de tratamiento de aguas residuales sólo se centra en depurar los residuos orgánicos y restos, no obstante, ocupan grandes extensiones y son costoso, y no están diseñados para depurar contaminantes emergentes que se encuentra en efluentes de Salud trayendo problemas graves a la personas y al Ambiente (Pérez-Álvarez et al., 2018).

Actualmente, existe especial preocupación por la presencia y potencial de efectos peligrosos de los EC en el medio ambiente acuático razón por la cual los EC son compuestos ampliamente utilizados que aún no están regulados (Ramos-Alvariño, 2013). En todo el mundo el consumo de antibióticos por humanos a aumentado por un 35% desde 52.1 a 70.4 mil millones estándar unidades entre 2000 y 2010 (Loannou-Ttota, Raj and Prakash, 2019).

Por ello, se requiere de una nueva alternativa de tratamiento por las varias desventajas asociadas con los tradicionales métodos empleado para la desinfección de aguas residuales, tal como cloración u ozonización. Estas incluyen la producción de compuestos tóxicos y cancerígenos halogenados subproductos, debido a la reacción de cloro con los productos farmacéuticos, compuestos, como bien el alto costo de O₃ y la cantidades necesarias, cual hacen esto no atractivo para desinfección (Lima Perini et al., 2018).

“Ahí es claro la necesidad a desarrollar un adecuado método para la tratamiento de efluentes hospitalarios, utilizando nuevas y mejorando las tecnologías, en orden a minimizar los indeseables efectos en la ambiente. Los Procesos de Oxidación Avanzada (POAs) es una atractiva opción se habilita la re-mudanza de no biodegradable / tóxico compuestos y la inactivación de una amplio distancia de microorganismos” (Lima Perini et al., 2018).

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Sector de salud

Un Establecimiento de Salud es denominado como “Aquel lugar que realiza, en régimen ambulatorio o de internamiento, atención de salud con fines de prevención, promoción, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación, dirigidas a mantener o restablecer el estado de salud de las personas” (NTS N°021).

En el Perú el Sector Salud está a cargo de Ministerio Nacional de Salud del Perú, el cual se encarga de realizar una correcta gestión del agua trabajando en concordancia con diversas direcciones tanto a nivel nacional, regional y local (Vigilancia Sanitaria en los Sistemas de Agua Potable, 2013). Con el esquema se busca el adecuado control y regulación del agua, y así mismo, mantener un régimen de evaluación y análisis, para cumplir con los parámetros establecidos.

En nuestro país, el MINSA establece las diferentes características para la clasificación de Establecimiento de Salud para cada nivel de atención (NTS N°021), permitiendo definir las características técnicas necesarias para establecer la complejidad de cada Establecimiento de Salud.

Entre estos actores tenemos a:

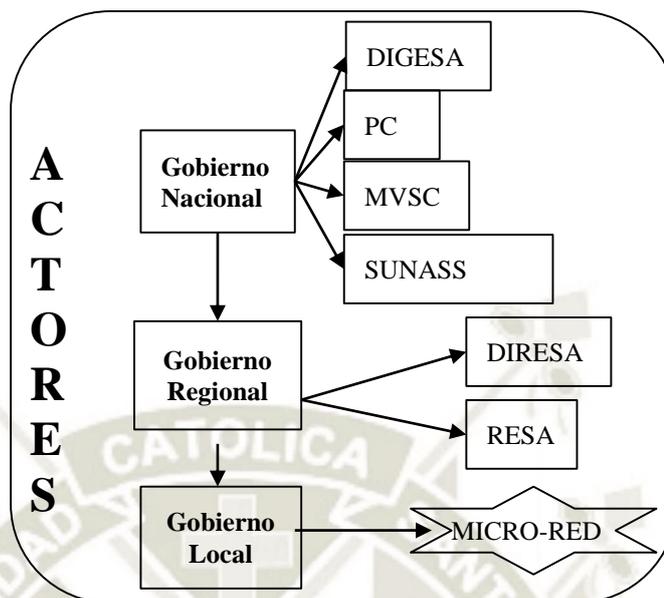


Figura 1: Actores involucrados en el sector salud en Perú

Fuente: *Vigilancia Sanitaria en los Sistemas de Agua Potable, 2013*

El MINSA establece las diferentes características para la clasificación de Establecimiento de Salud para cada nivel de atención, permitiendo definir las características técnicas necesarias para establecer la complejidad de cada Establecimiento de Salud. La Categoría de un Establecimiento de Salud se define en base a un proceso exhaustivo entre:



Figura 2 Esquema control de organización

Fuente: *NTS N°021*

Evaluando la demanda de salud cuantitativa, magnitud y severidad, necesidades de la salud, nivel tecnológico, etc. Se puede dividir en categorías mostradas en la Tabla 3.

Tabla 3: División de los Establecimientos de Salud

Categorías	Denominación	Nivel
I-1	Puesto de salud	Nivel I
I-2	Puesto de salud con médico	
I-3	Centro de salud sin internamiento	
I-4	Centro de salud con internamiento	Nivel II
II-1	Hospital I	Nivel III
II-2	Hospital II	
III-1	Hospital III	
III-2	Instituto especializado	

Fuente: NTS N°021.

Siendo más específicos y haciendo describiendo el Centro de Salud “Javier Llosa García” nuestra área de estudio, es un establecimiento que pertenece a la categoría I-4, es decir, es un “establecimiento de primer nivel de atención, el cual está comprometido a satisfacer las necesidades de salud de la población en su jurisdicción” (NTS N°A.050).

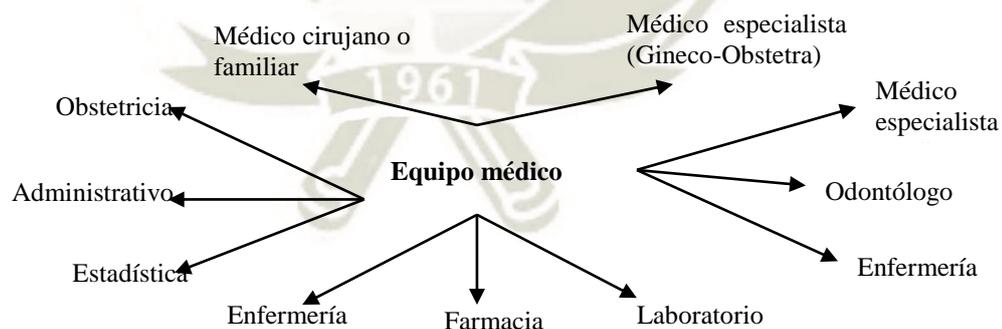


Figura 3: “Equipo médico mínimo”

Fuente: NTS N°A.050

Entre las características de este tipo de Establecimiento de Salud se encuentra el equipo de salud Figura 3 que garantizan el correcto funcionamiento, así mismo, atención médica integral ambulatoria y con Internamiento de corta estancia principalmente enfocada al área Materno-Perinatal e infantil, con acciones de

promoción de la salud, prevención de los riesgos y daños y recuperación de problemas de salud más frecuentes a través de unidades productoras de servicios básicos y especializados de salud. (NTS N°A.050).

Entre las funciones generales como se observa en la Tabla 4, un Centro de Salud I4 debe cumplir las siguientes:

Tabla 4: “Funciones Generales de un Centro de Salud I4”

Funciones	Características
Promoción de la Salud	Estilos de vida saludable, entornos saludables, integración. Diseño de planes y proyectos para satisfacer las necesidades de salud y expectativas de la población.
Prevención de Riesgo y Daños	Implementación de medidas de prevención y control de los riesgos y daños en la familia, comunidad y medio ambiente. Vigilancia y monitoreo de complicaciones obstétricas, mortalidad materna y perinatal, epidemiológica, complicaciones obstétricas Prevención de disfunciones familiares y violencia social.
Recuperación de la Salud	Identificación de la población con discapacidad. Diagnóstico y tratamiento de los problemas de salud más frecuentes de la población. Atención de emergencias. Continuación de los procedimientos de rehabilitación.
Gerencial	Mapeo de riesgos y daños de su jurisdicción. Gestión de recursos humanos, financieros y tecnológicos. Determinar las necesidades de capacitación y educación continua del personal. Identificación y priorización de las necesidades de salud de población. Notificación de Mortalidad general, materna, perinatal e infantil. Registro, procesamiento y análisis de la información de salud y su envío a los niveles correspondientes.
Unidades Productoras de Servicios	
Salud Comunitaria y Ambiental, Consulta Externa, Farmacia, Botica, Botiquín, Patología, Sala de Atención de Parto, Sala de Intervención Quirúrgica, Mantenimiento, Transporte, Administración, Sala de Urgencias, Jefatura, Nutrición, Psicología, emergencia, Internamiento.	

Fuente: *NTP N°050*

2.2.2. Medicamento

Un medicamento o fármaco según la OMS lo define como “toda sustancia química capaz de interactuar con un organismo vivo y desde el punto de vista médico es toda sustancia utilizada para el tratamiento, prevención, curación o diagnóstico de una enfermedad” (OMS, 2018).

En la Tabla 5 se muestra la clasificación de los medicamentos según su uso terapéutico es:

Tabla 5: Clasificación de los medicamentos según su uso terapéutico

Uso Terapéutico	Mecanismo de Acción
Anestésicos	Utilizados como bloqueo neuromuscular para disminuir la sensación en el cuerpo o la parte localizada.
Analgésicos, Antipiréticos, Antiinflamatorios no esteroideos, Antigotosos y Antirreumáticos modificadores de la enfermedad	Son utilizados en condiciones clínicas con presencia de dolor, inflamación y/o fiebre.
Antialérgicos	Fármacos que puedan controlar los síntomas, dependiendo de la severidad de la alergia.
Antídotos	Para el tratamiento y control de las intoxicaciones o envenenamientos; actúan directamente sobre el tóxico o sobre los receptores; bloqueando su acción dañina.
Antiepilépticos /Anticonvulsivantes	Determinada por el tipo de convulsión. El objetivo del tratamiento es mantener un efectivo nivel sérico del medicamento.
Anti infecciosos	Contra infecciones.
Antimigrañosos	Grado de ataque de migraña.
Antineoplásicos e inmunosupresores	Impedir la reproducción de las células cancerosas. Estos fármacos también son conocidos como citostáticos.
Anti parkinsonianos	En la enfermedad de Parkinson idiopática. Uso para aumento de

	dopamina.
Medicamentos que afectan la sangre	Para el tratamiento de la anemia según su tipo.
Productos sanguíneos y sucedáneos	Cuando el volumen plasmático es mayor y está en peligro, el uso de expansores plasmáticos es una medida provisional eficaz.
Medicamentos cardiovasculares	Suprimir o disminuir el número y la intensidad de los episodios de isquemia, tanto en pacientes sintomáticos como en los silentes.
Medicamentos dermatológicos	Las enfermedades dermatológicas pueden ser diversas y el tratamiento puede ser sistémico y/o local.
Agentes de diagnóstico	Soluciones oftalmológicas
Desinfectantes y antisépticos	Los desinfectantes son agentes que impiden la infección mediante la destrucción de microorganismos patógenos. Los antisépticos son sustancias que matan a los microorganismos o impiden su crecimiento cuando se aplican a tejidos vivos.
Diuréticos	Aumenta la eliminación de orina y sal del organismo.
Medicamentos para afecciones gastrointestinales	Los antiácidos, aliviar los síntomas de dispepsia por úlcera o sin ella y enfermedad por reflujo gastroesofágico
Hormonas, otros agentes endocrinos y anticonceptivos	Son fármacos antiinflamatorios, inmunosupresores y antialérgicos. Actúan inhibiendo la síntesis y liberación de mediadores químicos de la inflamación así como la inhibición de la fagocitosis y liberación de enzimas lisosomales.
Inmunológicos	Inmunidad activa (aumento de anticuerpos administrando microorganismos) y Inmunidad pasiva (inyecciones de preparados para protección)

Soluciones para diálisis	Permiten la remoción de agua y electrolitos, así como el reemplazo de los mismos
Psicofármacos	Medicamentos usados en los trastornos psicóticos
Medicamentos que actúan en las vías respiratorias	Antiasmáticos y medicamentos para el tratamiento de neumopatía obstructiva crónica
Vitaminas y minerales	Funcionan como cofactores catalizadores para algunas reacciones biológicas.

Fuente: *Formulario Nacional de Medicamentos Esenciales, 2008*

Y en la Tabla 6, la clasificación de los medicamentos según su toxicidad o efecto en el organismo es:

Tabla 6: Clasificación de los medicamento según su toxicidad

Genotóxico	Citotóxico	Citostático	Antineoplásico	Quimioterapéutico
Tóxico para el ADN	Tóxico para la célula	Suprimir el crecimiento y la multiplicación de la célula	Inhibir el desarrollo crecimiento anormal de tejido	Uso de productos químicos para el tratamiento

Fuente: *Chartier et al., 2014*

2.2.3. Ciclo de vida de los medicamentos

El ciclo de vida de los medicamentos comprende varias etapas (la producción, el consumo y el manejo de los residuos) y todas ellas son posibles vías de entrada de los medicamentos al medio ambiente. (Agirrezabala et al., 2016)

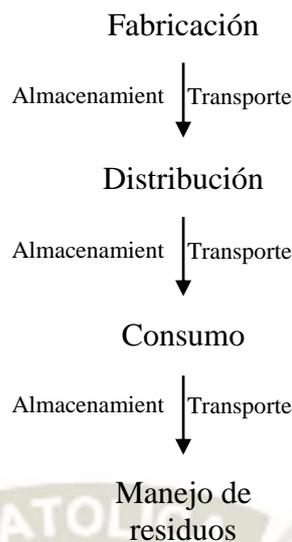


Figura 4: Esquema de las etapas de Entrada y Salida de Medicamentos

Fuente: Agirrezabala et al., 2016

La principal vía de contaminación es originada por el consumo y la excreción de fármacos y metabolitos en orina y heces, también con la eliminación inadecuada de los medicamentos caducados o no consumidos por aguas residuales hospitalarias (Agirrezabala et al., 2016).

Los medicamentos pueden alcanzar las aguas superficiales a través de desagües de lavados o inodoros. Los tratamientos aplicados EDAR pueden eliminar algunos medicamentos, dependiendo la concentración de los contaminantes presentes en los efluentes, por ejemplo, la reducción de carbamazepina es muy escasa, mientras que en el caso de ibuprofeno se ha observado una reducción del 60-90% (Agirrezabala et al., 2016).

2.2.4. Aguas residuales hospitalarias

Las aguas residuales hospitalarias presentan diferentes componentes entre materia orgánica, compuestos y diferentes fármacos que son empleados para varios usos entre ellos podremos encontrar antibióticos, analgésicos, antiinflamatorios, etc; estos compuestos se encuentran constantemente en el organismo para su posterior excreción, a través de las aguas residuales (Ramos Alvariño, 2009). La composición de las aguas residuales varía de acuerdo a los procesos de los cuales se deriven, y la

presencia de estos compuestos pueden contener restos de disolventes orgánicos o auxiliares con principios activos, en el caso de antibióticos y desinfectantes, estos pueden afectar el óptimo funcionamiento de los procesos biológicos de tratamiento de las aguas residuales y micro biota de las aguas superficiales (Ramos Alvariño, 2009).

La influencia de factores externos contribuyen de manera importante a la difusión de bacterias y genes de resistencia de humanos, en varios estudios que se han realizado los hospitales pueden ser centros importantes para la aparición y diseminación de bacterias multi-resistentes, como los patógenos nosocomiales multi resistentes y los determinantes genéticos que contribuyen a la movilización y diseminación abundan en las aguas residuales del hospital. Entonces, los hospitales contribuyen a la presencia de agentes resistentes en el sistema de alcantarillado y estos posteriormente llegan a las plantas de tratamiento de aguas residuales y salen a cuerpos de agua superficiales los cuales empiezan a alterar la micro biota superficial (Buelow et al., 2018).

2.2.5. Características y composición del agua residual

Gracias a algunas investigaciones se pudo dar una caracterización fisicoquímica, toxicológica y biológicas de las aguas residuales de hospital de manera general, donde según los datos registrados se obtuvo que el consumo de agua en el hospital era de 705 m³/día, también, diversos parámetros como el pH, DQO, DBO, Detergentes Aniónicos, Fenoles y Fósforo Total superaron los límites admisibles, y se encontró la presencia de microorganismos como Bacterias Mesófilas viables a 28°C, Bacterias Coliformes, *Escherichia Coli*, *Streptococcus fecales* en grandes cantidades (Bollani et al., 2018).

Otro estudio realizado en el Ecuador muestra la caracterización fisicoquímica, biológica y ecotoxicológica del agua residual de un hospital donde se observó que el pH promedio del efluente hospitalario era 6.5 ubicándose dentro del rango de 5-9, de la misma manera la temperatura 14.9°C; la DBO se encontró con un valor de 428.27 mg/L, y la turbidez con valores elevados debido a las partículas suspendidas, alta carga de Coliformes fecales, y alto grado de toxicidad (León León, m.2015).

A nivel nacional se realizó un estudio de caracterización de los residuos hospitalarios de un Establecimiento de Salud, donde la institución cuenta con 11 a 12 puntos de descarga en la red pública y cada punto de descarga cuenta con un tanque séptico de 4 m³, el análisis de los efluentes fueron comparados con los VMA (pH, DBO, DQO y SST) de dos áreas específicas Lavandería e Infectología, dando en pH un promedio de 7.65, DBO 9.5 y 266.5 mg/L, DQO 42.8 y 597.5 mg/L, SST 9.4 y 177.5 mg/L. Siendo su conclusión, que el consumo de agua por cama tiene un valor de 0.3m³/cama/día observando que la DBO5, DQO superan los VMA generando gases tóxicos y la formación de ácido sulfúrico (Bambarén-Alatrística and Alatrística-Gutiérrez de Bambarén, 2014).

2.2.6. Tratamientos para los efluentes

Tratamiento de aguas residuales hospitalarias a nivel internacionalmente

En México se realizó una investigación del tratamiento de aguas residuales de efluentes porcícolas utilizando los Procesos Oxidativos Avanzados Fenton y Fenton solar, donde implementan un sistema terciario para tratar los residuos restantes de los anteriores procesos y obtuvieron resultados favorables en ambos procesos para la eliminación de los contaminantes de interés, DQO, COT y el color del efluente tratado teniendo porcentajes de remoción de 93.35%, 52.77% y 98.57% (Zarate, 2014).

Por otro lado en Colombia se investigó el tratamiento de efluentes industriales de naturaleza recalcitrante usando ozono, Peróxido de Hidrógeno y Radiación Ultravioleta donde se analizó la efectividad del POA en efluentes del proceso de blanqueamiento de una industria de celulosa de papel donde el pH favorece a la velocidad de reacción, efluentes industriales de destilería donde se aplicó la relación de Peróxido de Hidrógeno y UV mostrando una reducción del 38% en la DQO, efluente secundario de una industria textil obteniendo una remoción del 90% DQO eliminando también el color en relación a la remoción de la DQO viendo que la utilización de POA para diferentes efluentes representa una oportunidad para

aumentar la biodegradabilidad de los compuestos recalcitrantes ayudando también a la remoción de color (Rodríguez, Botelho and Cleto, 2008).

En este trabajo de investigación no solo se buscó tratar compuestos recalcitrante si no también se investigó sobre Oxidación Avanzada en un sistema Fenton en tratamientos de efluentes industriales de alta carga orgánica como una industria dedicada a la elaboración de galletas, dulces y alfajores, por ello; el efluente proviene del lavado de la maquinaria utilizada por la cual está caracterizada por su alto contenido en Grasas, Sólidos y Materia Orgánica, donde se demostró la efectividad del POA Fenton alcanzando una remoción del 88% en los valores de la DQO Y DBO5 (Rodríguez and Lehmann, 2015).

En Bogotá, se experimentó en el tratamiento de aguas residuales de laboratorio en el estudio titulado “Procesos Fenton y Foto-Fenton para el tratamiento de aguas residuales de laboratorio microbiológico empleando Fe_2O_3 ”, soportad en nanotubos de carbono donde en los experimentos cinéticos del POA Fenton y Foto-Fenton se obtuvo un porcentaje de decoloración del 100%, la remoción de COT fue del 40 %, la inactivación de la *Escherichia Coli* fue del 100 % evidenciando que este tipo de proceso es de efecto positivo del tipo de catalizador (García, 2014).

En Madrid se experimentó con POA realizando un estudio sobre el tratamiento de aguas residuales de la industria cosmética mediante el proceso Fenton y con el sistema $Fe/\gamma-Al_2O_3/H_2O_2$ en este estudio se evaluó las siguientes variables como son PH, concentraciones H_2O_2/Fe , temperatura. La cantidad H_2O_2 se calculó con una relación estequiometría respecto a la DQO, el POA Fenton consigue una significativa reducción de la materia orgánica presente y el grado de velocidad y mineralización está en función del pH, la reducción de materia orgánica se ajusta a una cinética potencial de segundo orden respecto al COT en un intervalo de conversión de 80-90% del total (Bautista, 2008). La preocupación para tratar los efluentes hospitalarios se ha incrementado y en algunos países se realizaron diferentes investigaciones para minimizar el impacto y la composición de los efluentes hospitalarios, entre ellas tenemos las siguientes:

En el 2012 en Colombia se realizó una investigación, en la cual se utilizó POA con Ozono como tratamiento de los efluentes, su objetivo era reducir la materia orgánica presente. En esta investigación se caracterizaron diversos parámetros fisicoquímicos como SST, ST, Alcalinidad, Color, UV254, Sulfatos, Fosfatos, Nitrógeno, DBO, DQO y pH utilizando los métodos de *Estándard Methods for the Examination of Water and Wastewater* y *Investigation of substrate degradation and nonbiodegradable portion in several pulp bleaching wastes Water Science and Technology*. Seguidamente iniciaron con la experimentación usando un sistema tipo batch, pruebas con el agua residual sin modificar y modificadas; evaluando el impacto de la biodegradabilidad con la relación DQO/DBO₅ en función al pH observando que en este estudio se redujo la DQO y la materia orgánica no fue mineralizada solo pasó a estar en un estado más biodegradable. Concluyeron que es un tratamiento efectivo pero para mejorar la calidad del agua residual hospitalaria es necesario añadir un tratamiento tipo biológico para la depuración microbiológica total (Grisales Penagos, Ortega López and Rodríguez Chaparro, 2012).

Así mismo, en el 2015 en Ecuador, se realizó una investigación con el objetivo de degradar del paracetamol utilizando POA Fenton y Foto-Fenton en aguas contaminadas, aplicaron diversas dosis de Peróxido de Hidrógeno (10, 20,30 ,40 mili molar) y dosis de fierro (0.36 mili molar) teniendo estos valores se trabajó en un sistema tipo batch agregando lámparas UV para la muestra experimental, se hicieron monitoreo de agua sintética y agua residual farmacéutica. Se pudo concluir que el proceso más eficiente es el Foto-Fenton alcanzando una remoción del 80.47% en comparación de los otros procesos. (Macías, 2015).

Por otro lado también se investigaron otras formas de tratamiento como en Francia que se realizó mecanismos de ensuciamiento y el enlace cuantitativo entre flujos estables y la matriz de agua para ver los rendimientos de la nanofiltración después del birreactor de membrana para el tratamiento de aguas residuales hospitalarias. En esta investigación plantea un método de tratamiento combinado de birreactores de membrana y nanofiltración para el tratamiento de contaminantes emergente en efluentes de aguas residuales siendo así propone estrategias efectivas para el control del ensuciamiento de la membrana teniendo una relación de los flujos estables y las concentraciones de fosfato de calcio en los efluentes. En conclusión, en la parte

experimental mostraron una eficiencia de remoción de un 75-95% en la eliminación de la DQO y una remoción del nitrógeno total de 6-62% y una baja eliminación de fósforo (Lan et al., 2018).

Tratamiento de Aguas Residuales Hospitalarias a nivel Nacional

Actualmente en los centros de salud existentes no se lleva un tratamiento de sus aguas residuales que van al alcantarillado por lo cual genera muchos problemas económicos, sociales y ambientales, por otro lado en algunos establecimientos de salud se han construido plantas de tratamiento convencionales, las cuales no depuran en su totalidad los contaminantes y no son puesta en marcha por el costo en mantenimiento y personal que requiere, lo que demanda problemas a futuro para la salud de las personas y el medio ambiente.

2.2.7. Procesos Oxidativos Avanzados

Los POA son procesos altamente reactivos e inestables por la generación de radicales $\text{HO}\cdot$, posee diferentes formas de tratamiento utilizando Oxígeno, Ozono, Peróxido de Hidrógeno entre otras, las cuales someten a un proceso químico, fotoquímico, electroquímico, etc. Las diferentes combinaciones se consideran un “Proceso Oxidativo Avanzado” y en actualidad poseen diferentes usos. El objetivo de estos POA es la conversión total de la materia orgánica en CO_2 , agua y iones inorgánicos por el cual se ve que logran convertir los compuestos más biodegradables que sus predecesores reduciendo así el color, olor, DQO y demás (GilPavas, 2011).

2.2.8. Procesos Oxidativos Avanzados - Foto Fenton

Los POAs son técnicas diferentes con la posibilidad de generar radicales $\text{HO}\cdot$, a una presión y temperatura ambiente a partir de la denominada Reacción Fenton. La reacción clásica se produce cuando se ponen en contacto Peróxido de Hidrógeno e iones Fe^{2+} en solución acuosa a pH ácido. En la cual el ion ferroso inicia la reacción de descomposición del peróxido, dando como resultados la generación de los

altamente reactivos radicales HO· y de agua, así como de una cierta cantidad de calor, debido a que la reacción global es exotérmica:



Las sucesivas etapas de la reacción (iniciación, propagación, terminación), el acoplamiento de sucesivas reacciones de oxidación y reducción, la formación simultánea de otras especies radicales con menor poder oxidante, además de las múltiples interacciones entre éstas y las restantes especies químicas que puedan estar presentes; originan la ‘Reacción de Foto-Fenton un sistema químico altamente complejo, cuya descripción precisa se halla aún sometida a controversia (Bautista et al, 2008; Barbusinski, 2009).

Por otra parte, la participación del ion ferroso Fe^{2+} en la reacción de Fenton debería ser de naturaleza catalítica, ya que, teóricamente, la especie oxidada Fe^{3+} reaccionaría nuevamente con el peróxido de hidrógeno, generando a su vez radicales hidropéroxido ($\text{HO}_2\cdot$), de menor poder oxidante (Sánchez, 2015). En el proceso regresaría a su forma reducida, para dar comienzo de nuevo a la reacción:



Sin embargo, los iones férricos Fe^{3+} formados en la reacción (I), es mucho más rápida que la reacción (II), se acumulan progresivamente en solución acuosa hasta alcanzar su producto de solubilidad dando lugar a la aparición de precipitados de hidróxido férrico $\text{Fe}(\text{OH})_3$ de un característico tono pardo-rojizo y aspecto coloidal (Sánchez, 2015).

Al investigar los diferentes tipos de efluentes se ha visto en modificar y adicionar distintas formas al proceso convencional Fenton por la cual se insertó el Foto-Fenton basada en la incidencia de radiación UV para lograr la foto-reducción del Fe^{+3} a Fe^{+2} aumentando formidablemente la generación de radicales HO·, reducción de materia orgánica y la reducción de ciertos contaminantes susceptibles a ser foto-degradados reaccionando a la siguiente reacción:



2.2.9. Balance de Materia y Energía del POA Foto-Fenton

Un análisis de balance de materia evalúa la dependencia de la concentración de los reactivos con el tiempo, y se plantea el balance de materia para los contaminantes presentes, (Rossetti, Albizzati y Alfano, n.d) en este caso un efluente hospitalario (Cf) y el Peróxido de hidrógeno (Cp), en el sistema conformado por un POA Foto-Fenton y un agitador.

Según Rossetti, Albizzati y Alfano 8“La reacción de Foto-Fenton depende de la temperatura y del campo de radiación aplicado, la velocidad de reacción fototérmica de los reactivos presentan las siguientes expresiones”:

$$R_f^F = \left(\frac{\Phi \sum_{\lambda} e_{\lambda}^a(x)}{\lambda} \right) \left(1 + \frac{\Phi \sum_{\lambda} e_{\lambda}^a(x)}{k_1 C_3 C_p} \right)^{1/2} R_f^T$$

$$R_p^F = - \frac{k_{10} \Phi \sum_{\lambda} e_{\lambda}^a(x)}{k_3 \left(1 + \frac{k_{10} C_f}{k_3 C_p} \right)} \frac{C_f}{C_p} + \left(1 + \frac{\Phi \sum_{\lambda} e_{\lambda}^a(x)}{k_1 C_3 C_p} \right)^{1/2} R_p^T$$

Según Rossetti et al. “ R_f^F y R_p^F son las expresiones de velocidad de reacción fototérmica de los contaminantes presentes y del peróxido de hidrógeno respectivamente, k_i son las constantes cinéticas de las reacciones involucradas en el mecanismo de reacción, Φ es el rendimiento cuántico promediado en el rango de longitudes de onda (λ) y $(x)ea_{\lambda}$ es la velocidad volumétrica de absorción de fotones en función de la posición dentro del reactor. TfR es la velocidad de

$$\frac{dC_f}{dt} = - \frac{V_T}{V} R_f^T - \frac{V_R}{V} \langle R_f^F \rangle_{V_R} \quad C_f(t=0) = C_{f,0}$$

$$\frac{dC_p}{dt} = - \frac{V_T}{V} R_p^T - \frac{V_R}{V} \langle R_p^F \rangle_{V_R} \quad C_p(t=0) = C_{p,0}$$

degradación térmica del contaminante y TpR la velocidad de reacción térmica del peróxido de hidrógeno.”

2.2.10. Ruta Bioquímica del POA Foto-Fenton

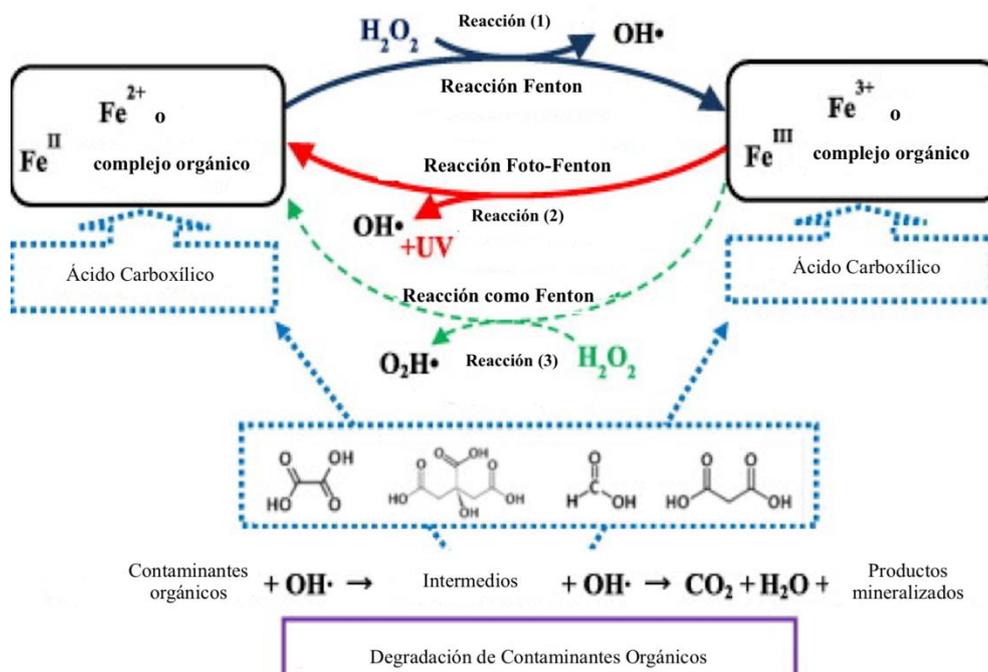


Figura 5 Ruta Bioquímica del POA Foto-Fenton

Fuente: *Baba et al., 2015*

2.2.11. Ventajas y Desventajas del POA Foto-Fenton

En cuanto al impacto ambiental es mínimo por decirse nulo ya que al ser procesos que generan radicales inestables para la degradación de compuestos estos son realizados in situ y en confinamiento dentro de un sistema teniendo la entrada del flujo contaminante y dentro del reactor ocurren las diferentes reacciones para posteriormente tener el agua tratada; uno de sus subproductos, es la generación de lodos pero estos pueden ser reutilizados, ya que, por fotoquímica se puede reutilizar el hierro precipitado y como sugerencia se debe estudiar estos lodos para ver si pueden ser utilizados para la reposición de suelos desertificados (Sánchez, 2015).

Tabla 7: “Ventajas y desventajas del POA Foto-Fenton”

Ventajas	Desventajas
Amplio rango de aplicación a diversos tipos de efluentes, contaminantes y cargas orgánicas.	Producción de lodos Control del PH
Facilita la biodegradación de compuestos orgánicos emergentes	Consumo de reactivos
Simplicidad de diseño de equipos e instalaciones Sencillez operativa	
Reactivos de fácil adquisición y manipulación	
No da lugar a la aparición de subproductos tóxicos (AOX)	
Reduce la toxicidad de efluentes y vertidos finales	
Validado a escala industrial	
Aporta un tratamiento de coagulación asociado a la co-precipitación de algunos contaminantes junto con el hierro (III)	

Fuente: *Sánchez, 2015*

2.3. MARCO LEGAL

2.3.1. *Constitución Política del Perú, 1993*

Art. 2º “Toda persona tiene derecho a la vida, a su identidad, a su integridad moral, psíquica y física y a su libre desarrollo y bienestar. El concebido es sujeto de derecho en todo cuanto le favorece. A la paz, a la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida.”

Art. 66º “Los recursos naturales, renovables y no renovables, son patrimonio de la Nación. El Estado es soberano en su aprovechamiento. Por ley orgánica se fijan las

condiciones de su utilización y de su otorgamiento a particulares. La concesión otorga a su titular un derecho real, sujeto a dicha norma legal.”

2.3.2. Ley N°28611 Ley General del Ambiente

Art. 21° “Es deber de todas las personas naturales o colectivas que desarrollen actividades susceptibles de degradar el medio ambiente, tomar las medidas preventivas correspondientes, informar a la autoridad competente y a los posibles afectados, con el fin de evitar daños a la salud de la población, el medio ambiente y los bienes.”

Art. 36° “Las aguas en todos sus estados son de dominio originario del Estado y constituyen un recurso natural básico para todos los procesos vitales. Su utilización tiene relación e impacto en todos los sectores vinculados al desarrollo, por lo que su protección y conservación es tarea fundamental del Estado y la sociedad.”

Art. 37° “El Estado normará y controlará el vertido de cualquier sustancia o residuo líquido, sólido y gaseoso que cause o pueda causar la contaminación de las aguas o la degradación de su entorno.”

2.3.3. Ley N° 26842 Ley de General de Salud

Art. 103° “La protección del ambiente es responsabilidad del Estado y de las personas naturales y jurídicas, los que tienen la obligación de mantenerlo dentro de los estándares que para preservar la salud de las personas, establece la Autoridad de Salud competente.”

Art 104° “Toda persona natural o jurídica, está impedida de efectuar descargas de desechos o sustancias contaminantes en el agua el aire o el suelo, sin haber adoptado las precauciones de depuración en la forma que señalan las normas sanitarias y de protección del ambiente.”

2.3.4. D.S. 003- 2010 MINAM “Límites Máximo Permisibles para efluentes de PTAR domésticas y municipales”

Define “Límite Máximo Permissible - LMP, como la medida de concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente.”

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

Figura 6 LMP de efluentes para vertirlos en un cuerpo de agua

Fuente: D.S. 003- 2010 MINAM

2.3.5. D.S. 001- 2015 VIVIENDA “Modifica el D.S. 021-2009 VIVIENDA que aprueba los VMA de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario”

Es regulado por la SUNASS, así mismo, proporciona la definición de ciertos parámetros importantes en referencia a la calidad de agua como:

- Aceites y grasas: Son sustancias insolubles en agua y en líquidos menos densas que ella y solubles con solventes orgánicos, permaneciendo en la superficie de las aguas residuales dando lugar a la aparición de natas y/o espumas.
- DBO: Es la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para la estabilización de la materia orgánica bajo condiciones de tiempo y temperatura específicos. (5 días y a 20°C)

- DQO: Es la medida de la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación química de la materia orgánica del agua residual, usando como oxidante sales inorgánicas.
- SST: Son partículas orgánicas e inorgánicas que son retenidas por una fibra de vidrio que posteriormente es secada a una determinada temperatura.

2.3.6. D.S N°004-2017 MINAM “Estándares de Calidad de Agua”

La norma aprueba los ECAs para Agua, modificando y eliminando algunos valores, categorías y subcategorías de los ECAs.

Son 4 categorías: Poblacional y recreacional; Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales; Riego de vegetales y bebida de animales; Conservación del ambiente acuático.

2.3.7. D.S. 014-2019 VIVIENDA “Modifica el D.S.010-2019 que aprueba los Valores Máximo Admisibles para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario”

Modifica la Única Disposición Transitoria Final del Decreto Supremo N° 010-2019-VIVIENDA.

2.3.8. D.S. 010-2019 VIVIENDA “Reglamento de Valores Máximo Admisibles para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario”

Con este marco normativo, se busca fiscalizar y regular las condiciones y características de los efluentes hospitalarios descargados mediante sus dos tablas Anexas.

ANEXO N° 1

PARÁMETRO	UNIDAD	SIMBOLOGÍA	VMA PARA DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno	de mg/l	DBO5	500
Demanda Química de Oxígeno	de mg/l	DQO	1000
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	S.S.T.	500
Aceites y Grasas	mg/l	A y G	100

ANEXO N° 2

PARÁMETRO	UNIDAD	SIMBOLOGÍA	VMA PARA DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Aluminio	mg/l	Al	10
Arsénico	mg/l	As	0.5
Boro	mg/l	B	4
Cadmio	mg/l	Cd	0.2
Cianuro	mg/l	CN-	1
Cobre	mg/l	Cu	3
Cromo hexavalente	mg/l	Cr+6	0.5
Cromo total	mg/l	Cr	10
Manganeso	mg/l	Mn	4
Mercurio	mg/l	Hg	0.02
Níquel	mg/l	Ni	4
Plomo	mg/l	Pb	0.5
Sulfatos	mg/l	SO4-2	1000
Sulfuros	mg/l	S-2	5
Zinc	mg/l	Zn	10
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	NH+4	80
Potencial Hidrógeno	unidad	pH	6-9
Sólidos Sedimentables	ml/l/h	S.S.	8.5
Temperatura	°C	T	<35

Figura 7: “Parámetros de los VMA de aguas residuales no domésticas”

Fuente: D.S. 010-2019 VIVIENDA

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se presenta la metodología utilizada en el trabajo de investigación, el diseño de nuestro proceso de tratamiento, así como los criterios evaluados, luego se presentan las fórmulas utilizadas para el diseño del sistema químico; y se describen los materiales utilizados para su desarrollo.

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación es de tipo Experimental con enfoque cuantitativo.

3.2 CAMPO DE VERIFICACIÓN

3.2.1 Lugar de ejecución

La presente investigación se llevó a cabo en dos etapas, la primera etapa fue realizada en el Centro de Salud “Javier Llosa García”; obteniendo las muestras de agua a analizar del Centro de Salud y la segunda etapa, se realizó en los laboratorios de la Universidad Católica de Santa María, obteniendo las muestras y agua a analizar del Centro de Salud. Cabe resaltar que los análisis del agua residual se realizaron en el laboratorio de ALS CORPLAB.

3.2.2 Ubicación Espacial

El Centro de Salud “Javier Llosa García” se encuentra ubicado en la Calle Córdova N°125 esquina colindante con la esquina de la calle Costa Rica distrito de Jacobo Hunter.; y los laboratorios de la Universidad Católica Santa María se encuentran ubicados en la Urb. San José s/n, Yanahuara, Arequipa. El laboratorio de ALS CORPLAB se encuentra ubicado en Av. Dolores N° 167. José Luis Bustamante y Rivero.

3.2.3 Unidades de Estudio

La presente investigación tiene como unidad de estudio: El Centro de Salud “Javier Llosa García” y el agua residual vertido por este.

3.3 POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

3.3.1 Población

Está determinada por los pacientes del Centro de Salud “Javier Llosa García” provenientes del departamento de Arequipa durante las 24 horas del día.

3.3.2 Muestra

Se realizará el muestreo en el punto de vertimiento de efluentes hospitalarios al alcantarillado público, el cual es solo uno para todos sus efluentes generados.

3.3.3 Muestreo

Se realizó el muestreo de agua utilizando la metodología de monitoreo de agua dado en el Protocolo de Monitoreos Recursos Hídricos (R.J. N°010-2016-ANA).

3.4 DISEÑO METODOLÓGICO

El diseño metodológico del presente trabajo de investigación se muestra en el siguiente esquema:

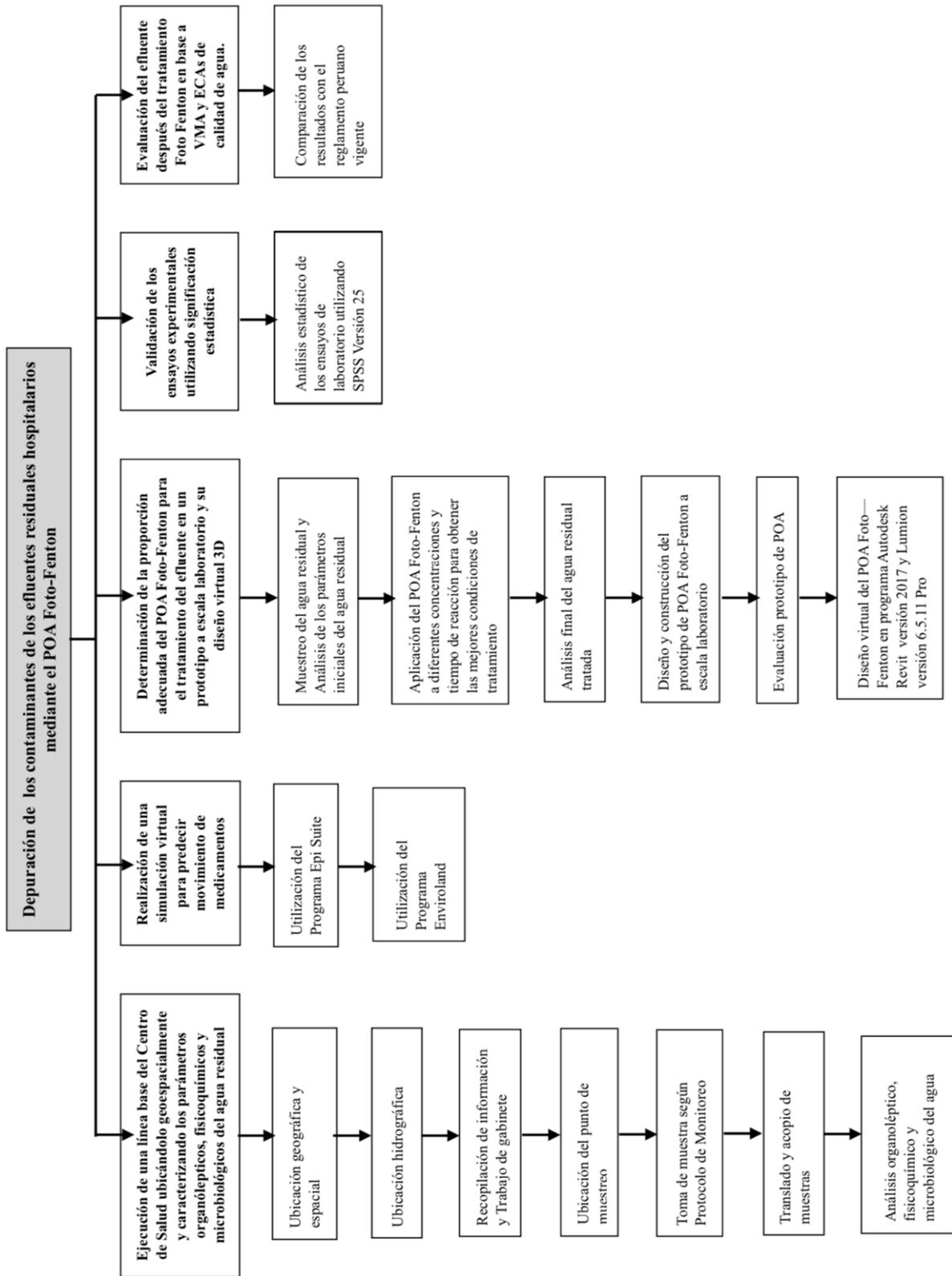


Figura 8: Diseño metodológico de la identificación análisis y depuración de los contaminantes de los efluentes hospitalarios residuales mediante POA Foto-Fenton

Fuente: Elaboración propia

3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOPIACIÓN DE DATOS

3.5.1 Ejecución de la línea base del centro de salud ubicándolo geo espacialmente y caracterizando los parámetros organolépticos, fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual

Ubicación geoespacial del Centros de Salud “Javier Llosa García”

Para la ubicación geoespacial se utilizó el programa informático Google Earth, donde se determinó la zona de estudio sus coordenadas geográficas, ubicada en el distrito de Hunter, Provincia de Arequipa, Departamento de Arequipa, perteneciente a la micro red Arequipa-Caylloma, y así mismo, se identificó el área de influencia directa.

Ubicación hidrográfica de su relación con los cuerpos de agua colindantes.

Seguidamente para realizar el análisis hidrográfico se utilizó el programa informático ArcGis, en el cual se ubicó los Cuerpos de agua colindantes a la zona de estudio, que son utilizados como fuente de agua de riego y bebida de animales.

Recopilación de la información de la situación actual del Centro de Salud.

La recopilación de información en el Centro de Salud se realizó de manera continua durante dos meses con visitas diarias, con el objetivo de conocer las condiciones actuales y desarrollar una línea base. Se inició el trabajo de campo con una inspección del área de estudio e identificación de cada área del Centro de Salud, además, se pidió recibos de agua, registros de fármacos, flujo de atenciones de pacientes.

Trabajo de gabinete para conocer y desarrollar la línea base del proyecto.

Con los datos obtenidos se inició el trabajo de gabinete donde se realizó un análisis de los diferentes fármacos que entran en forma disuelta. De igual manera, se recopiló datos de oficinas de atención, el flujo de atención de

pacientes y el consumo de agua mensual y anual del Establecimiento de Salud. Para el tratamiento de datos de los diferentes fármacos se elaboraron formatos clasificándolos según el tipo de fármaco, entrada y salida mensual durante los últimos 6 meses del año 2018.

Ubicación del punto de muestreo.

La toma de muestras se realizó dentro del Centro de Salud “Javier Llosa García”, en la zona de vertimiento de todos sus efluentes al alcantarillado público.

Toma de muestra en base al Protocolo de Monitoreo de agua.

Se tomó la muestra de agua utilizando el Protocolo de Monitoreos Recursos Hídricos (R.J. N°010-2016-ANA), de acuerdo al siguiente procedimiento: Para la extracción de las muestras se utilizó frascos de acuerdo con la lista de parámetros mostrada en el anexo 5. Biológicos y Microbiológicos y Físico Químicos - inorgánicos, para los primeros se requirió frascos de plástico o vidrio previamente esterilizados, y para parámetros Físico Químicos - inorgánicos frascos de plástico y compuestos orgánicos vidrio oscuro de boca ancha.

Las muestras de agua fueron recolectadas y preservadas en frasco los cuales fueron rotulados (Autoridad Nacional del Agua, 2016).

Traslado y acopio de las muestras de Agua.

El transporte de los frascos se realizó en coolers con ice packs para evitar su contaminación y lograr su preservación (Autoridad Nacional del Agua, 2016). Se llevaron las muestras al laboratorio de ALS CORPLAB - Arequipa.

Análisis organoléptico, físico-químicos, y microbiológicos del agua residual.

Los análisis organolépticos, físico-químicos, y microbiológicos del agua residual, se realizaron en base a los procedimientos utilizados en el laboratorio ALS CORPLAB, tomando en cuenta en el análisis la evaluación de los siguientes parámetros fisicoquímicos y organolépticos:

Aceites y Grasas (mg/L), Color Verdadero (UC), Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$), Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L), Demanda Química de Oxígeno (mgO_2/L), Detergentes Aniónicos (mg MBAS/L), Dureza Total (mg CaCO_3/L), Fósforo Total (mgP/L), Nitrógeno Amoniacal (mg $\text{NH}_3\text{-N}/\text{L}$), Oxígeno Disuelto (mg/L), pH, Sólidos Totales Suspendidos (mg/L), Sulfuros (mg/L), Turbidez (NTU), Materia Orgánica (mgO_2/L), Fosfatos $\text{PO}_4\text{-3}$ (mg/L), Temperatura ($^\circ\text{T}$) y ensayos microbiológicos: *Salmonella* (AUS/PRES), *Enterococos Fecales* (NMP/100 mL), Coliformes Fecales (NMP/100mL), Coliformes Totales (NMP/100ml), *Escherichia Coli* (NMP/100mL) y Bacterias Heterotróficas (UFC/mL).

3.5.2 Realización de una simulación virtual para predecir el movimiento de medicamentos en el efluente

Usar el Programa Informático Epi Suite

En el Anexo 8, donde se muestra la Tabla 33 se evaluó la entrada y salida de los medicamentos, donde se obtuvo los medicamentos de mayor consumo. Consecuentemente, se utilizó el programa informático Epi Suite para extraer el número de CAS de cada medicamento.

Utilización de Programa Informático Enviroland para la modelación del comportamiento del medicamento en el efluente

Para la moderación virtual se utilizó el programa informático Enviroland, el cual muestra la modelación y transporte de los contaminantes, determina los cambios de flujo de los contaminantes del canal, velocidad del agua, caudal, carga de masa, velocidad de reacción en la dispersión, con estos datos se buscó conocer el comportamiento de los medicamentos en el efluente.

3.5.3 Determinación de la Proporción adecuada del POA Foto-Fenton para el tratamiento del efluente en un prototipo a escala laboratorio y su diseño virtual 3D.

Toma de muestra del agua residual hospitalaria.

Se tomó una muestra de 20L del efluente hospitalario inicialmente con la cual se inició el trabajo de laboratorio, y semanalmente se extrajo una muestra de 500 mL durante 8 semanas; siendo llevadas al laboratorio de la UCSM para iniciar la etapa experimental, siendo transportadas y conservadas según el Anexo 5.

Análisis de parámetros iniciales del agua residual.

Se inició la parte experimental utilizando 1 beaker de 500 mL donde vertimos la muestra para realizar el análisis utilizando un multiparámetro *HANNA HI 9829*, donde se evaluaron los parámetros como pH, Potencial Redox (mVORP), Porcentaje de Oxígeno disuelto (%OD), y se observaron también Oxígeno disuelto (ppmOD), Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$), Sólidos totales Disueltos (ppmTDS), Turbidez (FNU), Temperatura ($^{\circ}\text{C}$).

Elaboración de Diagrama de Bloques del POA Foto-Fenton

Después, se elaboró un Diagrama de Bloques para graficar el Proceso del tratamiento que se realizó en las aguas residuales mostrado en la Figura 8.

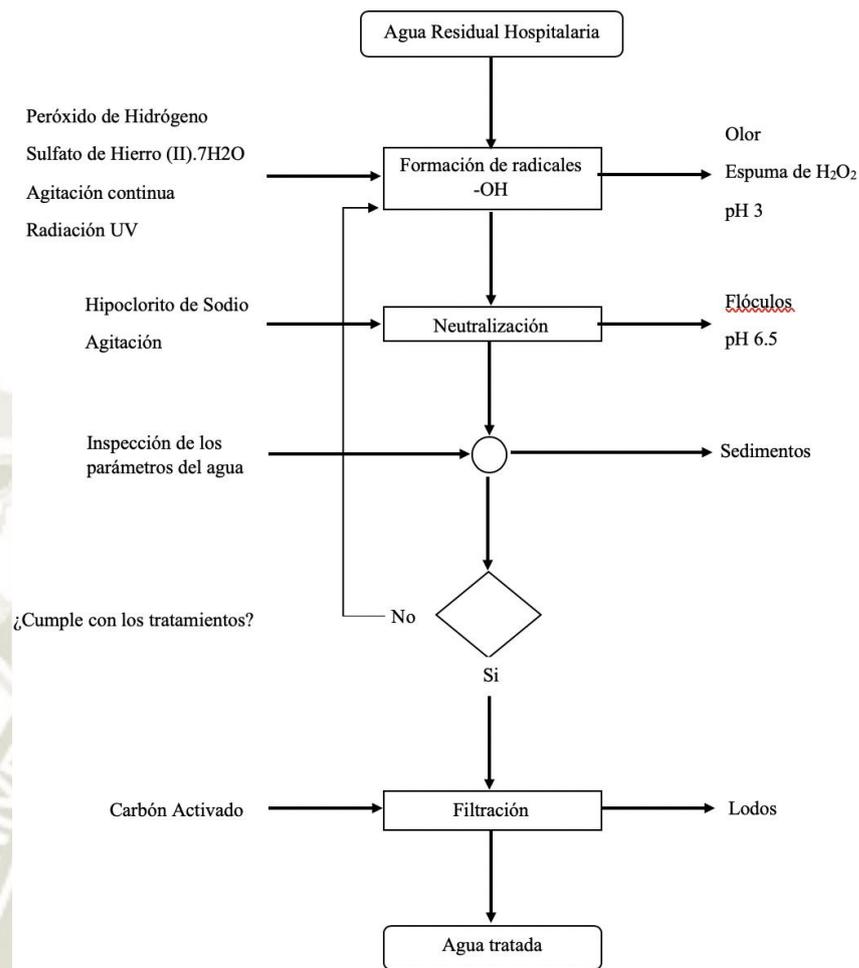


Figura 9 Diagrama de Bloques del POA Foto-Fenton

Fuente: Elaboración propia

Aplicación del POA Foto-Fenton en el agua residual a diferentes concentraciones (Sulfato de Hierro (II) 7.H₂O y Peróxido de hidrógeno)

Seguidamente se inició el POA Foto-Fenton, se utilizaron los siguientes reactivos: Peróxido de Hidrógeno 50% (200 Vol.) (Cod: VAR0066), Sulfato de Hierro (II) 7.H₂O q.p. (Marca: SCHARLAU - Cod: 004353).

Para la primera prueba se utilizó 3 Beaker de 250 ml en los cuales se realizó el POA, agregando Sulfato de Hierro (II) 7.H₂O q.p. (Marca: SCHARLAU - Cod: 004353) a diferentes concentraciones (0.5g, 1g y 2g) con la finalidad de evaluar la mejor relación con 3ml de Peróxido de hidrógeno. Así mismo, se trabajó en 3 Beaker con tres concentraciones diferentes del Peróxido de Hidrógeno (3mL,

5mL, 7mL) para conocer su mejor Proporción respecto a 1g de Sulfato de Hierro (II) $7.H_2O$ cada una como se muestra en la Tabla 10.

Todas las evaluaciones se realizaron a las mismas condiciones (250mL de agua residual y luz), trabajando con sistema batch, o utilizando Agitador Magnético *AREX-6 Connect PRO The First Connected Hot Plate Stirre* para generar la activación del reactivo por 15 min y, consecuentemente, se agregó el Peróxido de Hidrógeno 50% (200 Vol.) a cada uno y se continuó con la agitación por 30 min. Cada prueba se hizo por triplicado, con la finalidad de verificar los resultados.

Después del proceso de agitación, se observó que el tiempo de reposo para la separación de las capas (sólida y líquida), fue un aproximado de 2 horas. Con ello se procedió a filtrar el efluente tratado libre de cualquier partícula que se encuentre suspendida después del tratamiento, obteniéndose un efluente transparente medio ámbar con un pH ácido.

Obtención de las mejores condiciones para el tratamiento de agua residual con POA Foto-Fenton

Después de realizar el procedimiento se concluyó que la relación más apropiada era de 3/1 pero hubo algunas falencias en el proceso aplicado por el cual se añadió Hipoclorito de Sodio (Marca: Cloro) para regular el pH realizándolo con 3 diferentes concentraciones de Hipoclorito de Sodio (10 mL, 15 mL y 20 mL) como se muestra en la Tabla 8. Y finalmente, en el proceso de filtración se añadió Carbón Activado F-200 (Tratam. de Aguas)* 25kg (Marca: Calgón, Cod: 000141) para obtener un efluente incoloro.

Tabla 8 Esquema Experimental

Código	Codificación del Diseño Experimental	
T1	1g de Sulfato de Hierro (II) en relación con el Peróxido 5 mL	
T2	1g de Sulfato de Hierro (II) en relación con el Peróxido 3 mL	
T3	1g de Sulfato de Hierro (II) en relación con el Peróxido 7 mL	
Pruebas	T4	0,5g de Sulfato de Hierro (II) en relación con el Peróxido 3 mL
	T5	1g de Sulfato de Hierro (II) en relación con el Peróxido 3 mL
	T6	2g de Sulfato de Hierro (II) en relación con el Peróxido 3 mL
	T7	Dosis de Hipoclorito de sodio para regular pH: 10 mL
	T8	Dosis de Hipoclorito de sodio para regular pH: 15 mL
	T9	Dosis de Hipoclorito de sodio para regular pH: 20 mL

Fuente: Elaboración propia

Análisis del agua residual tratada

Para verificar la efectividad del procedimiento se realizó una evaluación en cada prueba utilizando el Multiparámetro *HANNA HI 9829*, de igual manera, se realizó un análisis final en el laboratorio ALS CORPLAB del efluente tratado con los parámetros anteriormente mencionados.

Diseño y construcción del prototipo proceso oxidación avanzada Foto-Fenton, en base a los análisis realizados.

Para este diseño se utilizaron los resultados de laboratorio donde, con la relación óptima entre el Peróxido de Hidrógeno 50% (200 Vol) (Cod: VAR0066) y Sulfato de Hierro (II) 7.H₂O q.p, se hizo el dimensionamiento para elaborar el diseño Foto-Fenton de 60*20*30m para 6 L de agua. En el diseño se utilizó diferentes materiales como una Válvula de ingreso (Marca: Metusa), 1 Válvula compuerta 1 ½ Bronce para el transporte de agua de un compartimiento a otro 1 Caño de bola ½ 2/8 K. para medir el nivel de agua, 1 m de Tela para los compartimientos del carbón activado, como agitador 2 Batidoras Oster (Marca Nacional), y como fuente de luz una lámpara con foco Philips 40 W.

Evaluación del prototipo del Proceso Oxidativo Foto-Fenton.

Se realizó el POA Foto-Fenton en el prototipo con 6 litros de agua residual.

Diseño virtual del proceso oxidación avanzada Foto-Fenton en el centro de salud en el programa informático Autodesk Revit versión 2017 y Lumion versión 6.5.1 Pro.

Con la verificación del tratamiento en prototipo, se elaboró un diseño 3D a escala real en Autodesk Revit versión 2017 y Lumion versión 6.5.1 Pro, para ello se desarrolló un plano en AUTOCAD 2D para exportarlo y tener las medidas exactas, con la finalidad de diseñar a escala real como se instalaría el proceso en el Centro de Salud “Javier Llosa García”.

3.5.4 Validación los ensayos experimentales utilizando significancia estadística

Análisis estadístico de los ensayos de laboratorio utilizando SPSS Versión 25

Los resultados obtenidos en laboratorio serán validados por medio del uso del programa estadística SPSS Versión 25 donde se evaluó los resultados con 95% de significancia, donde colocamos los datos y evaluamos en base al Test de Normalidad, ANOVA y Test de Duncan.

3.5.5 Evaluación del efluente obtenido después del tratamiento Foto-Fenton en base a los reglamentos establecidos de VMA y ECA de agua

Comparación de los resultados con el reglamento peruano vigente

Con los resultados obtenidos se comparó su efectividad con la reglamentación peruana vigente considerando los VMA según el (D.S. 010-2019 VIVIENDA) y los ECAs (D.S. 003-2017 MINAM) con la finalidad de demostrar la efectividad del tratamiento y su capacidad para poder darle reutilización a los efluentes obtenidos.

3.6 MATERIALES Y EQUIPOS

Los materiales utilizados se detallan en los siguientes cuadros:

Tabla 9: “Lista de Materiales, equipos y reactivos utilizados en análisis experimental”

Materiales de		
Vidrio y porcelana	Instrumentación y Equipos	Reactivos
-1 Beaker de 500 ml	-1 Multiparámetro marca <i>HANNA HI9829</i>	- 200 g de Sulfato de Hierro (II)
-5 Beaker de 250 ml	-1 Balanza electrónica <i>SARTURIUS</i>	7.H ₂ O q.p. (Marca: <i>SCHARLAU</i> -
-5 Beaker de 50 ml	<i>GRAMOS</i>	Cod: 004353)
-5 Pipetas de 5 ml	-1 Sistema de Jarras	- 1L Peróxido de Hidrógeno 50%
-3 Probeta 10 ml	-2 Agitadores magnéticos <i>AREX-6 Connect</i>	(200 Vol) (Cód.: VAR0066)
-5 Embudos	<i>PRO The First Connected Hot Plate Stirre</i>	- 2L Hipoclorito de Sodio (Marca:
-2 Espátula	-01 Bomba al vacío Marca <i>Membran</i> -	Cloro)
-2 Baqueta de vidrio	<i>Vakunmpumpe</i>	-2 kilos Carbón Activado F-200
	-01 Lámpara	(Tratam. de Aguas)* 25kg (Marca:
	-2 Pastillas magnéticas	Calgón, Cód.: 000141)
	-06 pliegos de Papel Filtro	
	-01 pliego de Papel aluminio	

Fuente: Elaboración propia

Para el diseño:

Tabla 10: “Lista de Materiales y programas informáticos para el diseño”

Materiales para fabricación	Software
-1 Diseño de Vidrio con perforaciones	-Arcgis 10.3
-Válvula de ingreso (Marca: Metusa)	-Google Earth 7.3.2
- 1 Válvula compuerta 1 ½ Bronce	-Autocad 2016
-1 Caño de bola ½ 2/8 K.	-Envioroland ENV250 versión 3.00
-02 Batidoras Oster (Marca: Nacional)	-Epi Suite 4.1
-1 m de Tela	-Autodesk Revit versión 2017
	-Lumion versión 6.5.1 Pro

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS, DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se presenta los resultados obtenidos de la investigación y las respectivas discusiones obtenidas de acuerdo a ellos. Los resultados son presentados de acuerdo a cada objetivo específico.

4.1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1.1 Ejecución de la línea base del centro de salud ubicándolo geo espacialmente y caracterizando los parámetros organolépticos, fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual

La ubicación geoespacial y caracterización de los parámetros organolépticos, fisicoquímicos microbiológicos del agua residual del Centro de Salud tuvo el objetivo de realizar una línea base del área de estudio donde se busca tratar sus efluentes para reducir los riesgos ambientales y sociales en la zona y generar una propuesta de reutilización del agua; es por ello que para la ubicación del Centro de Salud se usó del programa informático Google Earth y Arcgis, obteniendo los siguientes resultados:



Figura 10: “Ubicación Geoespacial del Centro de Salud “Javier Llosa García”, Arequipa”

Fuente: *Google Earth, 2019*

Las coordenadas Geográficas del Centro de Salud “Javier Llosa García” son las que se muestran en la Tabla 11:

Tabla 11: “Coordenadas de Ubicación de la Zona de Estudio”

Coordenadas Geográficas	
Latitud	16° 26' 43.74" S
Longitud	71° 33' 17.23" O

Fuente: *Elaboración propia*

El distrito de Hunter limita por el Noreste con los distritos de Arequipa Cercado y José Luis Bustamante y Rivero; por el Este con el distrito de Socabaya y por el Suroeste con los distritos de Tiabaya y Sachaca. De la misma manera, en la Tabla 12 se muestra el área de influencia directa, donde se incluye la Población según el Censo del INEI 2017 en el Distrito de Hunter, los colegios y centros concurrentes y algunos ambientes urbanos:

Tabla 12: Área de influencia directa

ÍTEM	Descripción	Cantidad
1	Población	108,707 habitantes
2	Colegios	29 establecimientos
3	Mercados y Centros comerciales	32 establecimientos
4	Cuerpos de aguas	4 cuerpos de agua
5	Áreas verdes - Parques	4 centros recreacionales

Fuente: *Elaboración propia*

Las características Climáticas en la zona se describen según la Tabla 13:

Tabla 13 Descripción de las Características Meteorológicas

	Descripción
Clima	Costero Árido –Seco
Temperatura	15-12 °C promedio
Humedad atmosférica	72% en Febrero y 37% Agosto
Precipitación pluvial	Diciembre a Marzo 0.68mm/seg
Viento (SENAMHI, 2019)	19 km/h
Dirección del Viento (SENAMHI, 2019)	Oeste

Fuente: *Plan de desarrollo concertado Distrito Jacobo Hunter 2007—2015, 2019*

En cuanto a la flora se sabe que el distrito de Hunter, está caracterizado por plantas silvestres como los cactus y de formas esporádicas algunas de tipo de arbusto como el molle, eucalipto, vilco, yara, hierba santa, etc. y plantas asociadas a los cultivos como el paico, pasto, malva, ortiga, nabo silvestre, mata conejo, trébol, tomatillo, texao, gallitina, tiquel tiquel, entre otros. (Plan de desarrollo concertado Distrito Jacobo Hunter 2007—2015, 2019) Y respecto a la fauna, en la zona es pobre, tanto en diversidad como en densidad poblacional, indican que estarían habitando en las estribaciones del “Batolito de la Caldera” y en la zona agrícola, entre ellos tenemos la presencia de animales salvajes como son lagartijas, culebra, gavián, tortolita, paloma, zorzal-chihuán, vizcacha, zorro de costa, ratón de campo, murciélago, rata de campo y cuy silvestre. (Plan de desarrollo concertado Distrito Jacobo Hunter 2007-2015, 2019)

En la Figura 9, se obtuvo como resultado, el área de influencia directa considerando al distrito de Hunter, por la demanda diaria de su población a consultas, además, posee cuerpos de agua colindantes con la zona de estudio, como el caudal del río Socabaya, donde la afluencia de este río proviene de los afluentes del río Andamayo y Yarabamba; y aguas abajo se encuentra el río Tingo Grande que desemboca en el río Chili.

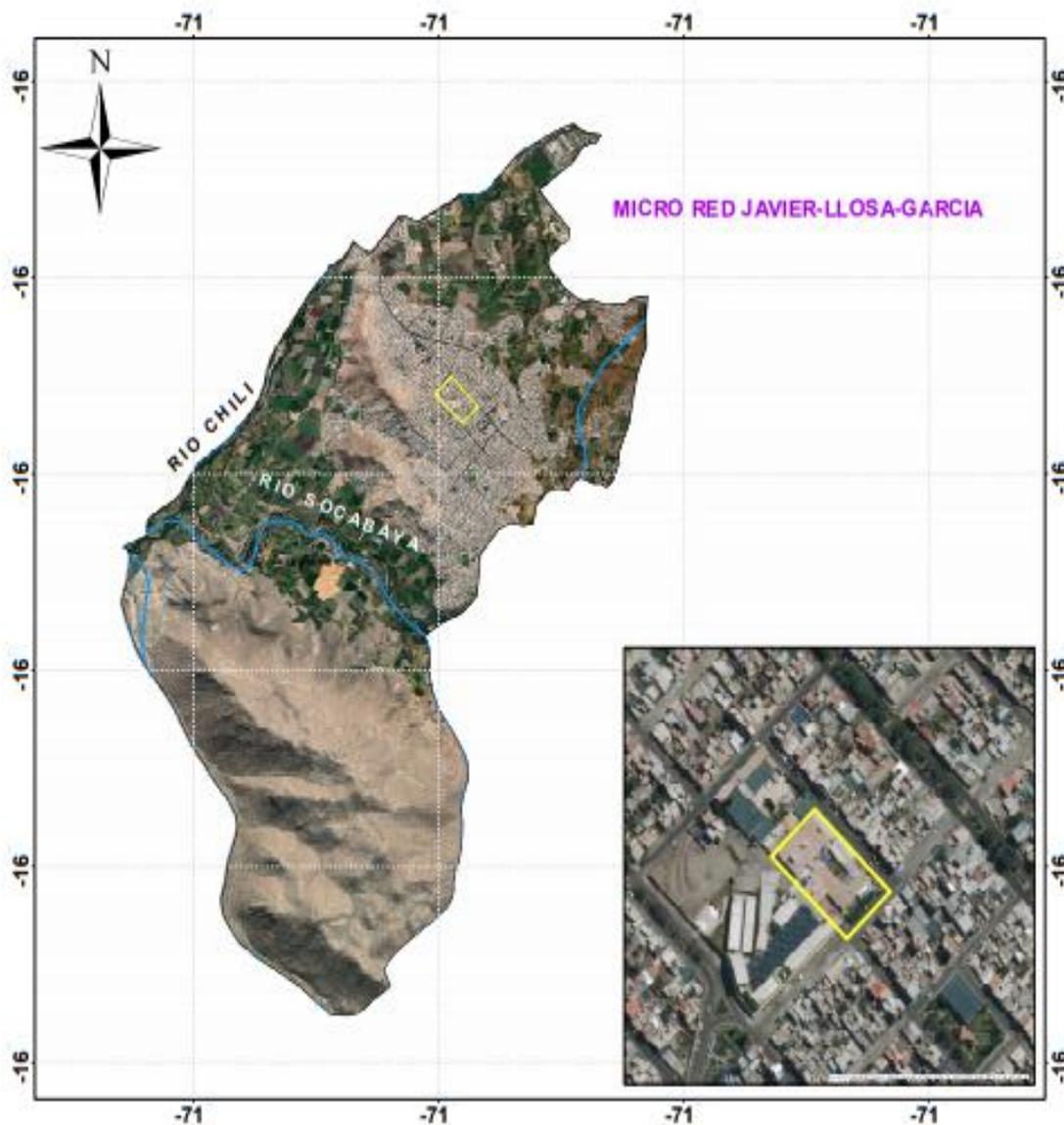


Figura 11: "Mapa Centro de Salud "Javier Llosa García", Arequipa

Fuente: *Elaboración propia*

Se observa que, estos dos ríos principales que atraviesan el distrito de Hunter pueden verse afectados por el efluente residual del Centro de Salud, ya que, al no recibir ningún tipo de tratamiento y ser vertidos al alcantarillado, se mezcla con otros efluentes domésticos en el pozos de recolección público del agua residual; originado efluentes peligrosos, porque, no solo contendría efluentes domésticos si no también, los diferentes contaminantes del efluente hospitalario siendo un foco de contaminación importante.

Respecto al análisis del Centro de Salud se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 14: “División del Centro de Salud”

División del Centro de Salud “Javier Llosa García”			
Primer piso			Segundo piso
Zona externa	Zona Interna	Emergencia	Área administrativa
<ul style="list-style-type: none"> - Estacionamiento - Oficina de Salud ambiental - Oficina de PCT (pacientes que poseen tuberculosis) - Capilla - Almacén de insumos médicos y administración - Lavandería - Almacén de alimentos 	<ul style="list-style-type: none"> - Laboratorio - Obstetricia - Sala de recuperación - Sala de obstetricia (ecografías) - Centro quirúrgico - Psicoprofilaxis - Ginecología - Rayos x - Odontología - Terapia de adolescentes - Oficina del seguro social integral - Oficina de asistente social - Farmacia y almacén de medicamentos - Triage 2 oficinas - Crecimiento y desarrollo - Tratamiento de anemia - Caja y administración - Oficina de historias clínicas - Oficina de ecografías general - Centro de atención ambulatoria solo varones 3 camas 	<ul style="list-style-type: none"> - Tópico (Lavadero de mano y sala de inyectables) - Emergencia (Posee 4 oficinas) 	<ul style="list-style-type: none"> - Administración - Oficina de Psicología - Cuarto de servicio - Oficina de nutrición - Servicio social - Jefatura - Oficina de secretaria - Oficina de estadística - Oficina de economía - Sala de reuniones 2 - Auditorio - Comedor (2 Dormitorios, 1 Cocina, 2 Baños y 1 Sala de star)

Fuente: *Elaboración propia*

En cuanto a la Tabla 14, el Centro de Salud se encuentra conformado por dos pisos, el primero posee un área externa, un área interna y la zona de emergencia, las cuales forman 29 oficinas de atención incluyendo el área de estacionamiento; y en el segundo piso se encuentra el área administrativa y las zonas de área

común como el comedor, zona de reuniones; los cuales conforman un total de 12 ambientes.

Según la Oficina de Recursos Humanos el Centro de Salud cuenta con 80 trabajadores como personas de tránsito constante en el establecimiento. De la misma manera, en la Figura 9 se muestra los resultados de la evaluación respecto a los registros de atención a pacientes durante el año 2017-2018:

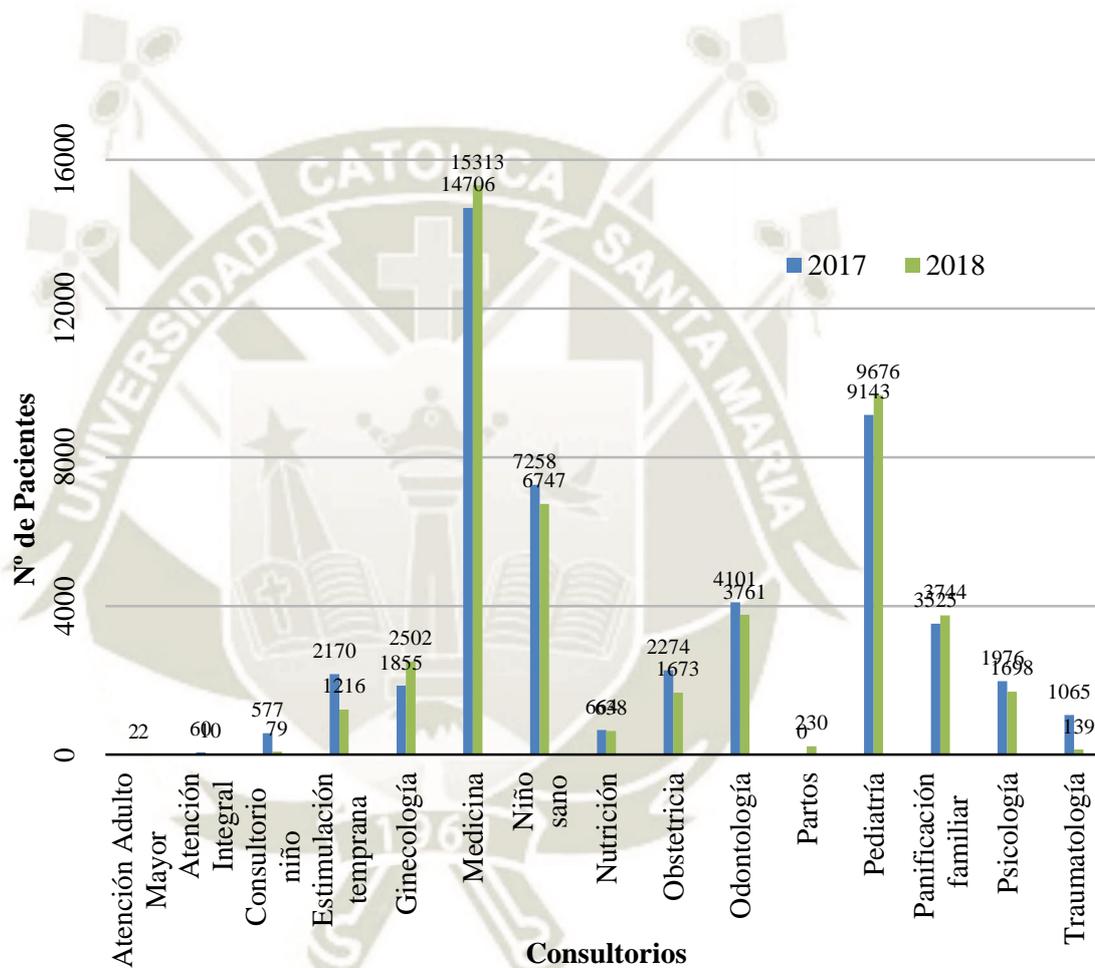


Figura 12 Gráfica de la atención anual (2017-2018) en los diferentes consultorios del Centro de Salud

Fuente: *Elaboración propia*

En la Figura 9 podemos observar que el Centro de Salud cuenta con 15 consultorios de atención entre los cuales se encuentra psicología, ginecología, sala de partos, etc. Donde, el consultorio con mayor atención es el de Medicina con 14706 y 15313 pacientes cada año evaluado respectivamente, de todas las edades, principalmente adultos y niños; en segundo lugar es de Pediatría,

teniendo una cantidad de niños atendidos de 9143 y 9676 respectivamente, siendo así, que la población que concurre mensualmente al establecimiento son niños y adultos. Añadiendo, en el último año hubo 230 partos y 2502 atenciones en ginecología; por ende, el efluente vertido se vio influenciado por flujos humanos, como sangre.

Como se muestra en la Tabla 24 la atención mensual promedio es de 4115 y 3952 pacientes aproximadamente y anual de 49,376 y 47,428 pacientes, siendo $\frac{1}{3}$ de población de referencia del Distrito de Hunter, la cual es de 108,707 Censo del INEI 2017.

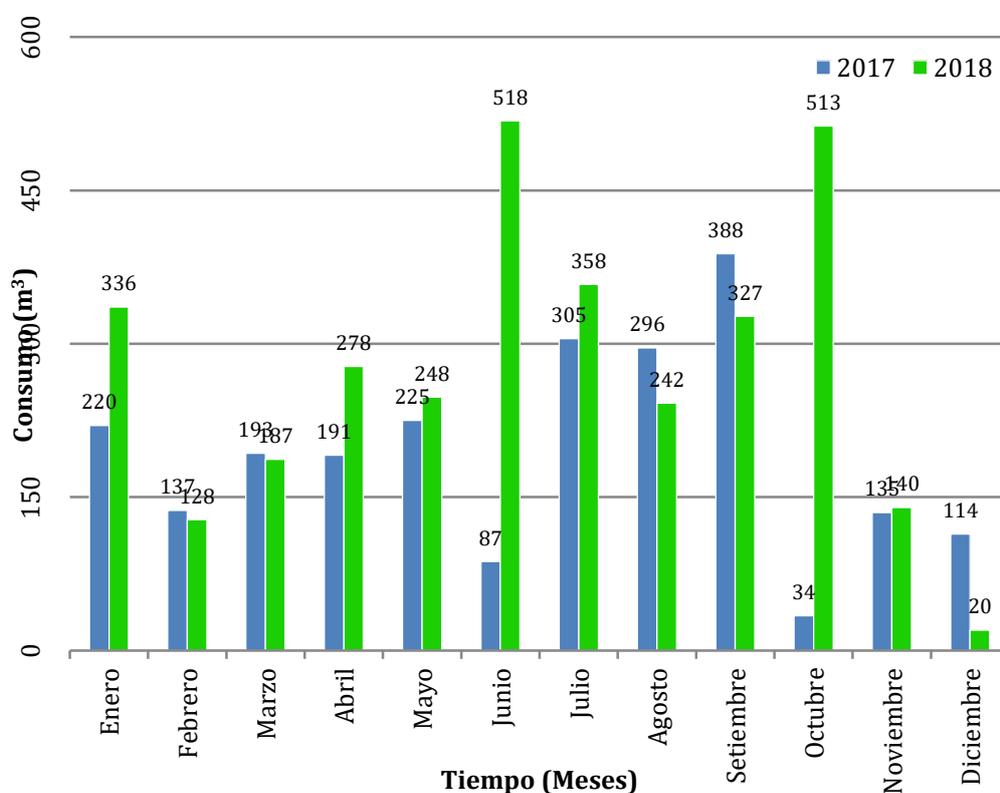


Figura 13 Gráfica del Consumo (m^3) de agua según los meses del año (2017-2018)

Fuente: *Elaboración propia*

En el cuadro de Consumo de agua (m^3) podemos observar que en los meses de Junio y tiene un máximo de $518 m^3$ en el 2017 y un mínimo de $34 m^3$ en el mes Octubre en 2018, debido a la demanda de servicios influenciada por la época del año y la concurrencia de pacientes, el consumo promedio durante el año 2017 fue de $193.75 m^3$ y durante el año 2018 fue de $274.65 m^3$.

Así mismo, en cuanto al área de farmacia se elabora un cuadro de entrada y salida de los medicamentos *Anexo 5* donde menciona que en el mes de junio se requirieron 34 medicamentos siendo una entrada de 19278 unidades por mes al Centro de Salud y cuya salida fue de 13847, del mismo modo, en el mes de julio se requirieron 32 medicamentos de los cuales ingresaron 13015 unidades y salieron 7563; en el mes de agosto ingreso 26 medicamentos con 17570 unidades y un egreso de 13342, en el mes de septiembre se requirió de 30 medicamentos ingresando 14393 unidades y un egreso de 9501, en el mes de octubre se requirió de 140 medicamentos de los cuales ingresaron 169404 unidades y egresaron 132378, en el mes de noviembre se requirió de 15 medicamentos ingresando 35306 unidades de los cuales salieron 8281 y en el mes de diciembre se adquirió 24 medicamentos de los cuales ingresaron 40211 y egresaron 9374 .

Al ser cantidades muy grandes se elaboró la Tabla de clasificación (*Anexo 6*) donde los medicamentos según su función se agrupan en 36 grupos de los cuales se extrajo los medicamentos más utilizados en el tiempo de evaluación elaborando así la Tabla 15 en base al *Anexo 7* donde se concluyó que son 11 medicamentos usados constantemente durante los 6 meses de evaluación en el Centro de Salud.

Se tomaron en cuenta estos fármacos de los cuales se clasifican en antipirético, antibiótico, corticoide, antiemético, vitamina, protector gástrico, solución hidroeléctrica y hormona. Los en antipirético sirven para disminuir la fiebre de las diferentes enfermedades como la es la gripe, o alguna infección, los antibióticos combaten infecciones causadas por bacterias que generalmente producen diarrea, dolores estomacales, corticoide estos sirven para combatir el estrés relacionado con enfermedades y traumatismos entre los más comunes podemos encontrar artritis, asma, esclerosis múltiple, erupciones cutáneas; los antiemético que sirve para tratar náuseas vómitos o mareos, protector gástrico su función es eliminar las molestias abdominales causadas generalmente por la gastritis, solución hidroeléctrica el cual se usa para rehidratar a las persona.

Tabla 15: Medicamentos usados constantemente durante los 7 meses

Medicamentos	N° de meses consumidos
BENCILPENICILINA PROCAINICA CON DILUYENTE - 1000000 UI - INYECT -	5
CEFTRIAXONA SÓDICA (COMO SAL SÓDICA) CON DILUYENTE - 1 g - INYECT -	5
DEXAMETASONA FOSFATO (COMO SAL SODICA) - 4 mg/2 mL - INYECT - 2 mL	5
DICLOFENACO SÓDICO - 25 mg/mL - INYECT - 3 mL	5
DIMENHIDRINATO - 50 mg - TABLET -	5
ESCOPOLAMINA N-BUTILBROMURO - 20 mg/mL - INYECT - 1 mL	5
METAMIZOL SÓDICO - 1 g - INYECT - 2 mL	5
RANITIDINA (COMO CLORHIDRATO) - 25 mg/mL - INYECT - 2 mL	5
SODIO CLORURO - 900 mg/100 mL (0.9 %) - INYECT - 1 L	5
DEXTROSA - 333 mg/mL (33 %) - INYECT - 20 mL	5
EPINEFRINA (COMO CLORHIDRATO O TARTRATO) - 1 mg/mL - INYECT - 1 mL	5

Fuente: Creación propia

Muy aparte de su uso se requiere un estudio por cada uno de ellos ya que estos medicamentos en los ecosistemas es una preocupación, el riesgo de la exposición a largo plazo (a dosis bajas, pero a una mezcla de contaminantes activos) (Agirrezabala, 2016), el cual a largo plazo estos se convierten en un principal riesgo potencial para el distrito de Hunter, la procedencia de estos medicamentos al alcantarillado pueden ser por eliminación directa o por su excreción del cuerpo humano según ,(Cartajena, n.d.) muchos de los fármacos son transformados en su totalidad en el hígado y otros son eliminados casi en su totalidad, puesto a esto se debe de tener en cuenta que el uso de los servicios higiénicos del centro de salud son utilizados por los pacientes los cuales se encuentran medicados y de los cuales muchos de ellos eliminarán los restos de medicamento que el hígado no pudo degradar al 100% concentrándose una parte en el efluente hospitalario llegando al pozo colector para posteriormente ser

eliminado por la red de alcantarillado público la concentración será mínima, pero es peligroso para población y sus ecosistemas que se encuentran aledaños y dentro del distrito de Hunter



Figura 14: “Punto de muestreo de agua residual del Centro de Salud, Arequipa”

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 16: “Coordenadas de Ubicación del Punto de Muestreo”

Coordenadas Geográficas	
Latitud	16° 26' 41.87" S
Longitud	71° 33' 18.21" O

Fuente: *Elaboración propia*

El primer muestreo se tomó como línea base para obtener los análisis de los parámetros, organolépticos, físico-químicos y microbiológicos del agua, el cual se realizó en el laboratorio acreditado ALS CORPLAB.

Tabla 17: Resultados iniciales de los análisis del efluente hospitalario

Parámetro	Unidad	Resultado
Aceites y Grasas	mg/L	112,1
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	124
Demanda Química de Oxígeno	mg O ₂ /L	210
Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	198
Color Verdadero	UC	133
Conductividad (Laboratorio)	μS/cm	1113,0
Detergentes Aniónicos	mg MBAS/L	10,46
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	107,2
Fósforo Total	mg P/L	9,826
Nitrógeno Amoniacal	mg NH ₃ -N/L	0,277
Oxígeno Disuelto*	mg/L	5,42
pH (Laboratorio)*	Unidades pH	9,01
Sulfuros	mg/L	0,0433
Turbidez	NTU	142,0
Olor*	---	No Aceptable
Fosfatos, PO ₄ -3	mg/L	29,01
<i>Enterococos Fecales</i> *	NMP/100 mL	2200000,0
<i>Salmonella</i> *	AUS/PRES	Ausencia
Coliformes Fecales	NMP/100mL	17000000
Coliformes Totales	NMP/100mL	33000000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100MI	7800000

Fuente: Informe de Laboratorio N°2019 ALS CORPLAB

Según los resultados mostrados en la Tabla 17, son 21 parámetros evaluados; el valor del pH del efluente arroja un valor de 9.1 y se sabe que los indicadores de los valores de pH de un efluente hospitalario oscila entre 5.1 y 10.4 lo cual atribuye a materiales de limpieza utilizados como son detergentes, desinfectantes y demás (Robert, 2006), el valor mostrado en la línea base confirma que este se debe al proceso de lavandería, mantenimiento, limpieza y otros actividades que se realizan en el Centro de Salud Javier Llosa García, por otro lado este valor puede variar según las actividades en diferentes horarios

establecidos. Otro parámetro importante, es el de aceites y grasas, el cual es se encuentra elevado debido a los diferentes procesos que se llevan en el Centro de Salud como la excreción de fitosanitarios y restos humanos ofrece como placentas, sangre, entre otros. Y evaluando el valor de SST que se encuentra elevado, por el arrastre de los diferentes procesos tanto de lavandería, limpieza, riego, uso de servicios higiénicos entre otros que son arrastrados al alcantarillado.

Con respecto a los valores de DBO y DQO se observa que la DBO como muestra inicial tiene un valor de 124mg/L y la DQO 210 mg/L estos valores se debe a la concentración de fármacos, detergentes, desinfectantes, microorganismos (Revista cubana de Química, 2013), entre otros. Por otro lado se observó que la cantidad de microorganismos es elevada y la resistencia que adquieren los microorganismos a desinfectantes puede ser por mutación, adaptación o material genético (Russell, 2003), por lo cual la cantidad de microorganismos presentes en el efluente puede ser calificado como un riesgo potencial para la población y para el vertimiento al medio ambiente los microorganismos presentes en efluentes hospitalarios están en contacto con diferentes medicamentos los cuales los hacen más persistentes y resistentes a diferentes medicamentos (Tzoc, E. 2004). Estas aguas residuales, descargadas directamente en el drenaje de la red de los laboratorios y de los hospitales, pueden contribuir bajo ciertas condiciones fisicoquímicas a la presencia del virus en las redes urbanas del alcantarillado y en las plantas de tratamiento de aguas residuales los cuales en inundaciones y colapsos del alcantarillado pueden originar diferentes enfermedades como menciona (Osejos and Merino 2018), mostrando la necesidad de depurar estas aguas y evitar las consecuencias futuras. Debido a las características mostradas se decidió hacer el tratamiento de aguas residuales para poder minimizar su impacto y prevenir los diferentes peligros que pueda ocasionar y darle un uso secundario.

4.1.2 Realización de una simulación virtual para predecir el movimiento de medicamentos en el efluente

Se realizó la clasificación de los medicamentos según su uso, se extrajeron los nombres de cada uno de los medicamentos del Anexo 6 y se colocaron en el

programa Epi Suite el cual nos permitió obtener el número CAS para determinar el tiempo de vida media de cada medicamento como muestro en Anexo 5. La demanda de medicamentos, la frecuencia de administrarlo a pacientes, y la automedicación determinan la carga y la presencia de principios activos en aguas según la composición de cada medicamento (Cartajena, n.d.), por ello se elaboró un cuadro de entrada y salida de los medicamento y un cuadro especificando N° Cas y tiempo de vida se puede observar en el Anexo 6.

Un aspecto importante de los medicamentos desde el punto de vista medioambiental es que las sustancias farmacológicamente activas incluyen compuestos formados por moléculas grandes y químicamente complejas, con diferentes peso molecular, estructura, funcionalidad, por el cual el Anexo 7 se elaboró la clasificación de los medicamentos como se mostró en la Tabla 41 y también su composición, pudimos ver que algunos medicamentos no poseen tiempo de vida ya que estos son fácilmente biodegradables el POA Foto Fenton puede cambiar su composición química del fármaco haciéndolo más biodisponible y menos peligroso (Rodríguez, 2014). No obstante la presencia de fármacos en el efluente del Centro de Salud implica su importancia puede ser considerada por las cantidades que se utilizan y sus efectos ecotoxicológicos por la resistencia bacteriana (Hirsch et al., 1999), por lo cual se realizó una modelación de cómo estos fármacos que pueden concentrarse y movilizarse en el recorrido del sistema de alcantarillado este también dependerá de la geografía y flujo del efluente.

Para realizar la modelación se obtuvo las medidas del canal su ancho, profundidad, distancia y valores como la velocidad, caudal entre otros. En este caso solo es un mismo canal debido a que todo el efluente va a un pozo colector y luego a la red de alcantarillado. Se utilizó el programa Enviroland para extraer las fórmulas de evaluación y desarrollarlas en Excel, debido a que los valores para el análisis de velocidad, caudal, ancho, profundidad, pendiente, tiempo de vida y el coeficiente de Henry en el punto de muestreo son valores pequeños por el cual el programa no los procesa.

En la Figura 14 se analizó el paracetamol ya que es uno de los contaminantes más peligrosos para el ambiente y para las personas; es un analgésico ampliamente utilizado, que está comúnmente presente en los ambientes acuáticos, y en seres humanos (Tejada, Quiñonez and Peña, 2014). Se observó que la concentración del paracetamol era de $9,2065E+02$ y va disminuyendo según la distancia recorrida. En este caso el paracetamol tuvo una concentración de 0.000 a 6588m de distancia. Se logra observar la caída de concentración debido a que en el recorrido del efluente se empieza a dispersar con la distancia convirtiéndose a valores cercanos a cero.

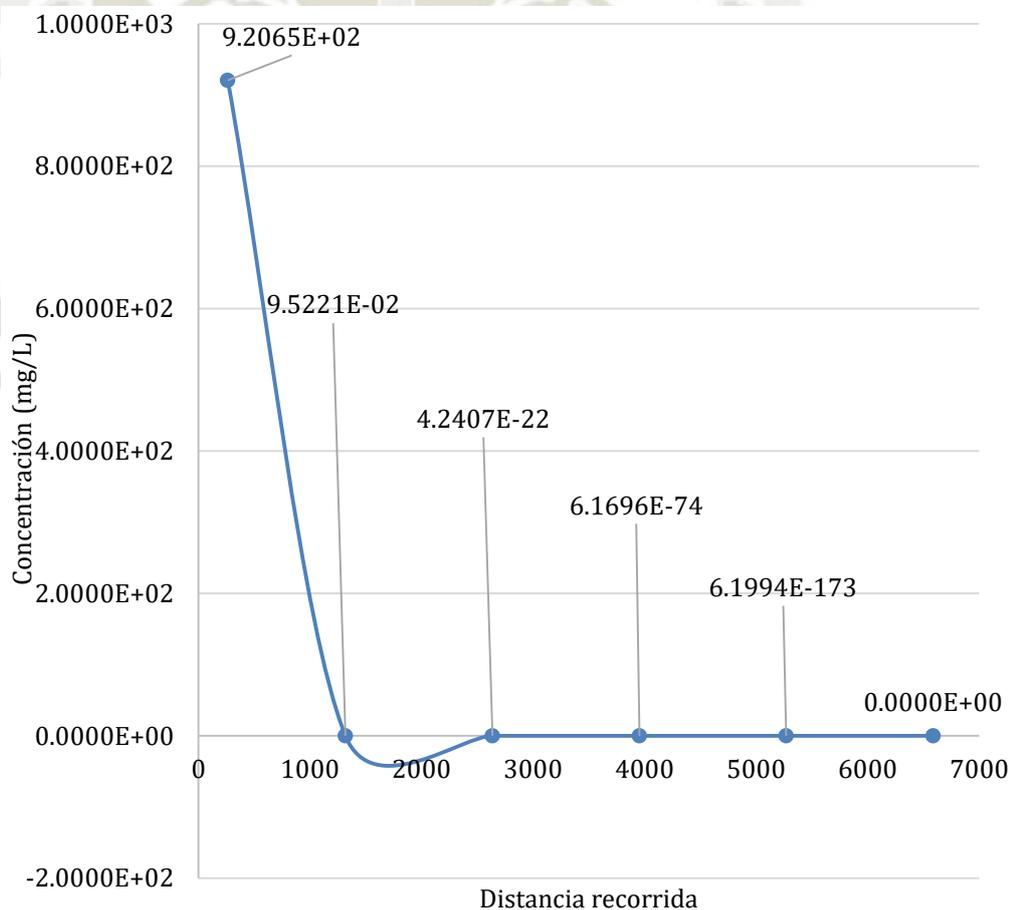


Figura 15 Gráfica de Modelación de la Concentración (mg/L) en función a la Distancia (m) del Paracetamol

Fuente: *Elaboración propia*

En la Figura 13 se puede observar en la modelación que los fármacos evaluados poseen una concentración inicial pequeña de aproximadamente $7.6773E-07$ siendo muy cercano al cero evaluándose a un tiempo inicial de 0.4 horas de recorrido dicho medicamento llega a valor 0 cuando ha recorrido 1.4 horas diseminándose por completo, esto es comprensible debido a que el tiempo de vida de este fármacos oscila entre es de 0.00025 días y 0.0229 a excepción de la Dexametasona Fosfato que posee un tiempo de vida de 6.129 días, se debe evaluar también la concentración real de este fármaco con cromatografía HPLC para tener una masa inicial real de este compuesto.

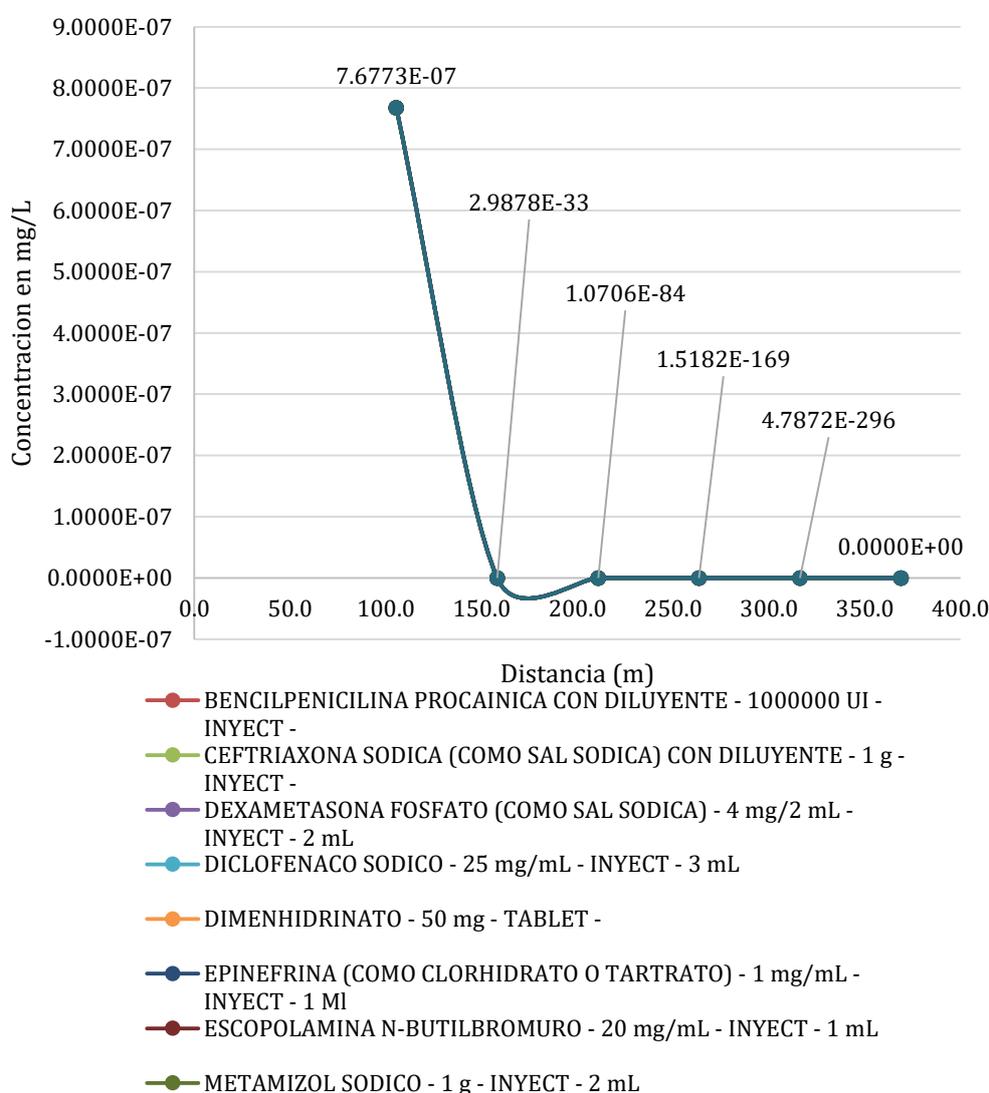


Figura 16 Gráfica de Modelación de la Concentración (mg/L) en función a la Distancia (m)

Fuente: Elaboración propia

Un aspecto importante es la concentración de los fármacos evaluados ya que coinciden en sus concentraciones y en su dispersión, sus concentraciones son mínimas porque su síntesis orgánica no es total (Terán, 2016), los medicamentos desde el punto de vista medioambiental es que las sustancias farmacológicamente activas incluyen compuestos formados por moléculas grandes y químicamente complejas, con diferentes peso molecular, estructura, funcionalidad, forma, etcétera. Su persistencia en el medio ambiente puede ser mayor a un año y más por lo que puede acumularse por las características fisicoquímicas que poseen los fármacos alcanzando niveles biológicamente peligrosos (Gil et al., 2012), debido a esto se analizó estos fármacos su dispersión pero las cantidades evaluadas son pequeñas y cercanas a cero por el cual su concentración disminuye drásticamente con el recorrido en determinado tiempo pero no significa que estos no logren causar su daño ya que pueden aumentar sus concentraciones de acuerdo al tiempo, flujo y geografía la "adicción de concentración" "aumenta la toxicidad de la mezcla ligeramente más elevada que la acción independiente (Quesada et al., 2009) esto involucra que se debe tener en cuenta la mezcla de todos los fármacos diluidos en un solo efluente por que juntos pueden generar otros compuestos.

4.1.3 Determinación de la Proporción adecuada del POA foto-Fenton para el tratamiento del efluente en un prototipo a escala laboratorio y su diseño virtual 3D.

Se sabe que el POA Foto-Fenton posee la ruta bioquímica, que se mostró en la figura 05 donde se observa la formación de radicales OH los cuales son fundamentales para la oxidación, reducción o mineralización de los contaminantes presentes en el efluente residual. Teniendo en consideración este análisis se realizaron 6 pruebas (T1, T2, T3, T4, T5, T6) por triplicado a diferentes concentraciones cada una modificando la concentración de H_2O_2 al 50% (3 mL, 5mL, 7mL) en las 3 primeras pruebas manteniendo la cantidad de $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ y en las otras 3 se modificó la concentración de $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ (0.5g, 1g, 2g) manteniendo la concentración de H_2O_2 al 50% (3mL) en donde se

evaluó varios parámetros utilizando el Multiparámetro HANNA HI9829 como se muestra en el (Anexo 8), pero nos centramos en 3 parámetros específicos el pH, %OD y mVORP como se muestran los resultados en la Tabla 18.

Tabla 18 Resultados parte experimental del POA Foto-Fenton con diferentes concentraciones de Peróxido de Hidrógeno

	H₂O₂ (mL)	FeSO₄.7H₂O (g)	Prueba N°	Parámetros	Inicial	Final
T1	5	1	1	pH	7,53	2,6
				mVORP	-204,1	601,07
				OD%	32,8	86,7
			2	pH	7,53	2,71
				mVORP	-204,1	629,9
				OD%	32,8	98,5
			3	pH	7,53	2,58
				mVORP	-204,1	629,4
				OD%	32,8	97,6
T2	3	1	4	pH	7,53	3,28
				mVORP	-204,1	1135,4
				OD%	32,8	139,1
			5	pH	7,53	3,2
				mVORP	-204,1	1137,2
				OD%	32,8	135,7
			6	pH	7,53	3,24
				mVORP	-204,1	1129,4
				OD%	32,8	134,3
T3	7	1	7	pH	7,53	3,43
				mVORP	-204,1	1104,5
				OD%	32,8	141,2
			8	pH	7,53	3,23
				mVORP	-204,1	1008,8
				OD%	32,8	142,7
			9	pH	7,53	3,1
				mVORP	-204,1	1110,2
				OD%	32,8	138,4

Fuente: *Elaboración propia*

Al realizar T1 nos encontramos con una Proporción 5/1 usando 5mL de Peróxido de Hidrógeno y 1g de Sulfato de Hierro (II) 7.H₂O donde se encontró una producción máxima de radicales OH medida por mVORP 601.07 el cual es insuficiente para la degradación de los contaminantes y la eliminación de los

diferentes microorganismos que se encuentren presentes, se determinó que el pH fue de 2.6 y el olor del agua residual desaparece siendo aceptable al olfato, por otro lado se observó que el color del agua residual se torna café debido a la reacción con el Sulfato de Hierro(III), y respecto al %OD se observó que se incrementa drásticamente hasta 86.7 el cual predice que la reacción continua pero en menor cantidad y luego se regulariza. Y con respecto a los residuos de Sulfato de Hierro (III) se originó la formación de flóculos que posteriormente en un periodo de tiempo de 1 hora precipitó.

En T2 los resultados de las pruebas mostró una producción máxima de radicales OH medido por mVORP 1135.4 el cual permite la degradación de los contaminantes y la eliminación de los diferentes microorganismos que se encuentren presentes, en cuanto al pH fue de 3.28 y el olor del agua residual desaparece siendo aceptable al olfato, por otro lado se observó que el color del agua residual era un color café debido a la reacción con el Sulfato de Hierro(III) y con el paso del tiempo en reposo cambio a amarillo. En cuanto al %OD se obtuvo un valor de 139.1 y se formó residuos de Sulfato de Hierro (III) que logran precipitar con el paso de tiempo.

Al realizar T3 nos encontramos con una Proporción 7/1 de Peróxido de Hidrógeno y Sulfato de Hierro (II) $7.H_2O$ respectivamente donde se encontró una producción máxima de radicales OH medida por mVORP de 1110.2 viendo este valor se podría considerar para el tratamiento del efluente hospitalario pero como podemos observar la Tabla 18 el %OD posee una variación significativa de 32.8% a 141.2% el cual tiene un pico potencial de reducción pero esta va disminuyendo al pasar el tiempo el cual no es eficiente ya que para el proceso de reducción se necesita una constante producción de radicales OH para disminuir los contaminantes presentes en el efluente hospitalario. Se determinó que el pH a esta Proporción fue de 3.43 y el olor del agua residual desaparece al término del tratamiento, el color del agua es de un café oscuro el cual determina la cantidad de Hierro III disuelto siendo así que esta Proporción no llega a reaccionar por completo con el Sulfato de Hierro (II) $7.H_2O$ Se observó que la mejor Proporción en H_2O_2 fue T2 con 3mL a 250 mL de agua residual ya que los valores tratados tienen una disminución considerable.

Tabla 19 Resultado experimental del POA Foto-Fenton probando con diferentes concentraciones de Sulfato de Hierro (II)

	H ₂ O ₂ (mL)	FeSO ₄ .7H ₂ O (g)	Prueba N°	Parámetros	Inicial	Final
T4	3	0,5	10	pH	9,25	2,23
				mVORP	150	573,8
				OD%	70,1	500
			11	pH	9,25	2,45
				mVORP	150	570,83
				OD%	70,1	500
12	pH	9,25	2,5			
	mVORP	150	571,23			
	OD%	70,1	500			
T5	3	1	13	pH	9,25	3,28
				mVORP	150	1104,5
				OD%	70,1	156,2
			14	pH	9,25	3,13
				mVORP	150	1106,3
				OD%	70,1	148,9
15	pH	9,25	3,45			
	mVORP	150	1110,3			
	OD%	70,1	150,4			
T6	3	2	16	pH	9,25	2,2
				mVORP	150	580,3
				OD%	70,1	489,8
			17	pH	9,25	2,5
				mVORP	150	580,3
				OD%	70,1	485,9
18	pH	9,25	2,4			
	mVORP	150	580			
	OD%	70,1	484,5			

Fuente: *Elaboración propia*

Obteniendo este valor, se realizó pruebas para determinar la cantidad de Sulfato de Hierro (II) 7.H₂O adecuado mostrado en la Tabla 19, poseemos las 3 pruebas (T4, T5, T6) donde se utilizó diferentes concentraciones de Sulfato de Hierro (II), en T4 se tomó 0.5 gramos de Sulfato de Hierro (II) 7.H₂O se obtuvo una menor cantidad de producción de radicales OH medidos en mVORP siendo de 573.8 el cual no es suficiente para tratar el efluente hospitalario. El olor del agua residual no desaparece y no es aceptable al olfato, el color del agua no varía con respecto al color inicial ya que se mantiene donde podremos predecir que la

reacción no es la suficiente para tratar el agua residual ya que no se observan cambios en la misma.

Al realizar T5 prueba de 1 gramo de Sulfato de Hierro (II) $7.H_2O$ se encontró una producción máxima de radicales OH medida por mVORP 1104.5 el cual permite la degradación de los contaminantes y la eliminación de los diferentes microorganismos que se encuentren presentes, se determinó que el olor del agua residual desaparece siendo aceptable al olfato, por otro lado se observó que el color del agua residual muestra un color café debido a la reacción con el Sulfato de Hierro (II) $7.H_2O$, El %OD se obtiene un 156.2 el cual nos permite predecir que la reacción sigue en proceso pero en menor cantidad hasta regularizar el %OD. Respecto a T6 Se realizó la prueba con 2 gramos de Sulfato de Hierro (II) $7.H_2O$ mostrando una pequeña producción de radicales OH medido en el mVORP de 580.3 lo cual no es suficiente para el tratamiento del efluente hospitalario.

Con los resultados obtenidos en las diversas pruebas de laboratorio, notamos dos falencias en nuestro tratamiento propuesto, el pH del agua residual final oscilaba entre 2.2 y 3.43 en todas las pruebas y el resultado de nuestro experimento después de la filtración nos daba un efluente con una coloración amarillenta, por ello se decidió mejorar el proceso utilizando Hipoclorito de Sodio como reactivo regulador de pH probando 3 concentraciones diferentes (10, 15, 20 mL) como se muestra en la Tabla 20 y en la etapa de filtración utilizar Carbón Activado.

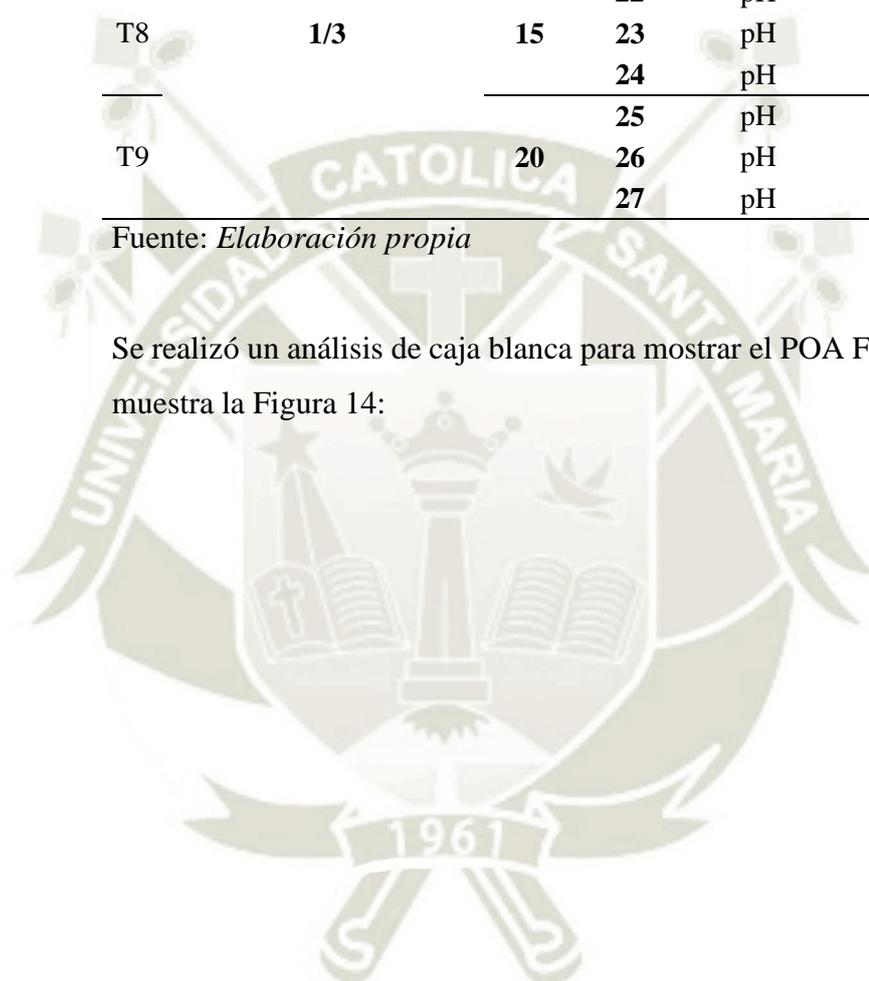
Se realizó la estabilización del efluente después del POA Foto Fenton ya que debe estar en un pH de 2 a 4 durante el proceso para una buena reacción entre los reactivos (Sánchez, C. 2015), y definió que el 15mL de Hipoclorito donde el pH subió de 2.76 a 6.89. La formación de flóculos en el agua residual se extrajo incluyendo el carbón activado al proceso de filtración obteniendo como resultado agua cristalina. Respecto al proceso pudimos ver que se recupera un 90% de agua y se tiene 10% de lodo residual.

Tabla 20 Resultados del POA Foto-Fenton añadiendo Hipoclorito para regular pH

	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (g) / H_2O_2 (mL)	Cloro	Prueba	Parámetro	Inicial	Final
T7	1/3	10	19	pH	3,46	4,72
			20	pH	3,28	4,39
			21	pH	3,36	4,44
T8	1/3	15	22	pH	3,46	6,89
			23	pH	3,28	6,03
			24	pH	3,36	6,12
T9	1/3	20	25	pH	3,46	8,72
			26	pH	3,28	8,24
			27	pH	3,36	8,51

Fuente: *Elaboración propia*

Se realizó un análisis de caja blanca para mostrar el POA Foto-Fenton como muestra la Figura 14:



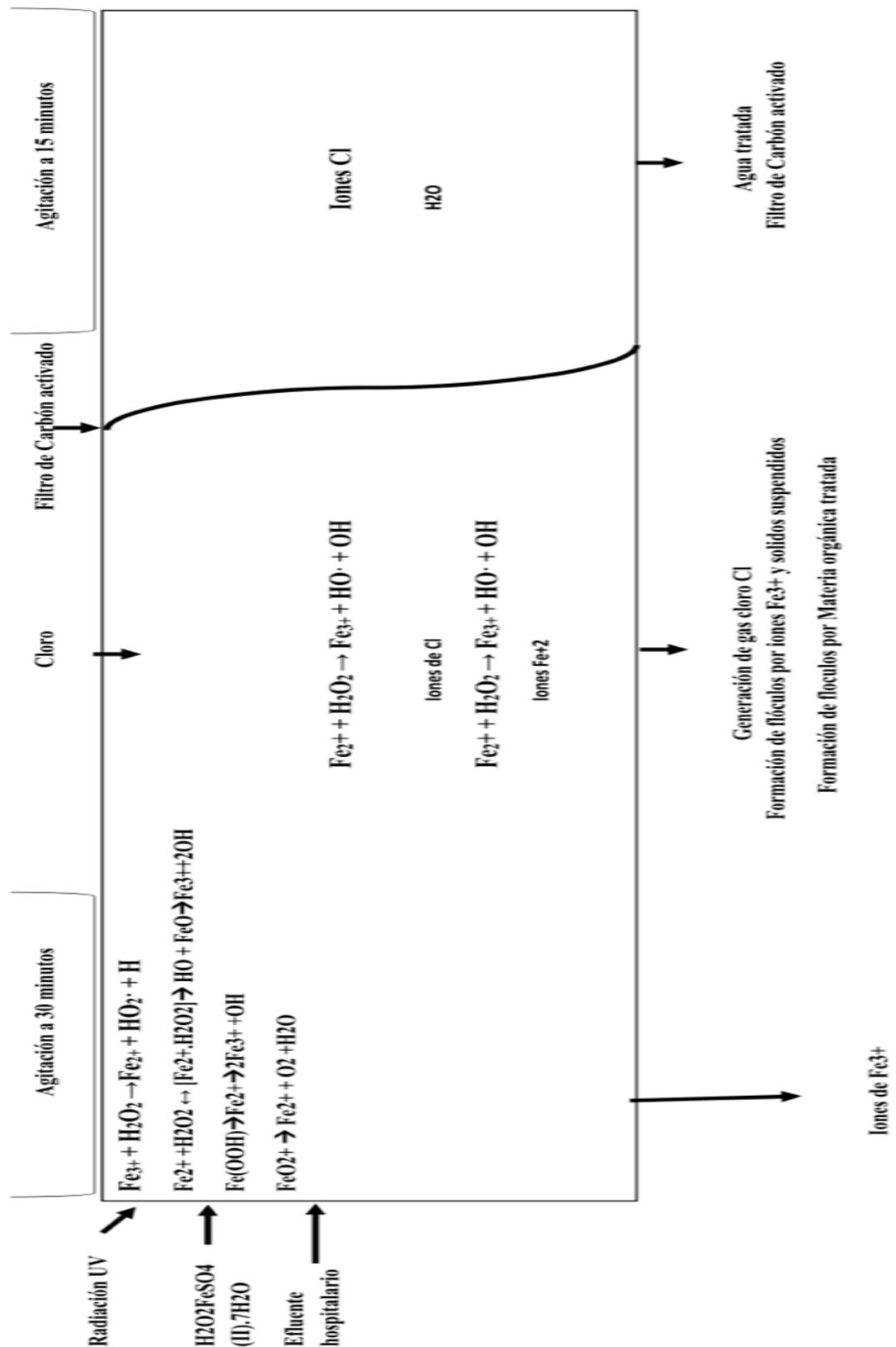


Figura 17 Modelo de Caja Blanca del POA Foto-Fenton y mejora de Hipoclorito de Sodio y Carbón Activado

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente en base a los resultados obtenidos, realizamos un análisis final del efluente vertido con la finalidad de conocer las características organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas obtenidas, siendo los resultados los mostrados en la Tabla 21:

Tabla 21 Análisis del agua residual tratada

Resultados análisis finales		
Parámetro	Unidad	Resultado
Aceites y Grasas	mg/L	< 1,0
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	13
Demanda Química de Oxígeno	mg O ₂ /L	63
Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	<2
Color Verdadero	UC	1
Conductividad (Laboratorio)	μS/cm	8150,0
Detergentes Aniónicos	mg MBAS/L	0,016
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	98,2
Fósforo Total	mg P/L	0,073
Nitrógeno Amoniacal	mg NH ₃ -N/L	6,01
Oxígeno Disuelto*	mg/L	8,70
pH (Laboratorio)*	Unidades pH	6,68
Sulfuros	mg/L	< 0,0004
Turbidez	NTU	0,9
Olor*	---	Aceptable
Fosfatos, PO ₄ -3	mg/L	< 0,060
<i>Enterococos Fecales*</i>	NMP/100 mL	<1,8
<i>Salmonella*</i>	AUS/PRES	Ausencia
Coliformes Fecales	NMP/100mL	< 1,8
Coliformes Totales	NMP/100mL	< 1,8
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	< 1,8
Bacterias Heterotróficas	UFC/mL	<1

Fuente: *Informe de Laboratorio N°/2019 ALS CORPLAB*

La concentración de COT mide la oxidación de la materia orgánica a dióxido de carbono y la DBO mide la expresión de oxidación de carbón orgánico y ambos

se aproximan a la carga orgánica en el agua por el cual tiene relación los valores obtenidos por el DBO en el COT. (Tölle, 2014)

Los resultados obtenidos después del tratamiento con el POA Foto-Fenton son aceptables, ya que muestra una disminución de los contaminantes evaluados como fuente, esto se deriva de la capacidad oxidante que tiene este proceso al no ser selectivo y atacar en forma conjunta todo tipo de contaminante presente en el agua.

En la Tabla 21 Se observa una disminución importante en la mayoría de parámetros esto se debe a que los POA tiene un amplio rango de aplicación a diversos tipos de efluentes, (Sánchez, 2015), es por ello que este tipo de tratamiento resultó exitoso para el tratamiento de efluentes hospitalarios, es importante mencionar que los valores de Conductividad y Dureza del agua son elevados según (Solís, Zúñiga and Mora, 2017), la Conductividad se relaciona con la Dureza del agua en especial de dos tipos a la concentración carbonatada de sales de calcio y magnesio y no carbonatada que es producida por sales de cloruro, sulfato y nitrito de calcio en este proceso se agregó $\text{FeSO}_4(\text{II}) \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ y para neutralizar el agua su uso Hipoclorito de sodio el cual estos dos forman parte del aumento de la Conductividad y la dureza del agua según (Solís, Zúñiga and Mora, 2017), el resultado del agua tratada es de 98.2 siendo una agua ligeramente dura ya que los valores van de 60-120 mg/L. Analizando nuestros resultados consideramos que para evitar el incremento de estos dos parámetros en un diseño escala es recomendable utilizar una base fuerte como hidróxido de sodio, ya que no forma sales insolubles e incrementa el pH (Torres et al. 2008).

Se prosiguió al diseño en prototipo a escala laboratorio como se muestra en la Figura 18 especificando las medidas. Para este diseño mostrado, en la Figura 19 se utilizaron los resultados de laboratorio donde, se tuvo la relación de dosis óptima entre el Peróxido de Hidrógeno 50% (200 Vol) (Cod: VAR0066), Sulfato de Hierro (II) $7 \cdot \text{H}_2\text{O}$ q.p para 250 mL de agua, lo cual permitió hacer la Proporción para elaborar nuestro diseño Foto-Fenton de 60*20*30 m. Se hizo la Proporción a 6 L cambiando la Proporción a 72 mL de Peróxido de Hidrogeno y 24 g de Sulfato de Hierro (II). $7\text{H}_2\text{O}$ y 432 mL de Hipoclorito. Y se obtuvo un agua totalmente cristalina como se observa en la Figura 21.

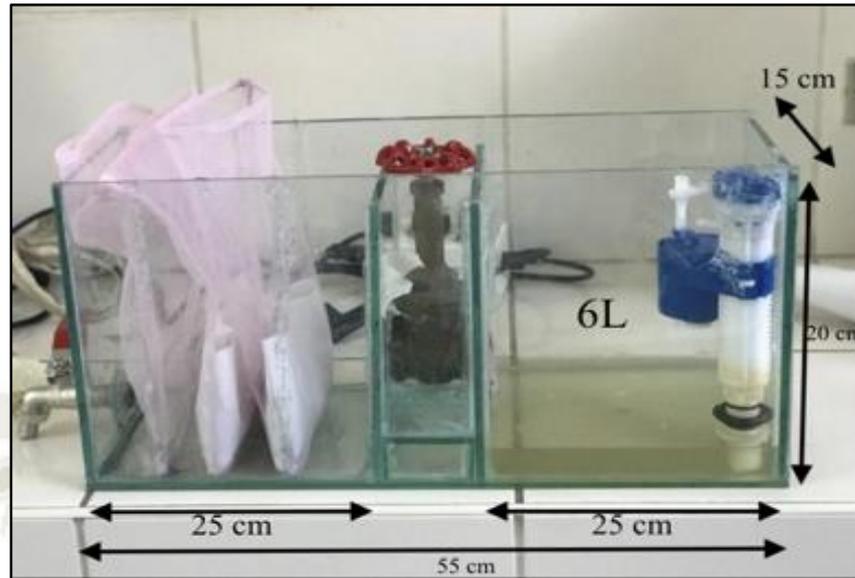


Figura 18: “Prototipo a escala laboratorio del POA Foto-Fenton”

Fuente: *Elaboración propia*



Figura 19: “Evaluación del POA Foto-Fenton con agua residual”

Fuente: *Elaboración propia*

Para el diseño utilizamos diferentes materiales como se observa en la Figura 20 como una Válvula de ingreso (Marca: Metusa), 1 Válvula compuerta 1 ½ Bronce para el transporte de agua de un compartimiento a otro, 1 Caño de bola ½ 2/8 K. para medir el nivel de agua, 1m de Tela para los compartimentos del carbón activado, como agitador 2 Batidoras Oster (Marca Nacional), y como fuente de luz utilizamos una lámpara con foco PHilips 40 W.



Figura 20: “POA Foto-Fenton filtración con Carbón activado”

Fuente: Elaboración propia



Figura 21: “Resultado del POA Foto-Fenton utilizando Conjuntamente Carbón Activado”

Fuente: Elaboración propia

Con la verificación del tratamiento en el prototipo, elaboramos un diseño 3D a escala real en Autodesk Revi como se muestra en las Figuras 22, 23. Para el diseño propuesto se tomaron en cuenta el valor del caudal de salida al sistema de alcantarillado el cual es de $0.00016 \text{ m}^3/\text{seg}$ y se comparó con el consumo promedio diario $7.09 \text{ m}^3/\text{día}$ y por hora $0.29 \text{ m}^3/\text{hora}$ se realizó esta Proporción para el diseño

3D y su instalación el cual se estimó las siguientes medidas especificadas en la Figura 23.

De acuerdo con la evaluación realizada con el prototipo a escala laboratorio y con el caudal promedio, se estimó un volumen total de 1.62 m³ dividido en 4 compartimientos, el primer compartimiento se realizó el POA Foto-Fenton con una altura de 0.50m y el largo de 1.25 m, lo cual originaría un volumen de tratamiento de 0.625m³ y los 3 posteriores compartimientos con un volumen de 0.31 m³ (0.25 m de altura, 1m de ancho) poseen filtros de carbón activado cada uno.

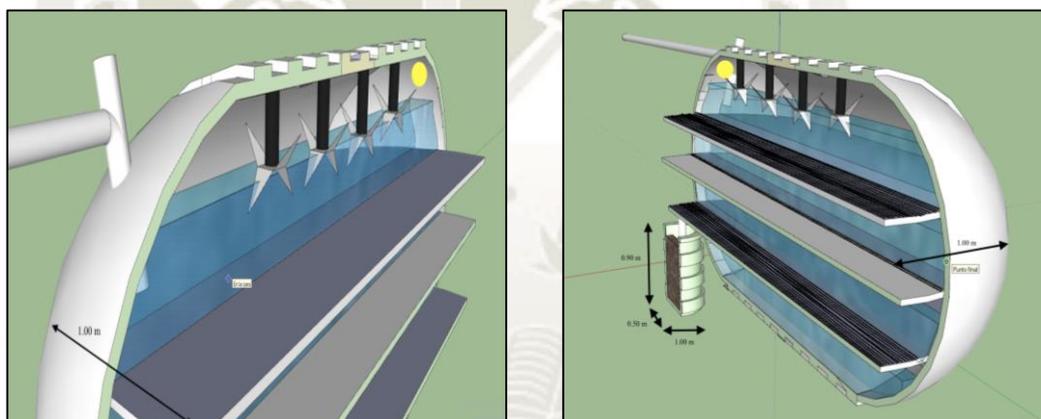


Figura 22 Diseño 3D Vista Horizontal por ambos lados

Fuente: *Elaboración propia*

Además, para que nuestro sistema sea sostenible se planteó utilizar energía solar como fuente principal energética, debido a que se utiliza en el diseño, dos focos LED, una bomba de agua eléctrica y 4 agitadores teniendo un total de 884.85 Watts requiriendo un sistema de 1 panel solar Policristalino de 265 Watts/hora con dos baterías originando un gasto 3830 nuevos soles aproximadamente. La eficiencia de las celdas fotovoltaicas de este tipo de paneles solares policristalinos es de 16.32%.

Tabla 22 Componentes del diseño que requieren energía

Equipos	Cantidad	Potencias (Watts)	Costo S./
Leds	2	12	40
Bombas	1	372.85	230
Agitador	4	500	2000
Baterías	2	-	560
Total	9	884.85	2830

Fuente: *Elaboración propia*

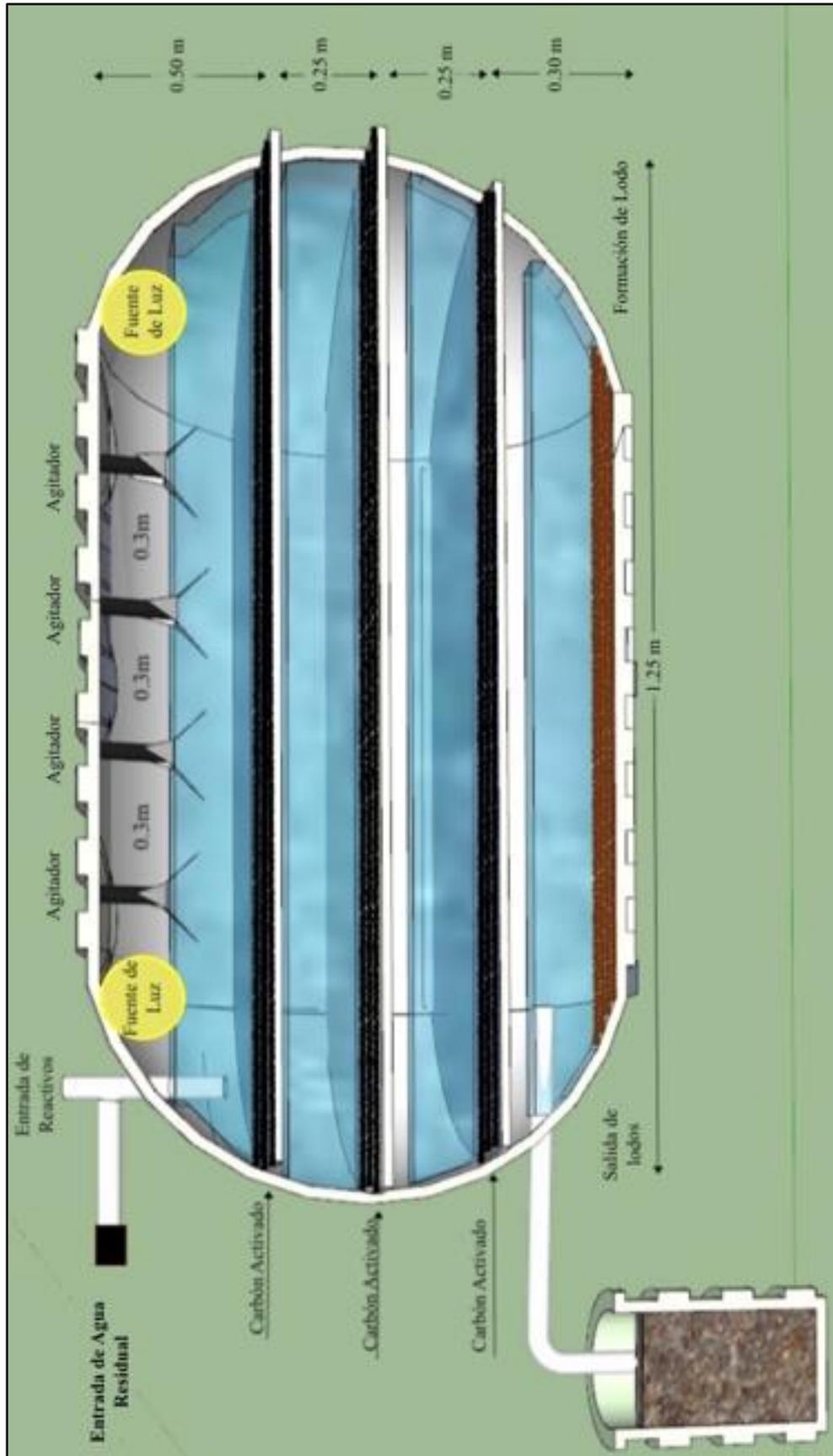


Figura 23 Diseño 3D Vista Frontal

Fuente: *Elaboración propia*

4.1.4 Validación los ensayos experimentales utilizando significancia estadística

Con el conocimiento de la composición de la materia en estudio, se procedió con el desarrollo de la Evaluación del POA Foto-Fenton haciendo uso de dos reactivos específicos. Para ello, primeramente se realizó la evaluación de la relación efectiva entre ambos compuesto, trabajando con tres concentraciones diferentes de Peróxido (5, 3, 7mL) sobre 0.5 g de Sulfato más 250 ml de muestra a condiciones normales y con una lámpara de luz triplicando cada análisis; posteriormente, se trabajó con tres concentraciones diferentes de Sulfato (0.5, 1, 2g) sobre 3mL de Peróxido más 250 mL de muestra a condiciones normales y con una lámpara de luz, por triplicado cada muestra.

Los resultados obtenidos fueron procesados estadísticamente, haciendo uso del Software SPSS Statistics realizando el análisis de Test de Normalidad de Shapiro-Wilks para verificar la distribución paramétrica de los datos en muestras menores a 30, seguido de la prueba paramétrica del Análisis de Varianza (ANOVA) donde se evalúa si nuestra varianzas son iguales o diferentes y el Test de Duncan que se utiliza para realizar comparaciones múltiples. Para el procedimiento de datos se inició realizando cuadros de los parámetros con respecto a la concentración del compuesto limitante, Anexo 10.

En la Tabla 60 (Anexo 20) se observa la Prueba de Normalidad del pH, OD%, mVORP evaluando Peróxido de Hidrógeno (5, 3, 7ml) respectivamente se obtuvo como resultado que la significancia obtenida no es significativa, lo cual quiere decir que todos los datos tienen una distribución normal.

En la Tabla 23 se observa la prueba paramétrica ANOVA donde la significancia obtenida es significativa debido a que todos los valores obtenidos son 0.000 es decir menores a 0.000, por ello se realiza el Test de Duncan (Anexo 20) para identificar la variable diferente después de realizar la prueba de ANOVA.

Tabla 23 ANOVA de pH, OD% y mVORP del Peróxido de Hidrógeno

	PH	OD%	mVORP
	Significancia	Significancia	Significancia
Entre grupos	.001	.000	.000

Fuente: *Elaboración propia*

En la Tabla 24 realizamos el Test de Duncan de Comparación múltiple obteniendo que tanto en pH, OD% y mVORP en la prueba 2 y 3 los valores son homogéneos y la prueba 1 es la que difiere.

Tabla 24 Test de Duncan - Comparación múltiple de pH, OD% y mVORP

		Duncan ^a		
pH	P	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
	1	3	2.6300	
	2	3		3.2400
	3	3		3.2533
	Sig.		1.000	.883
OD%	P	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
	1	3	94.2667	
	2	3		136.3667
	3	3		140.7667
	Sig.		1.000	.2511
mVORP	P	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
	1	3	620.1233	
	2	3		1074.5
	3	3		1134.0
	Sig.		1.000	.883

a: Tamaño muestral de la media armónica = 3

En la Tabla 61 (Anexo 20) se observa la Prueba de Normalidad del pH, OD%, mVORP evaluando Sulfato de Hierro.7H₂O (0.5, 1, 2ml) obtuvimos como resultado que la significancia no es significativa teniendo datos paramétricos, por ello se realiza el Analisis de Varianza donde se obtiene que la significancia es menor a 0.05 donde los valores obtenidos son 0.000, siendo significativa.

Tabla 25 ANOVA pH, OD%, mVORP de Sulfato de Hierro (II)

	PH	OD%	mVORP
	Significancia	Significancia	Significancia
Entre grupos	.000	.000	.000

Fuente: *Elaboración propia*

Por ello, se realiza el Test de Duncan para identificar la variable diferente después de realizar la prueba de ANOVA, donde se obtuvo en la Tabla 26 que respecto a los resultados de pH la prueba 5 varia, OD% y mVORP todos las pruebas obtuvieron diferentes valores.

Tabla 26 Test de Duncan - Comparación múltiple de pH

Duncan ^a					
pH	P	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	
6	3	3	2.3667		
4	3	3	2.3933		
5	3	3		3.2533	
Sig.			.837	1.000	
OD%	P	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
4	3	3	571.9533		
5	3	3		580.2000	
6	3	3			1107.033
Sig.			1.000	1.000	1.000
mVORP	P	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
5	3	3	15.8333		
6	3	3		486.733	
4	3	3			500.0
Sig.			1.000	1.000	1.000

a: Tamaño muestral de la media armónica = 3

En la Tabla 62 (Anexo 20) hemos evaluado utilizando la Prueba de Normalidad obteniendo como resultado que su significancia no es significativa por ser mayor a 0.05, lo que significa que se tiene datos de paramétricos utilizando para su evaluación la media, y consecuentemente en la Tabla 27 se realizó el Análisis de Varianza donde se obtuvo que no poseen una diferencia significativa siendo el resultado de 0.000.

Tabla 27 ANOVA pH de Hipoclorito de Sodio

PH	Significancia
Entre grupos	.000

Fuente: *Elaboración propia*

De acuerdo a ello se realizó el Test de Duncan Tabla 28 donde pudimos ver que todas nuestras pruebas son diferentes entre sí.

Tabla 28 Test de Duncan - Comparación múltiple de pH de Hipoclorito

P	N	Duncan ^a		
		Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
7	3	4.5167		
8	3		6.3467	
9	3			8.4900
Sig.		1.000	1.000	1.000

a: Tamaño muestral de la media armónica = 3

4.1.5 Evaluación del efluente obtenido después del tratamiento foto-Fenton en base a los reglamentos establecidos de VMA y ECA de agua.

Estos resultados los comparamos con la reglamentación peruana vigente considerando los VMA y ECA de calidad de agua, con la finalidad de conocer la eficiencia del tratamiento propuesto, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 29: Cuadro comparativo parámetros finales del efluente con VMA

Parámetro	Unidad	Final	VMA
Aceites y Grasas	mg/L	< 1,0	100
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	13	500
Demanda Química de Oxígeno	mg O ₂ /L	63	1000
Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	<2	500

Fuente: *Elaboración propia*

Con respecto a los VMA, comparamos los 4 primeros parámetros mostrados en el *Anexo 1* del D.S. 001-2019 VIVIENDA, con los cuales nuestra calidad de agua cumple perfectamente, logrando poder compararse con parámetros de agua para tratamiento potable. Así mismo, no se comparó con LMP de agua debido a que el efluente residual es vertido a una red de alcantarillado y no al cuerpo receptor directamente.

En la Tabla 30, comparando con el ECA el efluente obtenido se encuentra en la capacidad de cumplir los estándares de ECA A3 para categoría de agua disponible para tratamiento posterior para ser utilizada como agua potable, así mismo, podemos utilizar el agua obtenida como bebida de animales sin tratamiento o riego.

Tabla 30: Cuadro comparativo parámetros finales del efluente con ECA A3

Parámetro	Unidad	Final	ECA categoría A3
Aceites y Grasas	mg/L	< 1,0	1
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	13	10
Demanda Química de Oxígeno	mg O ₂ /L	63	30
Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	<2	**
Color Verdadero	UC	1	**
Conductividad (Laboratorio)	μS/cm	8150,0	**
Detergentes Aniónicos	mg MBAS/L	0,016	Na
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	98,2	**
Fósforo Total	mg P/L	0,073	0.15
Nitrógeno Amoniacal	mg NH ₃ -N/L	6,01	3.7
Oxígeno Disuelto*	mg/L	8,70	>=4
pH (Laboratorio)*	Unidades pH	6,68	5.5-9.0
Sulfuros	mg/L	< 0,0004	**
Turbidez	NTU	0,9	**
Olor*	---	Aceptable	**
Fosfatos, PO ₄ -3	mg/L	< 0,060	**
Enterococos Fecales*	NMP/100 mL	<1,8	**
Salmonella*	AUS/PRES	Ausencia	Ausencia
Coliformes Fecales	NMP/100mL	< 1,8	**
Coliformes Totales	NMP/100mL	< 1,8	3000
Escherichia coli	NMP/100mL	< 1,8	0
Bacterias Heterotroficas	UFC/mL	<1	**

Fuente: *Elaboración propia*

Nuestro tratamiento POA Foto-Fenton propuesto posee muchas ventajas con respecto a los demás tratamientos de aguas residuales, como se puede observar en la Tabla 31 los tratamientos convencionales son menos efectivos que el

proceso oxidativo Foto Fenton por el costo y mantenimiento del mismo es bajo y viable, los compuestos que se utilizan para el proceso son económicos y no producen residuos peligros para el medio ambiente si no por el contrario reduce a las formas más simples los diferentes contaminantes que se puede encontrar en el efluente hospitalario.

Tabla 31 Análisis de costo - beneficio del POA Foto-Fenton

Procesos	Capacidad de reducción del %DBO	Costo/habitante \$	Costo de mantenimiento y operación \$
Sistema de lagunas tradicionales	70-80	20-40	3000
Estación de depuración de aguas residuales	60-85	15-30	3000
Proceso Oxidativo Avanzado Foto Fenton	80-95	10-20	300

Fuente: *Salas, Zapata and Guerrero, 2007*

4.2 CONCLUSIONES

PRIMERA: Según la elaboración de línea base del Centro de Salud y la caracterización de los parámetros organolépticos, fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual, se presentó inicialmente la ubicación del centro de salud con una latitud de $16^{\circ} 26' 43.74''\text{S}$ y $71^{\circ} 33' 17.23''\text{O}$ dentro del área de influencia directa se tienen los cuerpos de agua colindantes como el caudal del río Socabaya y aguas abajo el río Tingo Grande hasta su desembocadura en el río Chili. En la caracterización de parámetros físicos se observó que los Aceites y grasas 112.1 mg/L , SST 198 mg/L , Color 133 UC , Conductividad $1113 \mu\text{S/cm}$, pH 9.1 , Turbidez 142 NTU , Olor no aceptable, estos parámetros se encuentran con altos valores. Los parámetros Microbiológicos elevados fueron *Enterococos Fecales* $2200000,0 \text{ NMP/100mL}$, Coliformes Fecales $17000000 \text{ NMP/100mL}$, Coliformes totales $33000000 \text{ NMP/100mL}$, *Escherichia Coli* $7800000 \text{ NMP/100mL}$ así mismo, al determinar geo espacialmente el Centro de Salud se logró identificar la zona de influencia directa y las principales instituciones que se encuentran alrededor como colegios, parques y centros de comercio.

SEGUNDA: En la simulación virtual se predijo el comportamiento de los 10 fármacos más utilizados en el Centro de Salud, obteniendo que el Paracetamol posee una vida media de 0.010731 días y puede permanecer en un cuerpo de agua hasta un recorrido de 6.58 km , a sí mismo, los demás medicamentos evaluados poseen un comportamiento similar siendo su dispersión en el efluente de 368.9 m y aproximadamente 1.4 h .

TERCERA: El POA Foto-Fenton, se realizó bajo condiciones de temperatura ambiente, pero añadiendo al proceso Luz, a diferentes concentraciones de reactivos, definiendo que la mejor relación fue de $1/3$ de Peróxido de Hidrogeno y Sulfato de Hierro (II). $7\text{H}_2\text{O}$ respectivamente, obteniendo un efluente con pH Ácido debido al 50% de concentración del Peróxido de Hidrogeno y Sulfato de Hierro (II). $7\text{H}_2\text{O}$ e amarillento por el Hierro residual después del proceso, para la mejora de la calidad de agua se regulo el pH de 3.24 añadiendo al proceso Hipoclorito de Sodio incrementando el pH a 6.89 y se incorporó un filtro con Carbón Activado para eliminar los residuos presentes el agua tratada, además se obtuvo una coloración cristalina, el proceso demostró ser una opción relevante ya que sus componentes son económicos y accesibles. El prototipo a nivel de laboratorio y su dimensionamiento a las condiciones reales del Centro de Salud permitió conocer los impactos y beneficios económicos ya que se podría reutilizar el agua en diferentes actividades como el regadío de jardines, limpieza, entre otros además se

propuso utilizar energía solar para no consumir energía eléctrica del centro de salud y sea sostenible, y en cuanto a sociales se reducirá el peligro de la fuga de estos efluentes por colapsos en la red de alcantarillado y ambientales ya que este proceso no forma compuestos inestables o residuos peligrosos en su ejecución siendo así amigable con el medio ambiente.

CUARTA: Utilizando el Software de SPSS Statistics se validó los análisis de laboratorio, utilizando la Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilks donde la significancia fue mayor a 0.05 en cada prueba de pH, OD y mVORP indicando que los datos son parámetros y por ende se realizó la prueba ANOVA, donde se obtuvo en todos los casos un valor de 0.000 aprox. lo que significó que hay una diferencia significativa que rechaza la hipótesis de igual de medias lo cual valida los resultados.

QUINTA: El POA Foto Fenton es adecuado para tratar diferentes tipos de efluentes, hasta el momento es un método empírico, y debe ser adecuado para el tipo de efluente que se desea tratar pero tiene múltiples beneficios en cuanto a resultados, el proceso mostro la reducción de los VMA como Aceites y Grasas < 1mg/L, DBO 13 mg/L, DQO 63 mgO₂/L y SST <2 mg/L se logró observar que estos valores cumplen con los reglamentos propuestos por el VMA relacionados a los efluentes residuales hospitalarios, cuando se comparó los ECAs se cumplió con la mayoría de los parámetros establecidos con la categoría A3 siendo 3 parámetros que el POA no llega a cumplir siendo una diferencia mínima los cuales fueron DBO 13 mg/L y el parámetro es de 10 mg/L, DQO 63 mgO₂/L siendo el parámetro de 30 mgO₂/L y Nitrógeno Amoniacal 6.01 mgNH₃-N/L siendo el parámetro 3.7 mgNH₃-N/L.

4.3 RECOMENDACIONES

Recomendamos que establecimientos de Salud deberían contar con un servidor actualizado e historial de toda su información, debido a que no se encuentra registro de información específico en los Establecimientos, donde mantienen algunos registros solo de los 3 últimos meses.

Recomendamos que se debe realizar un análisis de Cromatografía de Alta resistencia para el análisis del comportamiento de los fármacos presentes en el agua residual para conocer sus concentraciones y efectos que pueden provocar al ambiente y al sector social.

Recomendamos incorporar al Procesos de tratamiento un sistema de almacenamiento antes del tratamiento para almacenar el agua.

Recomendamos utilizar una base fuerte como Hidróxido de sodio con la finalidad de evaluar su efecto en los parámetros de conductividad y dureza del agua.

Considerando la formación de lodos después del tratamiento Foto Fenton se recomienda una evaluación de estos lodos para ver su contenido de material orgánico ya que podría utilizarse para la rehabilitación de suelos.

Se recomienda que se tome en consideración el POA Foto Fenton propuesto como tratamiento de aguas residuales hospitalarias por los beneficios que posee, ambiental, social y económicos; asimismo, un mayor enfoque e importancia al Sector Salud en cuanto a su impacto ambiental y social este aspecto, debido a que, es de importancia global y tiene una influencia con toda la población, siendo necesario una mayor regulación y un mejor presupuesto para la incorporación de tratamientos ambientales.

5 BIBLIOGRAFÍA

- Agirrezabala, J., Aizpurua, I., Albizuri, M., Alfonso, I., Armendáriz, M., Asensio, A., Barrondo, S., Callén, M., Domingo, S., Elola, M., Etxeberria, A., Fernández, J., Giménez, A., Gómez, N., Ibarra, E., Iglesias, J., Iribar, J., Jaio, N., Lekue, I., López, J., Martínez, J., Mendizabal, A., Mozo, a., Olloquiegi, I., Ruiz de Velasco, E., Sainz de Rozas, R. and Valverde, E. (2016). *Farmacontaminación Impacto Ambiental de los medicamentos*. INFAC, (10). Disponible en: http://files.sld.cu/medicamentos/files/2017/01/INFAC_Vol_24_n_10_farmacontaminacion.pdf
- Autoridad Nacional del Agua. (2016). *R.J.N°010-2016-ANA. Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales*.
- Baba, Y., Yatagai, T., Harada, T. and Kawase, Y. (2015). *Hydroxyl radical generation in the pFoto-Fenton process: Effect of carboxylic acids on iron redox cycling*. Saitama Japan: ScienceDirect, pp.229-249.
- Bambarén-Alatrística, C. and Alatrística-Gutiérrez de Bambarén, M. (2014). *Impacto ambiental de un hospital público en la ciudad de Lima, Perú*. Scielo Perú, (4). Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342014000400015
- Bautista, P. (2008). *Tratamiento de aguas residuales de la industria cosmética mediante el proceso Fenton y con el sistema $Fe/\gamma-Al_2O_3/H_2O_2$* . Magister en ciencias químicas. Universidad Autónoma de Madrid.
- Beltrán Córdova Oscar et. Huamani Enriquez Haydee (2014). *Informe de Evaluación del Establecimiento de Salud "Centro de Salud Javier Llosa García Hunter"*. Arequipa - Perú.
- Bollani, S., de Cabo, L., Chagas, C., Moreton, J., Weigandt, C., de Iorio, A. and Magdaleno, A. (2018). Genotoxicity of water samples from an area of the Pampean region (Argentina) impacted by agricultural and livestock activities. *Environmental Science and Pollution Research*.
- Buelow, E., Bayjanov, J., Majoor, E., Willems, R., Bonten, M., Schmitt, H. and Schaik, W. (2018). *Limited influence of hospital wastewater on the microbiome and resistome of wastewater in a community sewerage system*. Limoges, France.
- Cartajena, C. (n.d.). *Contaminantes orgánicos emergentes en el ambiente: Productos Farmacéuticos*. Disponible en: Lasallista de investigación, 2nd ed. Antioquia, Colombia, pp.143-151.
- Chartier, Y., Emmanuel, J., Pieper, U., Prüss, A., Rushbrook, P., Stringer, R., Townend, W., Wilburn, S. and Zghondi, R. (2014). *Safe management of waste from health-care*

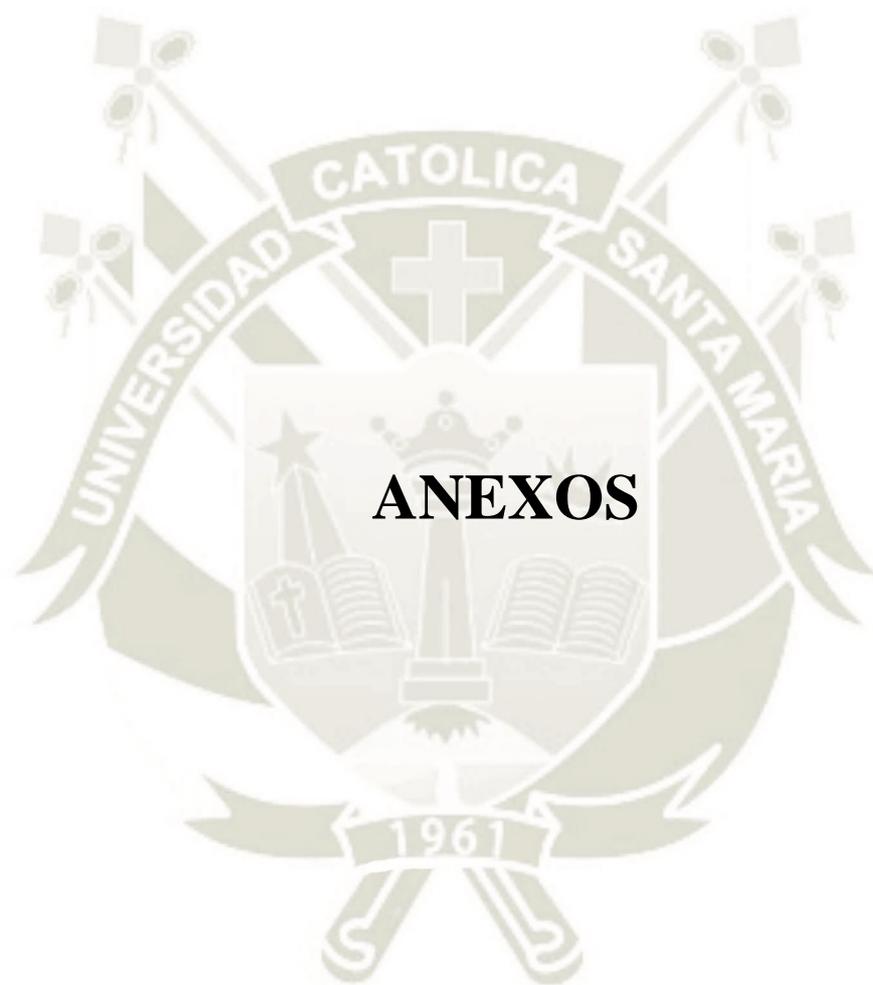
- activities*. Segunda ed. Australia: World Health Organization. Disponible en: http://www.searo.who.int/srilanka/documents/safe_management_of_wastes_from_healthcare_activities.pdf
- Constanza, M. and Micucci, H. (2002). *Efluentes líquidos de establecimientos de salud: Estado actual y propuesta de gestión*. 1st ed. Buenos aires, Argentina: Fundación Bioquímica Argentina, pp.83-101.
- Duarte Barrero, C. and Gutiérrez Guerrero, F. (2013). *Tratamiento de agua residual hospitalaria previamente ozonizada utilizando un reactor anaerobio de lecho fijo*. Bogotá D.C.: Universidad Militar Nueva Granada. Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/11357/DuarteBarreroCarlosEduardo2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Dunnivant, F., Anders, E. and Danowski, D. (2000). *Educational solutions*. Productos educativos para estudiantes de bachillerato y universitarios. Disponible en: <http://www.edusolns.com/enviroland/>
- Formulario Nacional de Medicamentos Esenciales*. (2008). 2nd ed. Lima: Ministerio de Salud. Dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas. http://www.digemid.minsa.gob.pe/UpLoad/UpLoaded/PDF/Publicaciones/URM/P22_2008-01-01_Formulario_esenciales.pdf
- García, J. (2014). *Procesos Fenton y Foto-Fenton para el tratamiento de aguas residuales de laboratorio microbiológico empleando Fe₂O₃ soportado en nanotubos de carbono*. Licenciado en microbiólogo industrial. Pontificia Universidad Javeriana
- Gil, M., Soto, A., Usma, J. and Gutiérrez, O. (2012). Contaminantes emergentes en aguas, efectos y posibles tratamientos. 2nd ed. Colombia: Scielo, pp.52-73.
- GilPavas, E. (2011). *Procesos avanzados de oxidación para el tratamiento de residuos líquidos peligrosos procedentes de los laboratorios de Ingeniería de Procesos*. 1st ed. Medellín, Colombia: Universidad EAFIT, pp.17-21
- Grisales Penagos, D., Ortega López, J. and Rodriguez Chaparro, T. (2012). *Remoción de la materia orgánica y toxicidad en aguas residuales hospitalarias aplicando Ozono*. Colombia: REDALYC. Disponible en: <https://www.redalyc.org/html/496/49623206014/>
- Guillén, J., Rojas, H. and Chirinos, L. (2014). *Análisis de situación de Salud Gerencia Regional de Salud - Arequipa, Oficina de Epidemiología*. 1st ed. Arequipa, Perú: Gobierno Regional Arequipa. Arequipa. Disponible en: <http://www.saludarequipa.gob.pe/epidemiologia/epidemiologia.htm>
- INEI (2019). *PERÚ - INEI: Arequipa: Resultados Definitivos de los Censos Nacionales 2017*. Inei.gob.pe. Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1551/

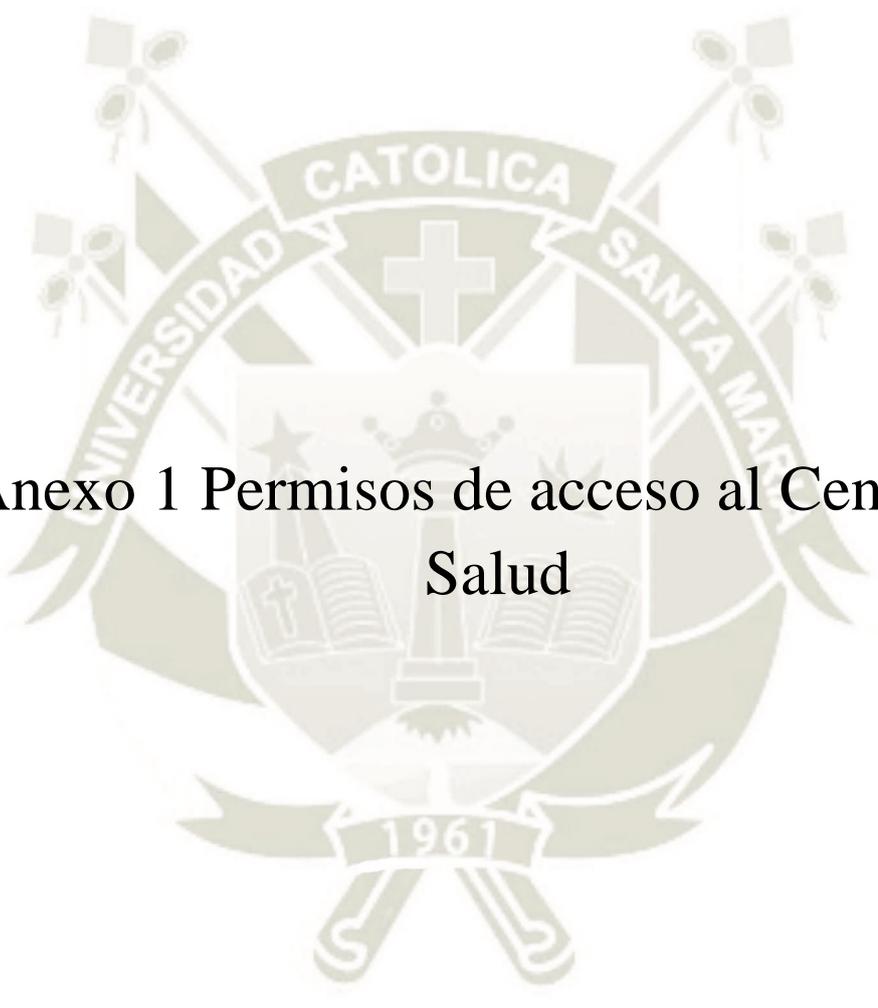
- INEI. (2019). *Magnitud y Crecimiento Poblacional*. Disponible en: [https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/growth-and-size-of-population/Infraestructura Sanitaria--Fichas Técnicas](https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/growth-and-size-of-population/Infraestructura_Sanitaria--Fichas_Técnicas). GERESA. 2018. Disponible en: <http://www.saludarequipa.gob.pe/estadisticas-2-2/oei-infraestructura-sanitaria>
- Lan, Y., Groenen, K., Coetsier, C. and Causserand, C. (2018). *Nanofiltration performances after membrane bioreactor for hospital wastewater treatment: Fouling mechanisms and the quantitative link between stable fluxes and the water matrix*. 1st ed. Toulouse, Francia, pp.2-13.
- León León. (2015). *Caracterización físico-química, biológica y toxicológica del agua residual de un hospital de la ciudad de la cuenca*, Universidad de la Cuenca. Cuenca. Ecuador.
- Macias, J. (2015). *Degradación del paracetamol por medio de la aplicación de procesos avanzados de oxidación en aguas contaminadas*. Bachiller en Ingeniería Química. Universidad de Guayaquil.
- Lima Perini, J., Tonetti, A., Vidal, C., Montagner, C. and Pupo Nogueira, R. (2018). *Simultaneous deflation of ciprofloxacin, amoxicillin, sulfathiazole and sulfamethazine, and disinfection of hospital effluent after biological treatment vial pFoto Fenton process under ultraviolet germicidal irradiation*. Brasil: Elsevier, pp.761--771.
- Loannou-Ttofa, L., Raj, S., Prakash, H. and Fatta-Kassinou, D. (2018). *Solar PPhoto-PHenton Oxidation for the removal of ampicillin, total cultivable and resistant E.coli and ecotoxicity from secondary -treated wastewater effluents*. India: Elsevier, pp.91-102. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1385894718315316>
- Ministerio Nacional del Ambiente. (2017). D.S.Nº 004-2017-MINAM. “*Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias.*” Perú.
- Ministerio Nacional del Ambiente. (2010). D.S. Nº003-2010-MINAM. “*Límites Máximos Permisibles (LMP) para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (PTAR), para el sector Vivienda.*” Perú.
- Ministerio Nacional del Ambiente. (2005). Ley Nº28611. *Ley General del Ambiente*.
- MINSA (2019). *Información institucional*. Disponible en: http://www.minsa.gob.pe/portalweb/01institucional/institucion_1.asp?sub5=3
- MINSA (2017). *Información básica de unidades ejecutoras al nivel de Gobiernos Regionales y Organismos Públicos del Sector Salud*. Lima - Perú: MINSA, pp.7 - 8. Disponible en: <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/3981.pdf>
- MINSA (2017). *Información básica de unidades ejecutoras al nivel de Gobiernos Regionales y Organismos Públicos del Sector Salud*. Lima - Perú: MINSA, pp.7 - 8. Disponible en: <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/3981.pdf>
- Ministerio Nacional de Salud. (1997). Ley Nº26842. *Ley General de Salud*.

- Ministerio de Vivienda. (2019). D.S. N°010-2019. “Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de Valores Máximos Admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario”. Perú.
- Ministerio de Vivienda. (2019). D.S. N°014-2019. “Decreto Supremo que modifica el Reglamento de Valores Máximos Admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario”. Perú.
- Ministerio de Vivienda. (2015). D.S. N°001-2015. *Modifican diversos artículos del D.S. N°021-2009 VIVIENDA, que aprobó los VMA de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario así como de su Reglamento, aprobado mediante D.S. N°003-2011-VIVIENDA y modificado por el D.S. N°010-2012 VIVIENDA*. Perú.
- NTS. N°A.050 “Salud”. Disponible en:
http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/normas/NormaA.050_Salud.pdf
- OEFA (2014). *Fiscalización Ambiental de Aguas Residuales*. 1st ed. Lima. Disponible en:
<http://www.oefa.gob.pe>
- Olvera, G. (2013). *Evaluación de la Citotoxicidad y Genotoxicidad inducida por efluentes hospitalario sobre Cyprinus carpio*. Química Farmacéutica. Universidad Autónoma de México.
- OMS (2018). *Desechos de las actividades de atención sanitaria*. Disponible en:
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>
- Oscar Wilder, R. (2015). *Análisis y Plan de Gestión de las Aguas residuales del Hospital Regional de Cajamarca - 2015*. Cajamarca: Universidad César Vallejo, pp.10 -35. Disponible en:
http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/10891/rodriguez_co.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Osejos, M., Merino, M. and Merino, M. (2018). Impacto Ambiental del Sistema de Alcantarillado en la Ciudadela «3 de mayo» de la Ciudad de Jipijapa - Ecuador. 41st ed. Jipijapa, Ecuador: Rev. Del Instituto de Investigación, pp.62-73.
- Paniagua Corazao, D., Pretell Zárate, D. and Vasi Páez, D. (2001). *Lineamientos para la conformación de Redes de Salud*. Lima - Perú: MINSa, pp.9, 11-30,45. Disponible en:
http://bvs.minsa.gob.pe/local/PGC/323_PGC350.pdf
- Paz, M., Muzio, H., Gemini, V., Magdaleno, A., Rossi, S., Korol, S. and Moreton, J. (2004). *Aguas residuales de un Centro Hospitalario de Buenos Aires, Argentina: Características químicas, biológicas y toxicológicas*. 4th ed. Ciudad de Buenos Aires, Argentina: Researchgate, pp.83-88.
- Perez--Alvarez, I., Islas---Flores, H., Gómez-Olivan, L., Barceló, D., López de Alda, M., Perez Solsona, S., Sanchez Aceves, L., SanJuan-Reyes, N. and Galar- Martínez, M. (2018).

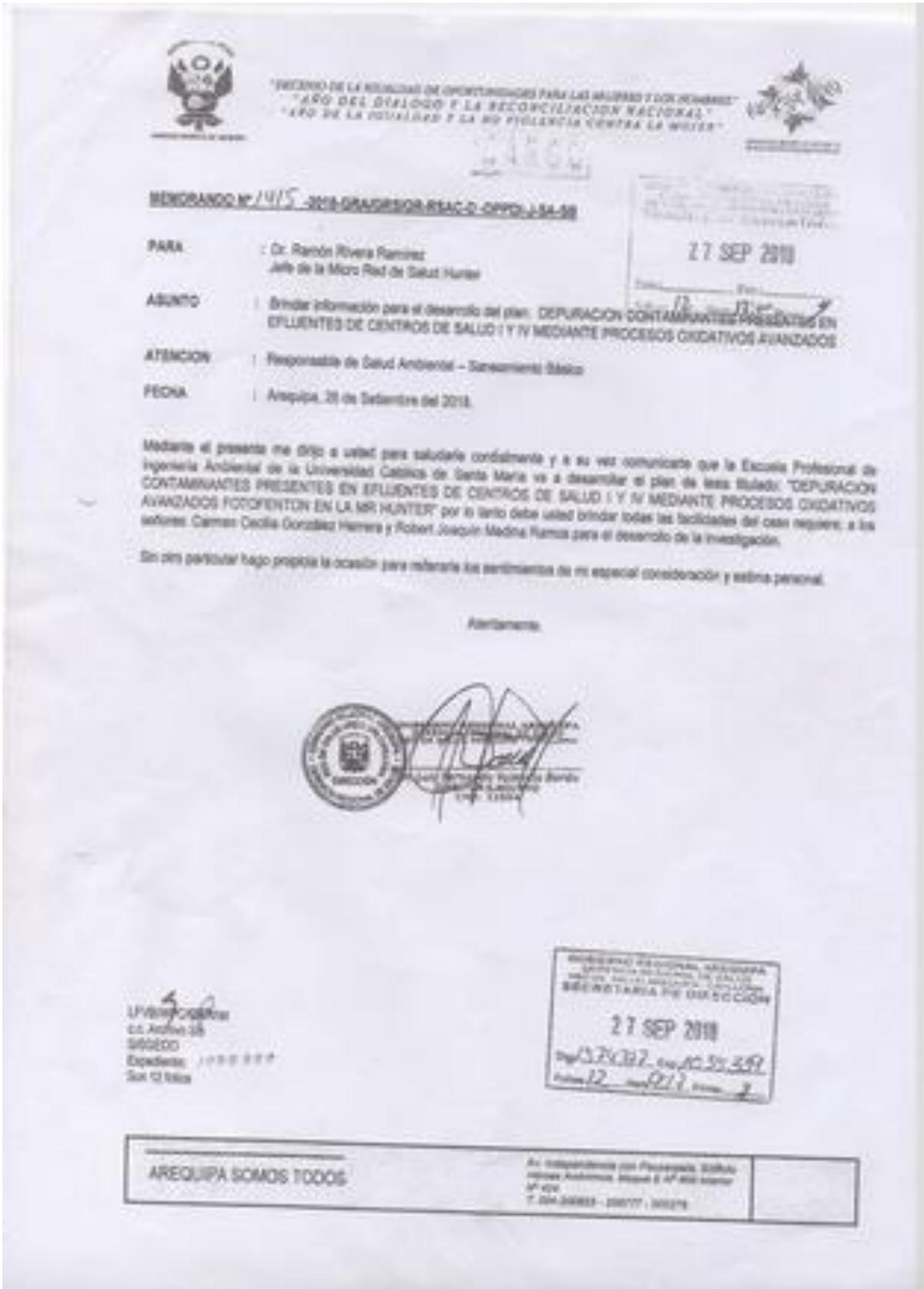
- Determination of metals and pharmaceutical compounds released in hospital wastewater from Toluca, Mexico, and evaluation of their toxic impact.* Mexico: Environmental Pollution, pp.330–341.
- Plan de desarrollo concertado distrito Jacobo Hunter 2007-2015. (2019). 25--34. Disponible en: http://www.munihunter.gob.pe/WP/documentos/doc_gestion/capitulo2.pdf
- Quesada, I., Jáuregui, U., Wilhelm, A. and Delmas, H. (2009). Contaminación de las aguas con productos farmacéuticos. Estrategias para enfrentarla problemática. 3rd ed. San Salvador, Cuba: Revista CENIC Ciencias Biológicas, pp.173-177. Disponible en: <https://revista.cnic.edu.cu/revistaCB/sites/default/files/articulos/Articulo%20No%205%20B36%20-%2008%20pp173-179.pdf>
- R.M. 546-2011/MINSA Norma Técnica de Salud N°021 “Categorías de establecimientos del sector salud”
- Ramos-Alvariño, M. (2013). *Comportamiento de los indicadores sanitarios y ecotoxicológicos de las aguas residuales con trazas de medicamentos.* Revista cubana de Química, (XXV), pp.180-205.
- Ramos Alvariño, C. (2009). *Medicamentos de consumo humano en el agua, propiedades físico-químicas.* Ciudad de La Habana, Cuba.
- Ramos Alvariño, C. (2008). *Aguas residuales generadas en hospitales. Ingeniería Hidráulica y Ambiental.* 2nd ed. España: Centro Nacional de Investigaciones Cardiovasculares, pp.56 - 60.
- Rodríguez, R. and Lehmann, V. (2015). *Oxidación Avanzada Sistema Fenton en tratamiento de efluentes industriales de alta carga orgánica.* Argentina: INTI Ambiente.
- Rodríguez, J. (2014). *Análisis comparativo de la degradación de dipirona utilizando el proceso de Foto-Fenton con radiación uv-c y luz solar.* Pernambuco, Brasil: Scielo.
- Rodríguez, T., Botellho, D. and Cleto, E. (2008). *Tratamiento de efluentes industriales de naturaleza recalcitrante usando ozono, peróxido de hidrógeno y radiación ultravioleta.* 46th ed. Sao Paulo, Brasil: Rev. Fac. Ing. Univ. Antioquia, pp.24-38.
- Rossetti, G., Albizzati, E. and Alfano, O. (n.d.). EFECTO DE LA RADIACION UV SOBRE LA DEGRADACIÓN DE UN CONTAMINANTEORGANICO POR MEDIO DE LA REACCIÓN DE FENTON. Santa fe, Argentina: Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química (CONICET-UNLitoral). Disponible en: <https://www.mendoza-conicet.gob.ar/asades/modulos/averma/trabajos/2000/2000-t003-a018.pdf>
- Russell, A. (2002). *Chloroxylenol- and triclosan-tolerant bacteria from industrial sources.* 5th ed. Cardiff, UK: Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology, pp.238-242.

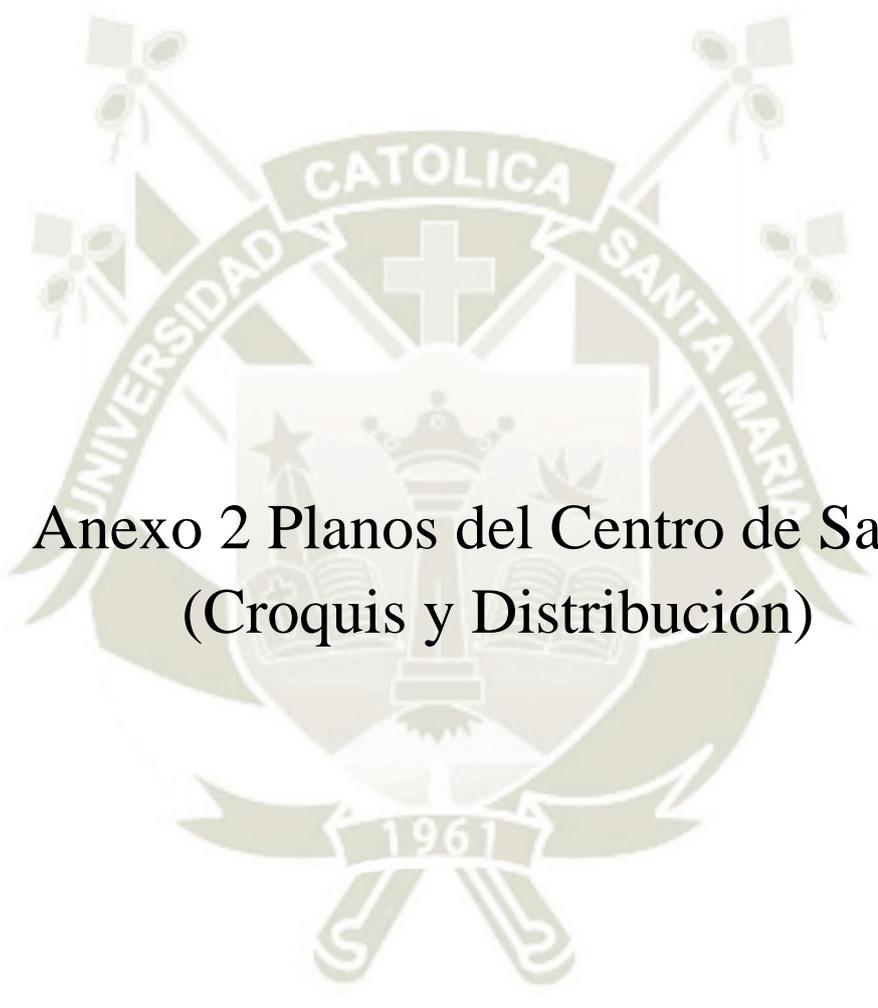
- Sánchez, C. (2015). *Fichas técnicas de etapas de proceso de plantas de tratamiento de aguas residuales de la industria textil*. 1st ed. La coruña, España: Universidad La Coruña, pp.2-27.
- Solís, Y., Zúñiga, L. and Mora, D. (2017). *La conductividad como parámetro predictivo de la dureza del agua en pozos y nacientes de Costa Rica*. 1st ed. Costa Rica: Scielo, pp.35-46. Available at: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v31n1/0379-3982-tem-31-01-35.pdf>
- Sumire Ituzaca, X. And Canal Choquepata, Y. (2016). *Factores de riesgo de las condiciones de seguridad a los que están expuestos los trabajadores del Centro de Salud Jjavier Llosa” del distrito de Hunter, Arequipa-2016*. Arequipa-Perú: Universidad Nacional de San Agustín. Disponible en:
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3788/Risuitxi.pdf?Sequence=1&isallowed=y>
- Terán, M. (2016). *Estudio de la aplicación de Procesos de oxidación avanzada a aguas contaminadas*. Bachiller. Universidad Politécnica de Cataluña.
- Tölle, J. (2014). Correlación de DBO y DQO. Disponible en:
<http://www.sedapal.com.pe:93/provma/charlas14/ECOCIENCIA.pdf>
- Tzoc, E., Arias, M. and Valiente, C. (2004). *Efecto de las aguas residuales hospitalarias sobre los patrones de resistencia a antibióticos de Escherichia coli y Aeromonas sp. Biomed*, (15), pp.165-172.
- Vigilancia Sanitaria de los Sistemas de Agua Potable*. (2013).
http://www.otca.info/saude/uploads/archivos_atividades/ce72d-5.-Vigilancia-Agua-Peru.pdf
- Zárate, A. (2014). *Tratamiento terciario de efluentes porcícolas mediante Procesos de oxidación avanzada Fenton y Fentonsolar*. Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en electroquímica, S.C.



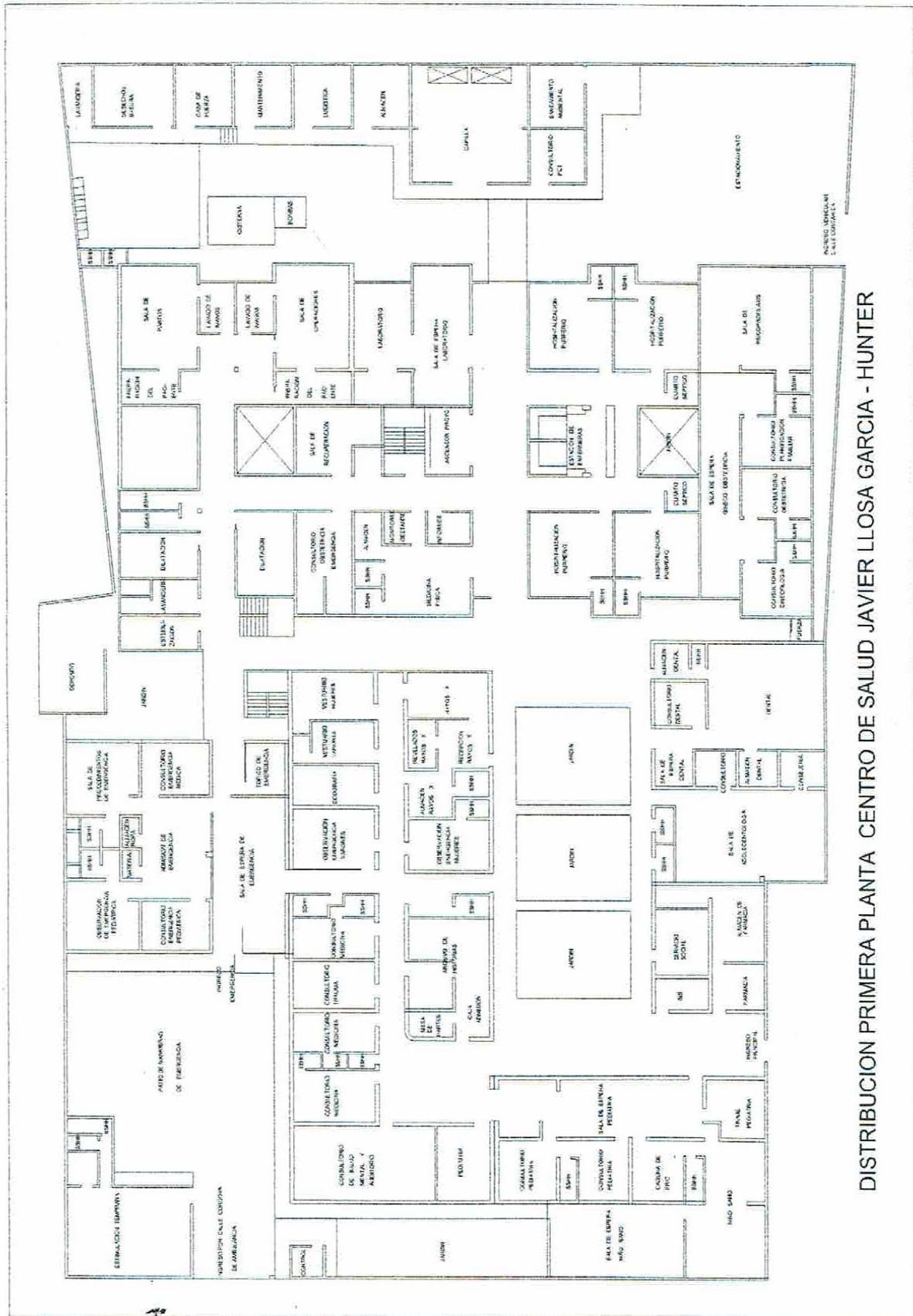


Anexo 1 Permisos de acceso al Centro de Salud

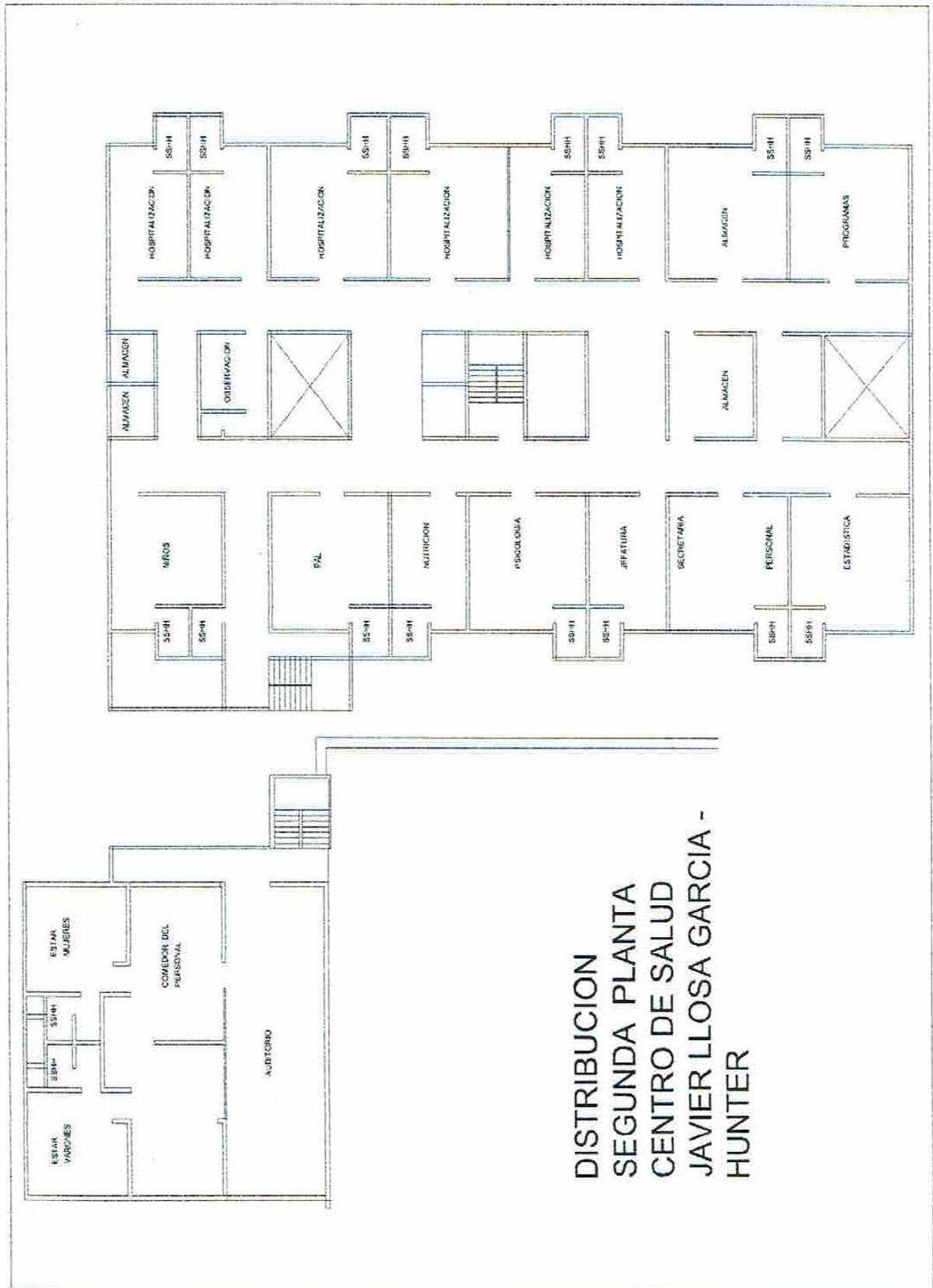


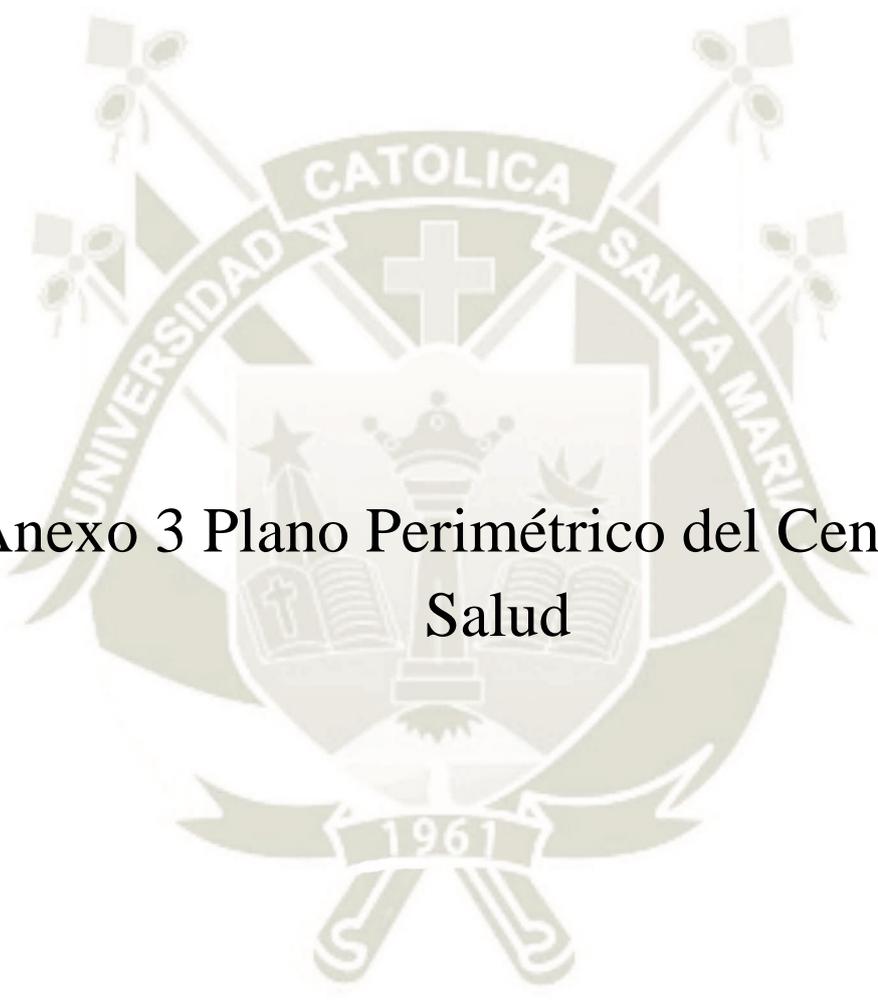


Anexo 2 Planos del Centro de Salud (Croquis y Distribución)

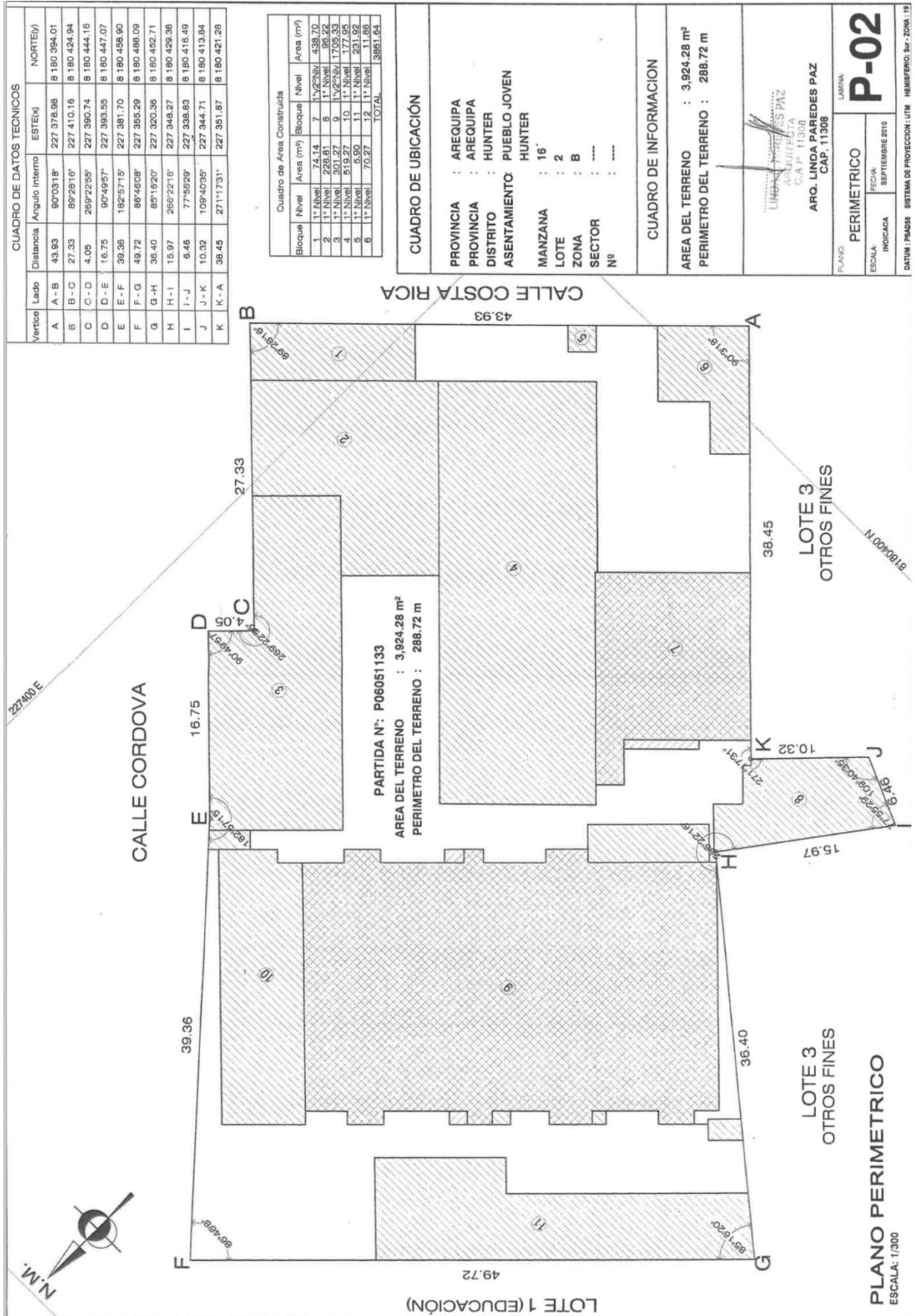


DISTRIBUCION PRIMERA PLANTA CENTRO DE SALUD JAVIER LLOSA GARCIA - HUNTER



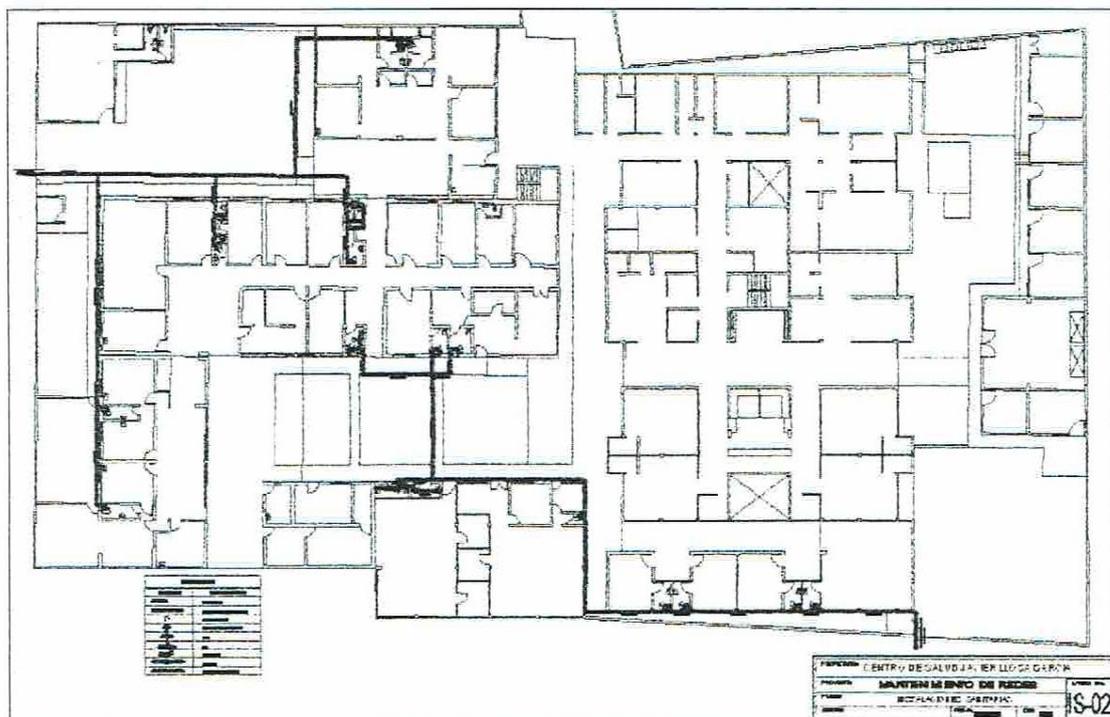
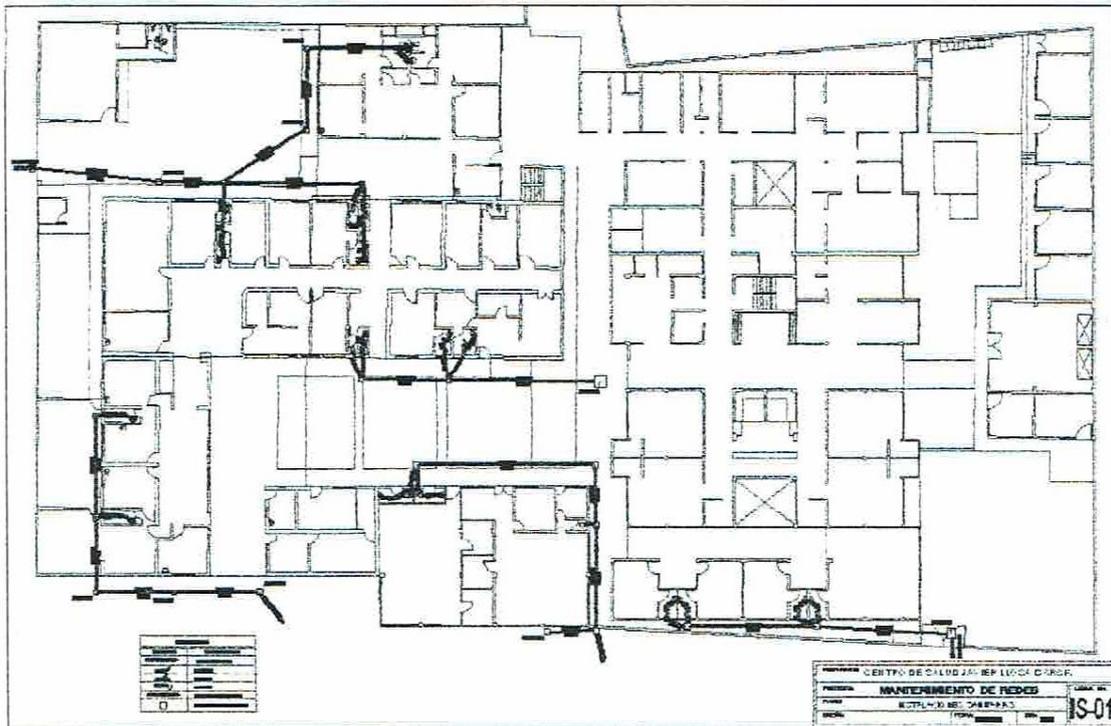


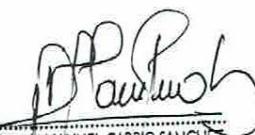
Anexo 3 Plano Perimétrico del Centro de Salud

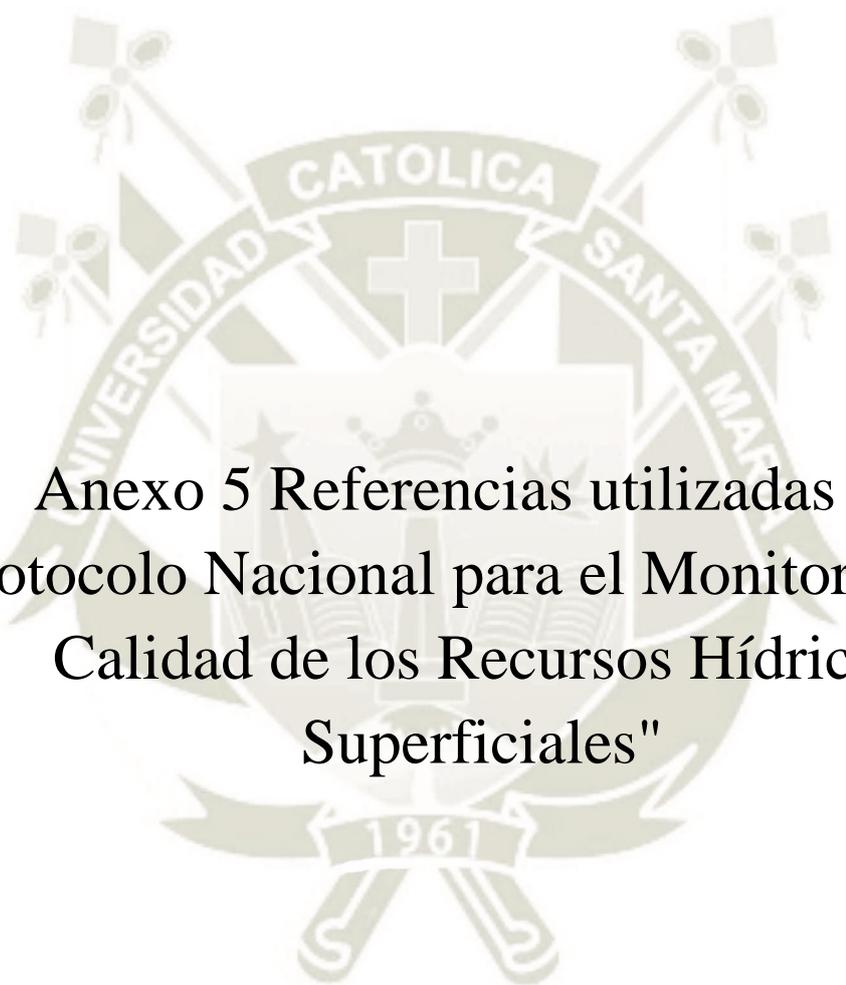




Anexo 4 Plano de Redes de drenaje del Centro de Salud




ARQ. JUAN MANUEL CAPIO SANCHEZ
COLEGIO DE ARQUITECTOS
DEL PERU
REGISTRO N° 5325



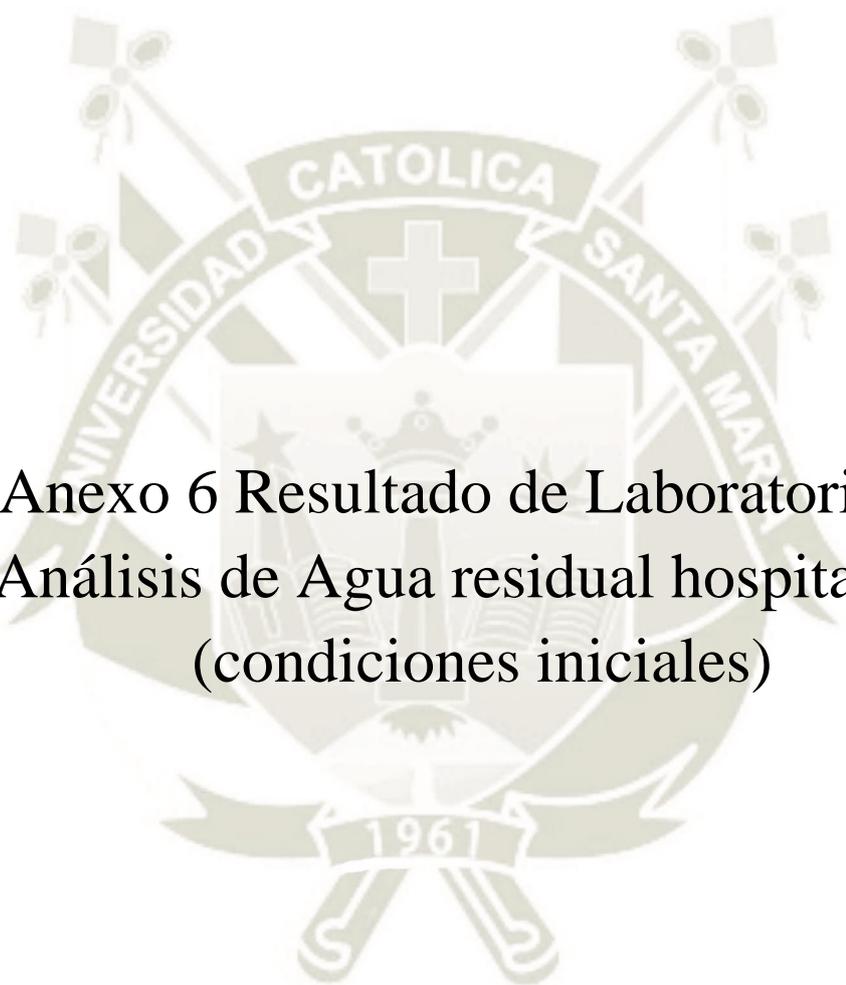
Anexo 5 Referencias utilizadas del
"Protocolo Nacional para el Monitoreo de la
Calidad de los Recursos Hídricos
Superficiales"

PARÁMETRO	TIPO DE RECIPIENTE	CONDICIONES DE PRESERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO	TIEMPO MÁXIMO DE ALMACENAMIENTO
1.- Químico-Físicos			
Oxígeno disuelto	Plástico o vidrio	Analizar preferentemente <i>in situ</i> .	Inmediatamente
	Botellas de vidrio Winkler	Fijar el oxígeno. Almacenar muestras a oscuras o usar botellas oscuras.	4 días
pH	Plástico o vidrio	Analizar preferentemente <i>in situ</i> .	24 horas
Temperatura	Plástico o vidrio	Analizar preferentemente <i>in situ</i> .	Inmediatamente
Conductividad eléctrica	Plástico o vidrio	Analizar preferentemente <i>in situ</i> .	24 horas
Turbiedad	Plástico o vidrio	Analizar preferentemente <i>in situ</i> . Almacenar muestras a oscuras o usar botellas oscuras.	24 horas
Bicarbonatos	Plástico o vidrio	Conservadas a 5°C ± 3°C	14 días
Carbonatos	Plástico o vidrio	Conservadas a 5°C ± 3°C	14 días
Cianuro libre	Plástico o vidrio	Agregar NaOH a pH>12. Almacenar a oscuras o usar botellas oscuras.	7 días (24 horas si está presente sulfuro)
Cianuro WAD			14 días (24 horas si está presente sulfuro)
Cianuro total	Plástico o vidrio	Agregar NaOH a pH>12. Almacenar a oscuras o usar botellas oscuras.	14 días (24 horas si está presente sulfuro)
Cloruros	Plástico o vidrio	Conservadas a 5°C ± 3°C	1 mes
Color	Plástico o vidrio	Almacenar a oscuras o usar botellas oscuras.	5 días
Demanda bioquímica de oxígeno en cinco días	Plástico o vidrio	Llenar recipiente y sellar sin burbujas. Almacenar a oscuras o usar botellas oscuras.	24 horas
	Plástico	Congelar por debajo de -18° C. Almacenar a oscuras o usar botellas oscuras.	1 mes (6 meses si >50 mg/L)
Demanda química de oxígeno	Plástico o vidrio	Acidificar a pH 1 - 2 con H ₂ SO ₄	6 meses
	Plástico	Congelar por debajo de -18°C.	6 meses
Dureza	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HCl o HNO ₃ .	1 mes
Fluoruros	Plástico, pero sin PTFE	Conservadas a 5°C ± 3°C	1 mes
Olor	Vidrio	Se puede realizar un análisis cualitativo <i>in situ</i> .	6 horas
Silicatos	Plástico	Conservadas a 5°C ± 3°C	1 mes
Sólidos disueltos totales	Plástico o vidrio	Conservadas a 5°C ± 3°C	7 días
Sólidos suspendidos totales	Plástico o vidrio	Conservadas a 5°C ± 3°C	2 días
Sulfatos	Plástico o vidrio	Conservadas a 5°C ± 3°C	1 mes
Sulfuros	Plástico	Fijar el sulfuro al agregar 2 ml de solución de acetato de zinc. Si el pH no está entre 8,5 y 9,0, agregar NaOH. Si se sospecha que el agua ha sido clorada, por cada 1000 ml de muestra agrega 80 mg de Na ₂ S ₂ O ₃ · 5H ₂ O al recipiente tras la recolección de la muestra (o tras el muestreo).	7 días
Sulfuro de hidrógeno			

4.- Orgánicos			
Aceites y grasas	Vidrio, boca ancha	Acidificar a pH 1 - 2 con HCl, HNO ₃ o H ₂ SO ₄	1 mes
Hidrocarburos totales de petróleo, HTTP	Vidrio, boca ancha	Conservadas a 5°C ± 3°C	4 días
		Acidificar a pH 1 - 2 con HCl, HNO ₃ o H ₂ SO ₄	1 mes
Detergentes	Vidrio	Conservadas a 5°C ± 3°C	2 días
		Agregar solución de formaldehído.	4 días
		Congelar por debajo de -18° C.	1 mes

PARÁMETRO	TIPO DE RECIENTE	CONDICIONES DE PRESERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO	TIEMPO MÁXIMO DE ALMACENAMIENTO
8.- Microbiológicos			
Coliformes Termotolerantes	Vidrio estéril	Dejar un espacio para aireación y mezcla de 1/3 del frasco de muestreo. Almacenar a $\leq 6^{\circ}\text{C}$ y en oscuridad.	24 horas
Coliformes Totales			
Enterococos fecales			
<i>Escherichia coli</i>			
<i>Giardia duodenalis</i>			
<i>Salmonella sp.</i>			
<i>Vibrio cholerae</i>			
Formas parasitarias	Plástico, con boca ancha.	Almacenar a $\leq 6^{\circ}\text{C}$ y en oscuridad.	24 horas
Huevos de Helmintos			





Anexo 6 Resultado de Laboratorio de
Análisis de Agua residual hospitalaria
(condiciones iniciales)

INFORME DE ENSAYO: 2573/2019

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Samuel Velarde Nro. 320 Umacollo Arequipa Arequipa

Ensayos de Aguas Residuales Hospitalarias "Javier Llosa García"

Emitido por: Doris Quicara Choquepiunta - Griselda Cusi Coaquira

Fecha de Emisión: 08/02/2019



Lic. Quím. Doris Quicara Choquepiunta

CCQP: 790

Supervisor de Laboratorio- Sede Arequipa



Bfga. Griselda Cusi Coaquira

CCQP: 9800

Analista de Laboratorio de Microbiología- Sede Arequipa

Renovación de Acreditación a ALS Perú S.A.C. mediante registro LE-029
División - Medio Ambiente

Pág. 1 de 5

INFORME DE ENSAYO: 2573/2019

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 1

N° ALS LB	308230018-1.0			
Fecha de Muestreo	18/01/2019			
Hora de Muestreo	09:30:00			
Tipo de Muestra	Agua Residual Industrial			
Identificación	CENTRO DE SALUD JAVIER LLONA GARZA			
Parámetro	Ref. NML	Unidad	LB	
003 ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS				
Acaltes y Grases	12281	mg/L	1,0	112,1
Color Verdadero	8801	UC	1	133
Conductividad (Laboratorio)	1828	µS/cm	---	1113,0
Demanda Bioquímica de Oxígeno	1828	mg/L	2	134
Demanda Química de Oxígeno	8803	mg O ₂ /L	2	210
Detergentes Aniónicos	8804	mg MBAS/L	0,002	10,48
Dureza Total	1828	mg CaCO ₃ /L	1,0	107,2
Fósforo Total	10818	mg P/L	0,007	0,828
Nitrógeno Amoniacal	11820	mg NHO-N/L	0,006	0,277
Oxígeno Disuelto*	2413	mg/L	0,50	5,42
pH (Laboratorio)*	588	Unidades pH	---	9,01
Sólidos Totales Suspensivos	1843	mg/L	2	108
Sulfatos	11852	mg/L	0,0004	0,0433
Turbidez	8808	NTU	0,08	142,0
004 ENSAYOS ORGANOLEPTICOS				
Olor*	9560	---	---	No Aceptable
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - ANIONES				
Fosfatos, PO ₄ -3	18189	mg/L	0,060	20,01
015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS				
Enterococos Fecales*	8212	NMPY100 mL	1,8	2200000,0
Salmonella*	8162	AUS/PRES	0	Ausencia
015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS				
Coliformes Fecales	8825	NMPY100mL	1,8	17000000
Coliformes Totales	8818	NMPY100mL	1,8	33000000
Escherichia coli	8830	NMPY100mL	1,8	7800000
Bacterias Heterotróficas	8810	UFPC/mL	1	890000
021 ENSAYOS TERCERIZADOS				
Materia Orgánica*	17874	mg O ₂ /L	2,2	408,0

Observaciones

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

LD: Límite de detección.

Bacterias Heterotróficas equivale a Recuento Total de Microorganismos, de acuerdo al SMEWM-APHA-AWWA-WEF Part 9215 B, 23rd Ed. 2017.

El parámetro de Detergentes Aniónicos es equivalente al parámetro SAAM que corresponde a decir Sustancias Activas al Azul de Metileno.

Para el parámetro Olor cuyo resultado es 1NUO equivale a decir "Que no se detecta olor a esta concentración".

CONTROLES DE CALIDAD

Control Blancos

Parámetro	LB	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Acaltes y Grases	1,0	mg/L	< 1,0	28/01/2019
Bacterias Heterotróficas	1	UFPC/mL	< 1	18/01/2019
Coliformes Fecales	1,8	NMPY100 mL	< 1,8	18/01/2019
Coliformes Totales	1,8	NMPY100 mL	< 1,8	18/01/2019
Color Verdadero	1	UC	< 1	20/01/2019
Demanda Bioquímica de Oxígeno	2	mg/L	< 2	18/01/2019
Demanda Química de Oxígeno	2	mg O ₂ /L	< 2	21/01/2019
Detergentes Aniónicos	0,002	mg MBAS/L	< 0,002	20/01/2019

INFORME DE ENSAYO: 2573/2019

Parámetro	LD	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Dureza Total	1,0	mg CaCO ₃ /L	< 1,0	22/01/2019
Enterococos Fecales	1,8	NMP/100 mL	< 1,8	19/01/2019
Escherichia coli	1,8	NMP/100 mL	< 1,8	19/01/2019
Fosfatos, PO ₄ -3	0,060	mg/L	< 0,060	19/01/2019
Fósforo Total	0,007	mg P/L	< 0,007	26/01/2019
Fósforo Total	0,007	mg P/L	< 0,007	26/01/2019
Nitrógeno Amoniacal	0,006	mg NRS-N/L	< 0,006	23/01/2019
Salmonella	---	AUS/PRES	Ausencia	19/01/2019
Sólidos Totales Suspendidos	2	mg Sólidos Totales Suspendidos/L	< 2	24/01/2019
Sulfuros	0,0004	mg/L	< 0,0004	24/01/2019
Turbidez	0,08	NTU	< 0,08	19/01/2019

Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Acetes y Grasas	115,0	80-120	26/01/2019
Acetes y Grasas	102,8	80-120	26/01/2019
Coliformes Totales	Positivo	---	19/01/2019
Coliformes Totales	Negativo	---	19/01/2019
Color Verdadero	86,0	85-115	20/01/2019
Color Verdadero	93,1	85-115	20/01/2019
Conductividad (Laboratorio)	100,1	98-102	22/01/2019
Demanda Bioquímica de Oxígeno	100,3	85-115	19/01/2019
Demanda Bioquímica de Oxígeno	113,1	85-115	19/01/2019
Demanda Química de Oxígeno	88,0	85-115	21/01/2019
Demanda Química de Oxígeno	103,0	85-115	21/01/2019
Detergentes Aniónicos	98,0	85-115	20/01/2019
Detergentes Aniónicos	98,5	85-115	20/01/2019
Dureza Total	100,8	85-115	22/01/2019
Dureza Total	95,1	85-115	22/01/2019
Escherichia coli	Positivo	---	19/01/2019
Escherichia coli	Negativo	---	19/01/2019
Fosfatos, PO ₄ -3	108,7	90-110	19/01/2019
Fósforo Total	93,0	80-120	26/01/2019
Fósforo Total	95,7	80-120	26/01/2019
Nitrógeno Amoniacal	100,7	80-120	23/01/2019
Nitrógeno Amoniacal	98,5	80-120	23/01/2019
pH (Laboratorio)	7,00	6,91-7,09	21/01/2019
Sólido Sedimentable	100,0	85-115	21/01/2019
Sólidos Totales Suspendidos	98,0	90-110	24/01/2019
Sólidos Totales Suspendidos	98,0	90-110	24/01/2019
Sulfuros	101,0	80-120	24/01/2019
Sulfuros	108,0	80-120	24/01/2019

LD = Límite de detección.

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las tablas de Controles de Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp. del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
CENTRO DE SALUD JAVIER LLOSA GARCIA	Cliente	Agua Residual Industrial	19/01/2019	19/01/2019	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

INFORME DE ENSAYO: 2573/2019

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

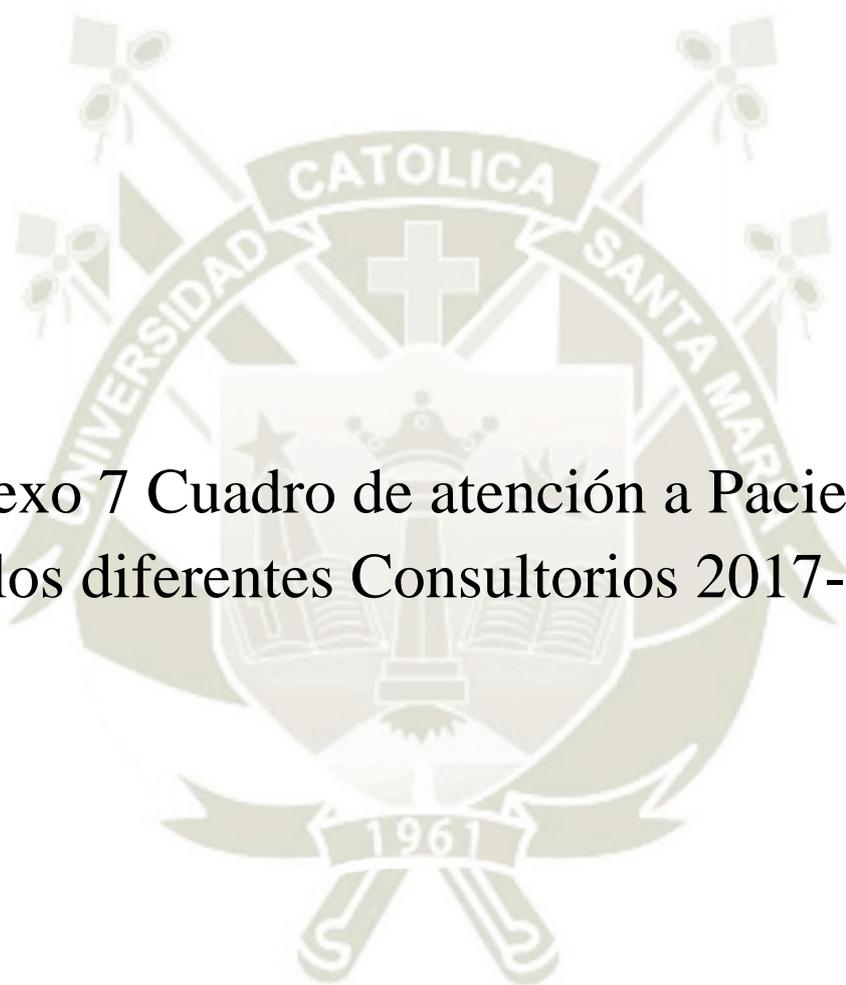
Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
12261	LME	Aceites y Grasas	SMEWW/APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed.2017	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
16180	AQP	Aniones por Cromatografía Iónica	EPA METHOD 300.0, Rev 2.1, 1993	Determination of inorganic anions by ion chromatography
8801	AQP	Color verdadero	SMEWW/APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed. 2017	Color: Spectrophotometric Single Wavelength Method (Proposed)
1826	AQP	Conductividad	SMEWW/APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017	Conductivity: Laboratory Method
1828	AQP	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	SMEWW/APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5 Days BOD Test
8803	AQP	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW/APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017	Chemical Oxygen Demand (COD): Closed Reflux, Colorimetric Method
8804	AQP	Detergentes Aniónicos	SMEWW/APHA-AWWA-WEF Part 5540 C, 22nd Ed. 2012	Surfactants: Anionic Surfactants as MBA
1829	AQP	Dureza Total	SMEWW/APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 23rd Ed. 2017	Hardness: EDTA Titrimetric Method
8212	AQP	Enterococos Fecales*	SMEWW/APHA-AWWA-WEF Part 9230 B, 23rd Ed. 2017	Fecal Streptococcus and Enterococcus Groups, Membrane Filter Techniques
10818	LME	Fósforo todas las formas (Fósforo Total)	EPA METHOD 365.3, 1983	Phosphorous, all forms (Colorimetric Ascorbic Acid, Two Reagent)
17674	PER	Materia Orgánica (Índice de Permanganato) - Tercerizado*	UNE-EN ISO 8467:1995	Water Quality - Determination Of Permanganate Index
11620	LME	Nitrógeno Amoniacal (Skalar)	ISO 11732 (Validado), 2nd. Ed. 2005	Water quality - Determination of ammonium nitrogen - Method by flow analysis (CFA and FIA) and spectrometric detection
8825	AQP	Numeración de Coliformos Fecales	SMEWW/APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed. 2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group, Fecal Coliform Procedure
8818	AQP	Numeración de Coliformos Totales	SMEWW/APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed. 2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group, Standard Total Coliform Fermentation Technique
8830	AQP	Numeración de Escherichia Coli	SMEWW/APHA-AWWA-WEF Part 9221 F, 23rd Ed. 2017	Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate
9560	AQP	Olor*	NMX-AA-83 (1982)	---
2413	AQP	Oxígeno Disuelto*	SMEWW/APHA-AWWA-WEF Part 4500-O C, 22nd Ed. 2012	Método de Oxígeno Disuelto Modificación Ácida
588	AQP	pH*	SMEWW/APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017	pH Value Electrometric Method
8810	AQP	Recuento de Bacterias Heterotróficas	SMEWW/APHA-AWWA-WEF Part 9215 B, 23rd Ed. 2017	Pour Plate Method
8162	AQP	Salmonella*	SMEWW/APHA-AWWA-WEF Part 9260 B, 14, 22nd Ed. 2012	Detection of pathogenic Bacteria: General Quantitative Isolation and Identification for Salmonella
15008	AQP	Sólido Sedimentable	SMEWW/APHA-AWWA-WEF Part 2540 F, 22nd Ed. 2012	Settleable Solids
1843	AQP	Sólidos Totales Suspendidos	SMEWW/APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017	Solids: Total Suspended Solids Dried at 103-105°C
11652	LME	Sulfuros (Skalar)	SM 4500 S2-E (Validado), 23rd Ed.2017	Sulfide Gas Dialysis, Automated Methylene Blue Method
8800	AQP	Turbidez	SMEWW/APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed. 2017	Turbidity, Nephelometric Method

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 2573/2019, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código Único de Autenticidad
CENTRO DE SALUD JAWER LLOSA GARCIA	30522/2019-1.0	alspmnq&322503

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.



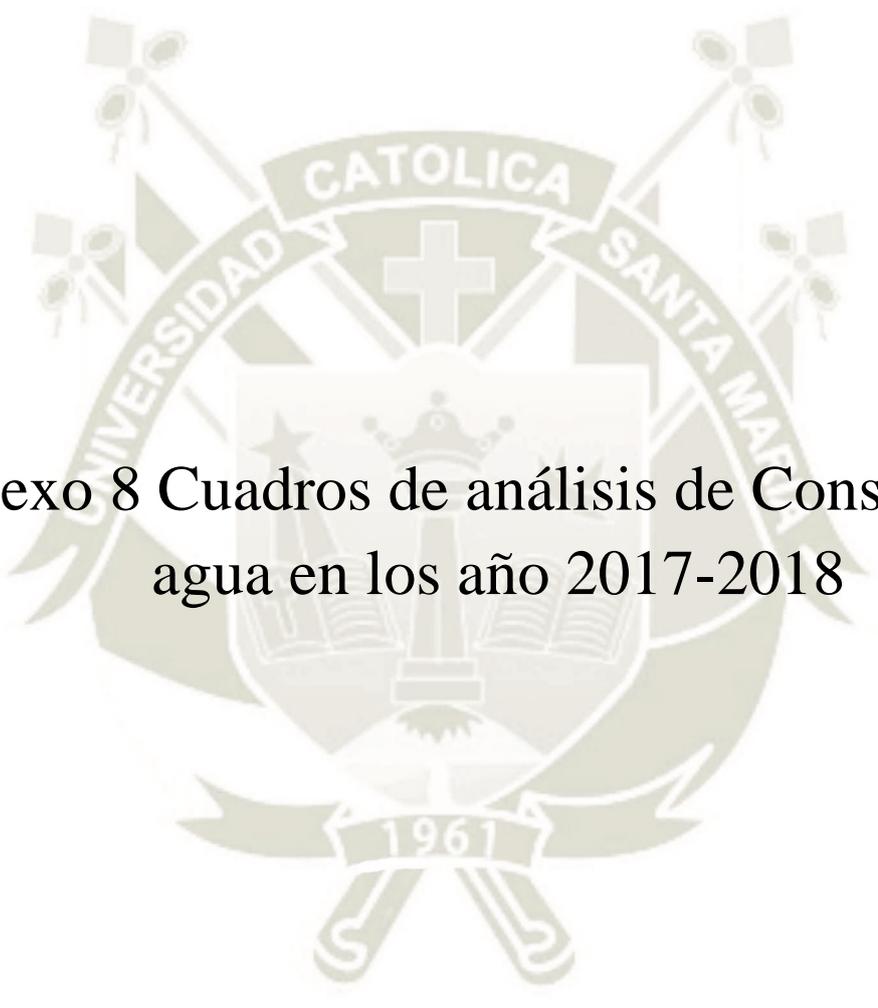
Anexo 7 Cuadro de atención a Pacientes por
los diferentes Consultorios 2017-2018

Tabla 32 Cuadro de atención mensual a pacientes por consultorio durante el año 2017-2018

Fuente: *Elaboración propia*

Año	Área de consulta	Atención Adulto mayor	Atención integral	Consultorio niño	Estimulación temprana	Ginecología	Medicina	Niño sano	Nutrición	Obstetricia	Odontología	Partos	Pediatría	Panificación familiar	Psicología	Traumatología	Atención total	Atención Promedio Mensual
2017	En	0	16	120	294	0	909	724	3	212	504	0	718	313	451	181	4445	4115
	Fe	1	31	124	157	2	1211	440	67	300	423	0	642	292	445	153	4288	
	Mar	0	1	63	201	244	1434	500	49	208	318	0	868	329	132	179	4526	
	Ab	1	3	59	150	252	1241	627	58	188	347	0	886	339	135	122	4408	
	May	0	2	36	206	137	1314	686	81	183	385	0	840	295	151	129	4445	
	Jun	0	1	56	167	243	1480	573	65	156	309	0	743	240	136	108	4277	
	Jul	0	0	3	155	184	500	605	46	157	307	0	578	270	94	73	2972	
	Ag	0	0	3	144	183	742	559	50	213	324	0	630	246	97	117	3308	
	Sep	0	1	59	255	67	1572	611	78	167	308	0	707	337	103	0	4265	
	Oct	0	3	20	139	168	1491	665	70	160	342	0	854	348	0	0	4260	
	Nov	0	0	10	144	157	1540	613	64	169	285	0	899	263	122	0	4266	
	Dic	0	2	24	158	218	1272	655	33	161	249	0	778	253	110	3	3916	
TOTAL	2	60	577	2170	1855	14706	7258	664	2274	4101	0	9143	3525	1976	1065		49376	
2018	En	0	0	10	157	168	1356	731	73	205	463	25	759	329	164	130	4570	3952
	Feb	0	0	8	190	235	1385	645	63	171	384	33	615	290	180	0	4199	
	Mar	1	1	5	169	242	1388	591	58	162	248	23	791	292	181	1	4153	
	Ab	0	0	18	160	233	1368	563	51	154	307	41	859	331	198	3	4286	
	May	0	0	9	147	186	1202	545	44	112	291	20	710	280	150	0	3696	
	Jun	0	0	3	128	222	1457	538	59	119	289	26	1253	310	169	2	4575	
	Jul	0	0	2	147	215	1377	539	48	127	256	29	614	335	130	0	3819	
	Ag	0	0	8	118	16	1152	575	50	133	356	26	679	341	119	1	3574	
	Sep	0	1	7	0	223	1136	519	49	128	341	7	942	285	40	0	3678	
	Oct	0	8	4	0	259	1115	590	45	134	358	0	941	345	129	1	3929	
	Nov	0	0	2	0	237	1025	498	56	118	205	0	804	348	115	0	3408	
	Dic	1	0	3	0	266	1352	413	42	110	263	0	709	258	123	1	3541	
TOTAL	2	10	79	1216	2502	15313	6747	638	1673	3761	230	9676	3744	1698	139		47428	

Fuente: *Elaboración propia*

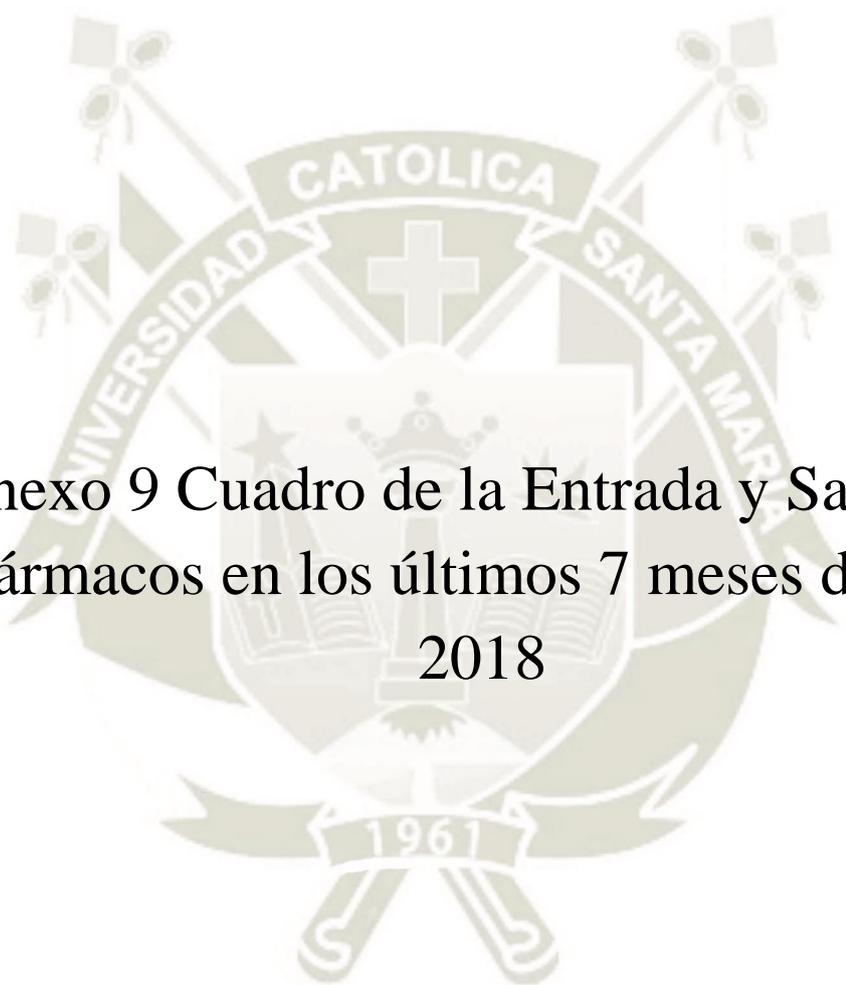


Anexo 8 Cuadros de análisis de Consumo de agua en los año 2017-2018

Tabla 33: “Reporte del consumo de agua en m³ durante 2017 - 2018”

Año	Mes	Fecha de inicio	Fecha final	Consumo m ³	Servicio de agua	Servicio de desagüe	Consumo mensual m ³	Promedio m ³
2017	En	18/01/17	15/02/17	163	S/. 555.99	S/. 228.36	220	193.75
		18/01/17	15/02/17	57	S/. 194.43	S/. 79.86		
	Feb	15/02/17	15/03/17	87	S/. 296.76	S/. 121.89	137	
		15/02/17	15/03/17	50	S/. 170.55	S/. 70.05		
	Mar	15/03/17	15/04/17	96	S/. 327.46	S/. 134.50	193	
		15/03/17	15/04/17	97	S/. 330.87	S/. 135.90		
	Abr	15/04/17	17/05/17	97	S/. 330.87	S/. 135.90	191	
		15/04/17	17/05/17	94	S/. 320.63	S/. 131.69		
	May	17/05/17	17/06/17	110	S/. 375.21	S/. 154.11	225	
		17/05/17	17/06/17	115	S/. 392.27	S/. 161.12		
	Jun	17/06/17	17/06/17	87	S/. 296.76	S/. 121.89	87	
		17/07/17	18/08/17	141	S/. 480.95	S/. 197.54		
Jul	17/07/17	18/08/17	164	S/. 559.40	S/. 229.76	305		
	18/08/17	19/09/17	153	S/. 521.88	S/. 214.35			
Agos	19/08/17	19/09/17	143	S/. 487.77	S/. 200.34	296		
	19/09/17	18/10/17	274	S/. 934.61	S/. 383.71			
Sep	19/09/17	18/10/17	114	S/. 388.85	S/. 159.71	388		
	18/10/17	18/11/17	34	S/. 115.97	S/. 47.63			
Nov	18/11/17	19/12/17	135	S/. 460.49	S/. 189.14	135		
Dic	19/12/17	19/01/18	94	S/. 320.63	S/. 131.69	114		
	19/12/17	18/01/18	20	S/. 68.22	S/. 28.02			
CONSUMO ANUAL							2325	
2018	En	19/01/18	16/02/18	242	S/. 825.46	S/. 339.04	336	274.67
		19/01/18	16/02/18	94	S/. 320.63	S/. 131.69		
	Feb	16/02/18	17/03/18	108	S/. 368.39	S/. 151.31	128	
		15/02/18	17/03/18	20	S/. 99.11	S/. 28.02		
	Mar	17/03/18	17/04/18	90	S/. 306.99	S/. 126.09	187	
		17/03/18	17/04/18	97	S/. 330.87	S/. 136.90		
	Abr	17/04/18	17/05/18	143	S/. 487.77	S/. 200.34	278	
		17/04/18	18/05/18	135	S/. 460.49	S/. 189.14		
	May	17/05/18	16/06/18	96	S/. 327.46	S/. 134.50	248	
		17/05/18	16/06/18	152	S/. 518.47	S/. 212.95		
	Jun	16/06/18	17/07/18	168	S/. 573.05	S/. 235.37	518	
		16/06/18	17/07/18	350	S/. 193.85	S/. 490.35		
Jul	17/07/18	18/08/18	107	S/. 364.98	S/. 149.91	359		
	17/07/18	18/08/18	252	S/. 859.57	S/. 353.05			
Agos	18/08/18	18/09/18	133	S/. 453.66	S/. 186.33	242		
	18/08/18	18/09/18	109	S/. 371.80	S/. 152.71			
Sep	18/09/18	18/10/18	162	S/. 552.58	S/. 226.96	327		
	18/09/18	18/10/18	165	S/. 562.82	S/. 231.17			
Oct	18/10/18	18/11/18	513	S/. 1,749.84	S/. 718.71	513		
Nov	18/10/18	19/11/18	140	S/. 492.00	S/. 202.00	140		
Dic	11/12/18	12/01/18	20	S/. 70.34	S/. 2.96	20		
CONSUMO ANUAL							3296	
PROMEDIO CONSUMO ANUAL							2810.5	

Fuente: *Elaboración propia*



Anexo 9 Cuadro de la Entrada y Salida de
Fármacos en los últimos 7 meses del año
2018

Tabla 34 Cuadro de la Entrada y Salida Fármacos en el mes de Junio (2018)

NOMBRE DEL FÁRMACO	JUNIO	
	ENTRADA	SALIDA
DEXAMETASONA FOSFATO (COMO SAL SODICA) - 4 mg/2 mL - INYECT - 2 mL	3,821	2,685
DICLOFENACO SODICO - 25 mg/mL - INYECT - 3 mL	3,253	2,598
CEFTRIAXONA SODICA (COMO SAL SODICA) CON DILUYENTE - 1 g - INYECT -	1,198	636
METAMIZOL SODICO - 1 g - INYECT - 2 mL	1,353	850
BENCILPENICILINA PROCAINICA CON DILUYENTE - 1000000 UI - INYECT -	1,463	1,163
RANITIDINA (COMO CLORHIDRATO) - 25 mg/mL - INYECT - 2 mL	1,015	844
LIDOCAINA CLORHIDRATO SIN PRESERVANTES - 2 g/100 mL (2 %) - INYECT - 20 mL	448	306
SODIO CLORURO - 900 mg/100 mL (0.9 %) - INYECT - 1 L	356	190
CLORFENAMINA MALEATO - 10 mg/mL - INYECT - 1 mL	254	148
DIMENHIDRINATO - 50 mg - INYECT - 5 mL	538	414
SODIO CLORURO - 900 mg/100 mL (0.9 %) - INYECT - 100 mL	278	184
ESCOPOLAMINA N-BUTILBROMURO - 20 mg/mL - INYECT - 1 mL	963	836
CLINDAMICINA (COMO FOSFATO) - 600 mg - INYECT - 4 mL	294	221
AMIKACINA (COMO SULFATO) - 250 mg/mL - INYECT - 2 mL	644	551
PARACETAMOL - 120 mg/5 mL - JARABE - 60 mL	682	482
ORFENADRINA CITRATO - 30 mg/mL - INYECT - 2 mL	106	10
LIDOCAINA CLORHIDRATO + EPINEFRINA - 20 mg + 12.5 æg/mL - INYECT - 1.8 mL	87	0
DEXTROMETORFANO BROMHIDRATO - 15 mg/5 mL - JARABE - 120 mL	237	130
OMEPRAZOL (COMO SAL SODICA) - 40 mg - INYECT -	50	18
DEXTROSA - 333 mg/mL (33 %) - INYECT - 20 mL	394	346
GENTAMICINA (COMO SULFATO) - 80 mg/mL - INYECT - 2 mL	62	37
LORATADINA - 5 mg/5 mL - JARABE - 60 mL	153	76
PREDNISONA - 5 mg/5 mL - JARABE - 120 mL	210	65
CLORFENAMINA MALEATO - 2 mg/5 mL - JARABE - 120 mL	503	340
CLOTRIMAZOL - 500 mg - OVULO -	232	193
DEXTROSA - 5 g/100 mL (5 %) - INYECT - 1 L	62	47
BENCILPENICILINA SODICA CON DILUYENTE - 1000000 UI - INYECT -	25	12
EPINEFRINA (COMO CLORHIDRATO O TARTRATO) - 1 mg/mL - INYECT - 1 mL	51	38
POTASIO CLORURO - 20 g/100 mL (20 %) - INYECT - 10 mL	30	20
BENZATINA BENCILPENICILINA CON DILUYENTE - 1200000 UI - INYECT -	60	44
OXITOCINA - 10 UI - INYECT - 1 mL	400	324
METOCLOPRAMIDA CLORHIDRATO - 5 mg/mL - INYECT - 2 mL	27	18
FUROSEMIDA - 10 mg/mL - INYECT - 2 mL	12	7
BENZOATO DE BENCILO - 25 g/100 mL (25 %) - LOCION - 120 mL	17	14

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 35 Cuadro de la Entrada y Salida Fármacos en el mes de Julio (2018)

NOMBRE DEL FÁRMACO	JULIO	
	ENTRADA	SALIDA
DEXAMETASONA FOSFATO (COMO SAL SODICA) - 4 mg/2 mL - INYECT - 2 mL	2,685	1,336
DICLOFENACO SODICO - 25 mg/mL - INYECT - 3 mL	2,598	1,703
METAMIZOL SODICO - 1 g - INYECT - 2 mL	850	218
CEFTRIAXONA SODICA (COMO SAL SODICA) CON DILUYENTE - 1 g - INYECT -	636	0
BENCILPENICILINA PROCAINICA CON DILUYENTE - 1000000 UI - INYECT -	1,163	752
CLORFENAMINA MALEATO - 10 mg/mL - INYECT - 1 mL	148	15
SODIO CLORURO - 900 mg/100 mL (0.9 %) - INYECT - 100 mL	184	78
CLINDAMICINA (COMO FOSFATO) - 600 mg - INYECT - 4 mL	221	63
ESCOPOLAMINA N-BUTILBROMURO - 20 mg/mL - INYECT - 1 mL	836	703
LIDOCAINA CLORHIDRATO SIN PRESERVANTES - 2 g/100 mL (2 %) - INYECT - 20 mL	306	176
SODIO CLORURO - 900 mg/100 mL (0.9 %) - INYECT - 1 L	202	42
RANITIDINA (COMO CLORHIDRATO) - 25 mg/mL - INYECT - 2 mL	844	718
AMIKACINA (COMO SULFATO) - 250 mg/mL - INYECT - 2 mL	551	428
DIMENHIDRINATO - 50 mg - INYECT - 5 mL	414	301
DEXTROSA - 333 mg/mL (33 %) - INYECT - 20 mL	346	302
EPINEFRINA (COMO CLORHIDRATO O TARTRATO) - 1 mg/mL - INYECT - 1 mL	38	12
BENZATINA BENCILPENICILINA CON DILUYENTE - 1200000 UI - INYECT -	44	17
OMEPRAZOL (COMO SAL SODICA) - 40 mg - INYECT -	18	0
GENTAMICINA (COMO SULFATO) - 80 mg/mL - INYECT - 2 mL	37	13
METOCLOPRAMIDA CLORHIDRATO - 5 mg/mL - INYECT - 2 mL	18	5
CLOTRIMAZOL - 500 mg - OVULO -	193	157
OXITOCINA - 10 UI - INYECT - 1 mL	324	264
MAGNESIO SULFATO - 200 mg/mL - INYECT - 10 mL	8	2
BENCILPENICILINA SODICA CON DILUYENTE - 1000000 UI - INYECT -	12	6
ORFENADRINA CITRATO - 30 mg/mL - INYECT - 2 mL	10	0
TRAMADOL CLORHIDRATO - 50 mg/mL - INYECT - 1 mL	8	1
DEXTROSA - 5 g/100 mL (5 %) - INYECT - 1 L	47	45
FITOMENADIONA - 10 mg/mL - INYECT - 1 mL	164	132
FUROSEMIDA - 10 mg/mL - INYECT - 2 mL	7	5
LIDOCAINA CLORHIDRATO + EPINEFRINA - 20 mg + 12.5 æg/mL - INYECT - 1.8 mL	30	0
BENZOATO DE BENCILO - 25 g/100 mL (25 %) - LOCION - 120 mL	14	13
DIAZEPAM - 5 mg/mL - INYECT - 2 mL	59	56

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 36 Cuadro de la Entrada y Salida Fármacos en el mes de Agosto (2018)

NOMBRE DEL FÁRMACO	AGOSTO	
	ENTRADA	SALIDA
DEXAMETASONA FOSFATO (COMO SAL SODICA) - 4 mg/2 mL - INYECT - 2 mL	5,336	4,211
DICLOFENACO SODICO - 25 mg/mL - INYECT - 3 mL	1,703	1,162
METAMIZOL SODICO - 1 g - INYECT - 2 mL	1,358	869
BENCILPENICILINA PROCAINICA CON DILUYENTE - 1000000 UI - INYECT -	1,102	693
CEFTRIAXONA SODICA (COMO SAL SODICA) CON DILUYENTE - 1 g - INYECT -	1,800	1,474
SODIO CLORURO - 900 mg/100 mL (0.9 %) - INYECT - 100 mL	438	300
ESCOPOLAMINA N-BUTILBROMURO - 20 mg/mL - INYECT - 1 mL	1,203	1,039
RANITIDINA (COMO CLORHIDRATO) - 25 mg/mL - INYECT - 2 mL	1,118	972
SODIO CLORURO - 900 mg/100 mL (0.9 %) - INYECT - 1 L	522	341
DIMENHIDRINATO - 50 mg - INYECT - 5 mL	301	173
LIDOCAINA CLORHIDRATO SIN PRESERVANTES - 2 g/100 mL (2 %) - INYECT - 20 mL	176	61
AMIKACINA (COMO SULFATO) - 250 mg/mL - INYECT - 2 mL	628	451
DEXTROSA - 333 mg/mL (33 %) - INYECT - 20 mL	402	353
CLINDAMICINA (COMO FOSFATO) - 600 mg - INYECT - 4 mL	63	6
CLORFENAMINA MALEATO - 10 mg/mL - INYECT - 1 mL	515	489
GENTAMICINA (COMO SULFATO) - 80 mg/mL - INYECT - 2 mL	113	100
DEXTROSA - 5 g/100 mL (5 %) - INYECT - 1 L	45	36
EPINEFRINA (COMO CLORHIDRATO O TARTRATO) - 1 mg/mL - INYECT - 1 mL	162	149
OXITOCINA - 10 UI - INYECT - 1 mL	264	195
METOCLOPRAMIDA CLORHIDRATO - 5 mg/mL - INYECT - 2 mL	5	1
FITOMENADIONA - 10 mg/mL - INYECT - 1 mL	232	198
BENCILPENICILINA SODICA CON DILUYENTE - 1000000 UI - INYECT -	6	4
KETAMINA (COMO CLORHIDRATO) - 50 mg/mL - INYECT - 10 mL	3	1
BENZOATO DE BENCILO - 25 g/100 mL (25 %) - LOCION - 120 mL	18	15
DIAZEPAM - 5 mg/mL - INYECT - 2 mL	56	49
TRAMADOL CLORHIDRATO - 50 mg/mL - INYECT - 1 mL	1	0

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 37 Cuadro de la Entrada y Salida Fármacos en el mes de Septiembre (2018)

NOMBRE DEL FÁRMACO	SEPTIEMBRE	
	ENTRADA	SALIDA
DEXAMETASONA FOSFATO (COMO SAL SODICA) - 4 mg/2 mL - INYECT - 2 mL	4,211	3,191
DICLOFENACO SODICO - 25 mg/mL - INYECT - 3 mL	1,162	329
CEFTRIAXONA SODICA (COMO SAL SODICA) CON DILUYENTE - 1 g - INYECT -	1,474	827
METAMIZOL SODICO - 1 g - INYECT - 2 mL	869	400
BENCILPENICILINA PROCAINICA CON DILUYENTE - 1000000 UI - INYECT -	693	449
SODIO CLORURO - 900 mg/100 mL (0.9 %) - INYECT - 1 L	341	94
RANITIDINA (COMO CLORHIDRATO) - 25 mg/mL - INYECT - 2 mL	972	776
ESCOPOLAMINA N-BUTILBROMURO - 20 mg/mL - INYECT - 1 mL	1,039	850
DIMENHIDRINATO - 50 mg - INYECT - 5 mL	173	9
CLORFENAMINA MALEATO - 10 mg/mL - INYECT - 1 mL	489	381
SODIO CLORURO - 900 mg/100 mL (0.9 %) - INYECT - 100 mL	300	199
ORFENADRINA CITRATO - 30 mg/mL - INYECT - 2 mL	250	120
AMIKACINA (COMO SULFATO) - 250 mg/mL - INYECT - 2 mL	451	303
LIDOCAINA CLORHIDRATO SIN PRESERVANTES - 2 g/100 mL (2 %) - INYECT - 20 mL	161	71
GENTAMICINA (COMO SULFATO) - 80 mg/mL - INYECT - 2 mL	100	34
DEXTROSA - 333 mg/mL (33 %) - INYECT - 20 mL	353	306
EPINEFRINA (COMO CLORHIDRATO O TARTRATO) - 1 mg/mL - INYECT - 1 mL	149	113
CLINDAMICINA (COMO FOSFATO) - 600 mg - INYECT - 4 mL	56	21
CLOTRIMAZOL - 500 mg - OVULO -	389	339
SODIO CLORURO - 20 g/100 mL (20 %) - INYECT - 20 mL	26	4
DEXTROSA - 5 g/100 mL (5 %) - INYECT - 1 L	91	83
OMEPRAZOL (COMO SAL SODICA) - 40 mg - INYECT -	100	90
BENZATINA BENCILPENICILINA CON DILUYENTE - 1200000 UI - INYECT -	19	8
DIAZEPAM - 5 mg/mL - INYECT - 2 mL	49	41
FUROSEMIDA - 10 mg/mL - INYECT - 2 mL	115	111
BENCILPENICILINA SODICA CON DILUYENTE - 1000000 UI - INYECT -	4	0
POTASIO CLORURO - 20 g/100 mL (20 %) - INYECT - 10 mL	60	58
ATROPINA SULFATO - 1 mg/mL - INYECT - 1 mL	286	285
MAGNESIO SULFATO - 200 mg/mL - INYECT - 10 mL	10	9
METOCLOPRAMIDA CLORHIDRATO - 5 mg/mL - INYECT - 2 mL	1	0

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 38 Cuadro de la Entrada y Salida Fármacos en el mes de Octubre (2018)

NOMBRE DEL FÁRMACO	OCTUBRE	
	ENTRADA	SALIDA
DICLOXACILINA (COMO SAL SODICA) - 500 mg - TABLET -	7,690	5,890
IBUPROFENO - 400 mg - TABLET -	10,828	8,581
OMEPRAZOL - 20 mg - TABLET -	8,127	6,188
CAPTOPRIL - 25 mg - TABLET -	7,233	5,913
METFORMINA CLORHIDRATO - 850 mg - TABLET -	9,739	7,749
PARACETAMOL - 500 mg - TABLET -	9,499	7,781
NAPROXENO - 500 mg - TABLET -	9,448	6,736
JERINGA DESCARTABLE 5 mL CON AGUJA 21 G X 1 1/2" - - UNIDAD -	1,759	239
AMOXICILINA + ACIDO CLAVULANICO (COMO SAL POTASICA) - 500 mg + 125 mg - TAB	2,456	1,305
CIPROFLOXACINO (COMO CLORHIDRATO) - 500 mg - TABLET -	4,912	3,600
AMOXICILINA - 500 mg - TABLET -	7,503	6,278
JERINGA DESCARTABLE 10 mL CON AGUJA 21G X 1 1/2" - - UNIDAD -	6,287	5,640
AGUJA HIPODERMICA DESCARTABLE Nø 21 G X 1 1/2" - - UNIDAD -	2,279	1,717
DEXAMETASONA FOSFATO (COMO SAL SODICA) - 4 mg/2 mL - INYECT - 2 mL	3,691	2,966
CLORFENAMINA MALEATO - 4 mg - TABLET -	5,677	4,804
ENALAPRIL MALEATO - 10 mg - TABLET -	470	0
GLIBENCLAMIDA - 5 mg - TABLET -	4,312	3,787
ATORVASTATINA (COMO SAL CALCICA) - 20 mg - TABLET -	1,200	495
CEFTRIAXONA SODICA (COMO SAL SODICA) CON DILUYENTE - 1 g - INYECT -	1,827	1,384
METAMIZOL SODICO - 1 g - INYECT - 2 mL	2,400	1,958
RANITIDINA (COMO CLORHIDRATO) - 300 mg - TABLET -	2,254	1,620
LORATADINA - 10 mg - TABLET -	4,000	3,646
AZITROMICINA - 500 mg - TABLET -	542	178
ACIDO FOLICO - 500 æg (0.5 mg) - TABLET -	420	0
ACIDO ACETILSALICILICO - 100 mg - TABLET -	1,334	948
DICLOFENACO SODICO - 25 mg/mL - INYECT - 3 mL	329	0
ACIDO FOLICO + FERROSO SULFATO (Equiv. de Hierro elemental) - 400 æg + 60 m	8,238	6,137
FURAZOLIDONA - 100 mg - TABLET -	1,066	857
CATETER ENDOVENOSO PERIFERICO N§ 22 G X 1" - - UNIDAD -	696	470
SULFAMETOXAZOL + TRIMETOPRIMA - 800 mg + 160 mg - TABLET -	1,415	1,154
METRONIDAZOL - 500 mg - TABLET -	2,270	1,711
RANITIDINA (COMO CLORHIDRATO) - 25 mg/mL - INYECT - 2 mL	1,076	868
DIMENHIDRINATO - 50 mg - TABLET -	982	587
CEFALEXINA - 500 mg - TABLET -	6,003	5,707
ESCOPOLAMINA N-BUTILBROMURO - 20 mg/mL - INYECT - 1 mL	1,050	826
EQUIPO DE VENOCISIS - - UNIDAD -	919	713
ALPRAZOLAM - 500 æg (0.5 mg) - TABLET -	575	385

ENALAPRIL MALEATO - 20 mg - TABLET -	900	710
GUANTE QUIRURGICO ESTERIL DESCARTABLE N° 7 1/2 - - PAR	1,161	920
-		
BENCILPENICILINA PROCAINICA CON DILUYENTE - 1000000 UI	449	271
- INYECT -		
SODIO CLORURO - 900 mg/100 mL (0.9 %) - INYECT - 100 mL	379	247
PREDNISONA - 5 mg - TABLET -	1,143	947
EQUIPO MICROGOTERO CON CAMARA GRADUADA 100 mL - -	515	388
UNIDAD -		
NITROFURANTOINA - 100 mg - TABLET -	589	475
JERINGA DESCARTABLE 1 mL CON AGUJA 25 G X 5/8" - -	406	299
UNIDAD -		
JERINGA DESCARTABLE 20 mL CON AGUJA 21 G X 1 1/2" - -	786	677
UNIDAD -		
AMIKACINA (COMO SULFATO) - 250 mg/mL - INYECT - 2 mL	803	683
ESCOPOLAMINA N-BUTILBROMURO - 10 mg - TABLET -	817	542
DOXICICLINA - 100 mg - TABLET -	1,180	1,010
ATORVASTATINA (COMO SAL CALCICA) - 40 mg - TABLET -	995	845
PARACETAMOL - 120 mg/5 mL - JARABE - 60 mL	793	655
CLORFENAMINA MALEATO - 10 mg/mL - INYECT - 1 mL	381	302
SODIO CLORURO - 900 mg/100 mL (0.9 %) - INYECT - 1 L	94	0
ACICLOVIR - 200 mg - TABLET -	492	421
CATETER ENDOVENOSO PERIFERICO N° 24 G X 3/4" - - UNIDAD	251	189
-		
LIDOCAINA CLORHIDRATO SIN PRESERVANTES - 2 g/100 mL (2	251	189
%) - INYECT - 20 mL		
ORFENADRINA CITRATO - 30 mg/mL - INYECT - 2 mL	71	0
AMOXICILINA + ACIDO CLAVULANICO (COMO SAL POTASICA)	120	1
- 250 mg + 62.5 mg/5 mL		
DEXTROSA - 333 mg/mL (33 %) - INYECT - 20 mL	180	64
IBUPROFENO - 100 mg/5 mL - SUSPEN - 60 mL	336	270
FLUCONAZOL - 150 mg - TABLET -	618	465
SALES DE REHIDRATAACION ORAL - - POLVO - 20.5 g/L	459	388
ALBENDAZOL - 200 mg - TABLET -	396	302
ERITROMICINA - 500 mg - TABLET -	268	234
BISMUTO SUBSALICILATO - 87.33 mg/5 mL - SUSPEN - 150 mL	126	76
SALBUTAMOL (COMO SULFATO) - 100 µg/DOSIS - AEROSO - 200	254	184
DOSIS		
CLONAZEPAM - 500 µg (0.5 mg) - TABLET -	111	23
ATROPINA SULFATO - 1 mg/mL - INYECT - 1 mL	450	424
SOLUCION POLIELECTROLITICA - - SOLUCI - 1 L	285	261
OMEPRAZOL (COMO SAL SODICA) - 40 mg - INYECT -	142	101
ALUMINIO HIDROXIDO + MAGNESIO HIDROXIDO - 400 + 400	105	71
mg/5 mL - SUSPEN - 150		
CLOTRIMAZOL - 1 g/100 g (1 %) - CREMA - 20 g	508	448
GENTAMICINA (COMO SULFATO) - 80 mg/mL - INYECT - 2 mL	258	221
RANITIDINA (COMO CLORHIDRATO) - 150 mg - TABLET -	34	4
AMOXICILINA - 250 mg/5 mL - SUSPEN - 60 mL	126	40
MEBENDAZOL - 100 mg - TABLET -	540	445

CLINDAMICINA (COMO FOSFATO) - 600 mg - INYECT - 4 mL	156	131
AGUJA DENTAL TIPO CARPULE DESCARTABLE N° 27 G X 1 5/8"	221	196
- - UNIDAD -		
CATETER ENDOVENOSO PERIFERICO N° 20 G X 1 1/4" - -	346	309
UNIDAD -		
HOJA DE BISTURI DESCARTABLE N° 21 - - UNIDAD -	110	92
MASCARA DE OXIGENO DESCARTABLE PARA NEBULIZACION	93	77
ADULTO - - UNIDAD -		
AZITROMICINA - 200 mg/5 mL - SUSPEN - 60 mL	201	178
GUANTE PARA EXAMEN DESCARTABLE TALLA L - - PAR -	375	298
OXITOCINA - 10 UI - INYECT - 1 mL	357	326
CLOBETASOL PROPIONATO - 50 mg/100 g (0.05 %) - CREMA - 25 g	326	266
VENDA ELASTICA 4" X 5 yd - - UNIDAD -	137	107
BETAMETASONA (COMO DIPROPIONATO) - 50 mg/100 g (0.05 %) -	73	57
CREMA - 20 g		
LORATADINA - 5 mg/5 mL - JARABE - 60 mL	19	1
ORFENADRINA CITRATO - 100 mg - TABLET -	114	69
HIDROCLOROTIAZIDA - 25 mg - TABLET -	198	167
DEXTROMETORFANO BROMHIDRATO - 15 mg/5 mL - JARABE -	40	30
120 mL		
PREDNISONA - 20 mg - TABLET -	352	297
CATETER ENDOVENOSO PERIFERICO N° 18 G X 1 1/4" - -	500	489
UNIDAD -		
GUANTE QUIRURGICO ESTERIL DESCARTABLE N° 7 - - PAR -	430	394
CIPROFLOXACINO (COMO CLORHIDRATO)(SOLUCION	273	248
OFTALMICA) - 3 mg/mL (0.3 %) - S		
PREDNISONA - 50 mg - TABLET -	97	63
CLORFENAMINA MALEATO - 2 mg/5 mL - JARABE - 120 mL	49	38
PREDNISONA - 5 mg/5 mL - JARABE - 120 mL	800	694
BOLSA COLECTORA DE ORINA X 2 L - - UNIDAD -	230	145
DEXTROSA - 5 g/100 mL (5 %) - INYECT - 1 L	41	30
DIMENHIDRINATO - 50 mg - INYECT - 5 mL	83	75
SIMETICONA - 80 mg/mL - SUSPEN - 15 mL	9	0
SUTURA SEDA NEGRA TRENZADA 4/0 C/A 3/8 CIRCULO	183	149
CORTANTE 20 mm X 75 cm - -		
VENDA ELASTICA 6" X 5 yd - - UNIDAD -	21	9
JERINGA DESCARTABLE 3 mL CON AGUJA 21 G X 1 1/2" - -	36	29
UNIDAD -		
LLAVE DE TRIPLE VIA DESCARTABLE - - UNIDAD -	2,218	2,208
MASCARA DE OXIGENO DESCARTABLE PARA NEBULIZACION	163	147
PEDIATRICO - - UNIDAD -		
POTASIO CLORURO - 20 g/100 mL (20 %) - INYECT - 10 mL	184	134
TERMOMETRO CLINICO ORAL - - UNIDAD -	58	52
SULFAMETOXAZOL + TRIMETOPRIMA - 200 mg + 40 mg/5 mL -	55	49
SUSPEN - 60 mL		
METRONIDAZOL - 250 mg/5 mL - SUSPEN - 120 mL	96	83
CLARITROMICINA - 250 mg/5 mL - SUSPEN - 60 mL	49	41
HOJA DE BISTURI DESCARTABLE N° 15 - - UNIDAD -	38	3
SUTURA SEDA NEGRA TRENZADA 3/0 C/A 3/8 CIRCULO	180	174
CORTANTE 20 mm X 75 cm - -		

SUTURA SEDA NEGRA TRENZADA 5/0 C/A 1/2 CIRCULO CORTANTE 20 mm X 75 cm - -	7	0
VENDA ELASTICA 3" X 5 yd - - UNIDAD -	5	0
PARACETAMOL - 100 mg/mL - SOLUCI - 10 mL	33	28
FITOMENADIONA - 10 mg/mL - INYECT - 1 mL	422	368
DIAZEPAM - 5 mg/mL - INYECT - 2 mL	217	190
EPINEFRINA (COMO CLORHIDRATO O TARTRATO) - 1 mg/mL - INYECT - 1 mL	51	44
SUTURA SEDA NEGRA TRENZADA 5/0 C/A 3/8 CIRCULO CORTANTE 20 mm X 75 cm - -	113	101
TETRACICLINA CLORHIDRATO (UNGŠENTO OFTALMICO) - 1 g/100 g (1 %) - UNGŠEN -	10	4
CLOTRIMAZOL - 500 mg - OVULO -	54	46
BENZATINA BENCILPENICILINA CON DILUYENTE - 1200000 UI - INYECT -	389	338
AEROCAMARA DE PLASTICO PEDIATRICO - - UNIDAD -	28	20
CEFALEXINA - 250 mg/5 mL - SUSPEN - 60 mL	72	53
VENDA ELASTICA 2" X 5 yd - - UNIDAD -	14	4
BECLOMETASONA DIPROPIONATO - 250 æg/DOSIS - AEROSO - 200 DOSIS	32	29
FURAZOLIDONA - 50 mg/5 mL - SUSPEN - 120 mL	64	59
HIERRO POLIMALTOSA - 50 mg/mL - SOLUCI - 20 mL	51	43
AEROCAMARA DE PLASTICO ADULTO - - UNIDAD -	260	229
ALGODON HIDROFILO - - UNIDAD - 50 g	40	37
TERMOMETRO CLINICO RECTAL - - UNIDAD -	2	0
PASTA DENTIFRICA X 90 g - - UNIDAD -	57	55
AGUJA HIPODERMICA DESCARTABLE Nø 25 G X 5/8" - - UNIDAD -	70	51
ALGODON HIDROFILO - - UNIDAD - 500 g	202	201
BENZOATO DE BENCILO - 25 g/100 mL (25 %) - LOCION - 120 mL	3	2
LLAVE DE TRIPLE VIA CON EXTENSION X 50 cm - - UNIDAD -	13	9
SALBUTAMOL (COMO SULFATO) - 5 mg/mL - SOLUCI - 10 mL	3	1
SODIO CLORURO - 20 g/100 mL (20 %) - INYECT - 20 mL	3	1

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 39 Cuadro de la Entrada y Salida Fármacos en el mes de Noviembre (2018)

NOMBRE DEL FARMACO	NOVIEMBRE	
	ENTRADA	SALIDA
DEXAMETASONA - 500 æg (0.5 mg) - TABLET -	81	20
DEXAMETASONA FOSFATO (COMO SAL SODICA) - 4 mg/2 mL - INYECT - 2 mL	984	668
DEXTROMETORFANO BROMHIDRATO - 15 mg/5 mL - JARABE - 120 mL	299	39
ENALAPRIL MALEATO - 10 mg - TABLET -	4,665	335
ENALAPRIL MALEATO - 20 mg - TABLET -	0	80
EPINEFRINA (COMO CLORHIDRATO O TARTRATO) - 1 mg/mL - INYECT - 1 mL	57	11
IBUPROFENO - 100 mg/5 mL - SUSPEN - 60 mL	319	100
IBUPROFENO - 400 mg - TABLET -	8,598	1,922
METFORMINA CLORHIDRATO - 850 mg - TABLET -	12,436	1,863
PARACETAMOL - 100 mg/mL - SOLUCI - 10 mL	278	85
PARACETAMOL - 120 mg/5 mL - JARABE - 60 mL	575	118
PARACETAMOL - 500 mg - TABLET -	6,505	2,071
RANITIDINA (COMO CLORHIDRATO) - 150 mg - TABLET -	0	30
RANITIDINA (COMO CLORHIDRATO) - 25 mg/mL - INYECT - 2 mL	187	256
RANITIDINA (COMO CLORHIDRATO) - 300 mg - TABLET -	322	683

Fuente: *Elaboración propia*



Tabla 40 Cuadro de la Entrada y Salida Fármacos en el mes de Diciembre (2018)

NOMBRE DEL FÁRMACO	DICIEMBRE	
	ENTRADA	SALIDA
DEXAMETASONA - 500 æg (0.5 mg) - TABLET -	101	20
DEXAMETASONA FOSFATO (COMO SAL SODICA) - 4 mg/2 mL - INYECT - 2 mL	1,652	688
DEXTROMETORFANO BROMHIDRATO - 15 mg/5 mL - JARABE - 120 mL	338	59
DIMENHIDRINATO - 50 mg - INYECT - 5 mL	297	168
DIMENHIDRINATO - 50 mg - TABLET -	194	149
DISPOSITIVO INTRAUTERINO DE COBRE - - UNIDAD -	19	1
DOXICICLINA - 100 mg - TABLET -	1,079	187
ENALAPRIL MALEATO - 20 mg - TABLET -	80	270
EPINEFRINA (COMO CLORHIDRATO O TARTRATO) - 1 mg/mL - INYECT - 1 mL	68	18
FUROSEMIDA - 10 mg/mL - INYECT - 2 mL	101	1
IBUPROFENO - 100 mg/5 mL - SUSPEN - 60 mL	419	142
IBUPROFENO - 400 mg - TABLET -	10,520	1,638
LIDOCAINA CLORHIDRATO SIN PRESERVANTES - 2 g/100 mL (2 %) - INYECT - 20 mL	349	125
METAMIZOL SODICO - 1 g - INYECT - 2 mL	1,904	568
METFORMINA CLORHIDRATO - 850 mg - TABLET -	10,299	1,100
METRONIDAZOL - 250 mg/5 mL - SUSPEN - 120 mL	43	8
METRONIDAZOL - 500 mg - TABLET -	646	594
PARACETAMOL - 100 mg/mL - SOLUCI - 10 mL	363	51
PARACETAMOL - 120 mg/5 mL - JARABE - 60 mL	693	135
PARACETAMOL - 500 mg - TABLET -	8,576	2,332
PREDNISONA - 20 mg - TABLET -	460	127
PREDNISONA - 5 mg - TABLET -	562	204
RANITIDINA (COMO CLORHIDRATO) - 25 mg/mL - INYECT - 2 mL	443	228
RANITIDINA (COMO CLORHIDRATO) - 300 mg - TABLET -	1,005	561

Fuente: *Elaboración propia*



Anexo 10 Cuadro de los fármacos según su
clasificación, tiempo de vida, N° Cas y
composición química

Tabla 41: Determinación del tiempo de vida y composición del medicamento

Clasificación del medicamento	Nombre del medicamento	N° CAS	Formula	Tiempo de vida media
ANTIPIRÉTICO	PARACETAMOL - 500 mg - TABLET -	103-90-2	C ₈ H ₉ NO ₂	1-4 horas
	METAMIZOL SODICO - 1 g - INYECT - 2 mL	68-89-3	C ₁₃ H ₁₆ N ₃ O ₄ Sna	4 horas
	METAMIZOL SODICO - 1 g - INYECT - 2 mL	68-89-3	C ₁₃ H ₁₆ N ₃ O ₄ Sna	4 horas
	PARACETAMOL - 100 mg/mL - SOLUCI - 10 mL	103-90-2	C ₈ H ₉ NO ₂	4 horas
	IBUPROFENO - 100 mg/5 mL - SUSPEN - 60 mL	15687-27-1	C ₁₃ H ₁₈ O ₂	1.8-2 horas
	PARACETAMOL - 120 mg/5 mL - JARABE - 60 mL	103-90-2	C ₈ H ₉ NO ₂	1-4 horas
	ANTIBIÓTICO	CEFALEXINA - 500 mg - TABLET -	15686-71-2	C ₁₆ H ₁₇ N ₃ O ₄ S
AMOXICILINA - 500 mg - TABLET -		26787-78-0	C ₁₆ H ₁₉ N ₃ O ₅ S	60-75 minutos
AMOXICILINA + ACIDO CLAVULANICO (COMO SAL POTASICA) - 500 mg + 125 mg - TAB		26787-78-0	C ₁₆ H ₁₉ N ₃ O ₅ S	60-75 minutos
CEFTRIXONA SODICA (COMO SAL SODICA) CON DILUYENTE - 1 g - INYECT -		73384-59-5	C ₁₈ H ₁₆ N ₈ O ₇ S ₃	-
CIPROFLOXACINO (COMO CLORHIDRATO) - 500 mg - TABLET -		85721-33-1	C ₁₇ H ₁₈ FN ₃ O ₃	4 horas
DICLOXACILINA (COMO SAL SODICA) - 500 mg - TABLET -		3116-76-5	C ₁₉ H ₁₇ N ₃ Cl ₂ O ₅ S	0.7 horas
AMOXICILINA - 250 mg/5 mL - SUSPEN - 60 mL		26787-78-0	C ₁₆ H ₁₉ N ₃ O ₅ S	60-75 minutos
AMIKACINA (COMO SULFATO) - 250 mg/mL - INYECT - 2 mL		37517-28-5	C ₂₂ H ₄₃ N ₅ O ₁₃	2-3 horas
DOXICICLINA - 100 mg - TABLET -		564-25-0	C ₂₂ H ₂₄ N ₂ O ₈	12-22 horas
SULFAMETOXAZOL + TRIMETOPRIMA - 800 mg + 160 mg - TABLET -		723-46-6	C ₁₀ H ₁₁ N ₃ O ₃ S	10 horas
CLINDAMICINA (COMO FOSFATO) - 600 mg - INYECT - 4 MI		18323-44-9	C ₁₈ H ₃₃ N ₂ ClO ₅ S	2-3 horas
AZITROMICINA - 200 mg/5 mL - SUSPEN - 60 mL		83905-01-5	C ₃₈ H ₇₂ N ₂ O ₁₂	68 horas
SULFAMETOXAZOL + TRIMETOPRIMA - 200 mg + 40 mg/5 mL - SUSPEN - 60 mL		723-46-6	C ₁₀ H ₁₁ N ₃ O ₃ S	10 horas

	DICLOXACILINA (COMO SAL SODICA) - 250 mg/5 mL - SUSPEN - 60 mL	3116-76-5	$C_{19}H_{17}N_3Cl_2O_5S$	0.7 horas
	FURAZOLIDONA - 50 mg/5 mL - SUSPEN - 120 mL	67-45-8	$C_8H_7N_3O_5$	24 horas
	BENZATINA BENCILPENICILINA CON DILUYENTE - 1200000 UI - INYECT -	54-35-3	$C_{16}H_{20}N_2$	-
	AMOXICILINA + ACIDO CLAVULANICO (COMO SAL POTASICA) - 250 mg + 62.5 mg/5 mL	26787-78-0	$C_{16}H_{19}N_3O_5S$	60-75 minutos
	AZITROMICINA - 500 mg - TABLET -	83905-01-5	$C_{38}H_{72}N_2O_{12}$	68 horas
	BENCILPENICILINA PROCAINICA CON DILUYENTE - 1000000 UI - INYECT -	54-36-3	$C_{29}H_{38}N_4O_6S$	-
	CEFALEXINA - 250 mg/5 mL - SUSPEN - 60 mL	15686-71-2	$C_{16}H_{17}N_3O_4S$	0.9 horas
	CIPROFLOXACINO (COMO CLORHIDRATO)(SOLUCION OFTALMICA) - 3 mg/mL (0.3 %) - S	85721-33-1	$C_{17}H_{18}FN_3O_3$	4 horas
	CLARITROMICINA - 250 mg/5 mL - SUSPEN - 60 mL	81103-11-9	$C_{38}H_{69}NO_{13}$	-
	CLORANFENICOL - 500 mg - TABLET -	56-75-7	$C_{11}H_{12}Cl_2N_2O_5$	-
	ERITROMICINA - 250 mg/5 mL - SUSPEN - 60 mL	114-07-8	$C_{37}H_{67}NO_{13}$	1.5 horas
	ERITROMICINA - 500 mg - TABLET -	114-07-8	$C_{37}H_{67}NO_{13}$	1.5 horas
	GENTAMICINA (COMO SULFATO) - 80 mg/mL - INYECT - 2 mL	1403-66-3	$C_{21}H_{43}N_5O_7$	-
	DICLOFENACO SODICO - 25 mg/mL - INYECT - 3 mL	15307-86-5	$C_{14}H_{11}NCl_2O_2$	-
	NAPROXENO - 500 mg - TABLET -	22204-53-1	$C_{14}H_{14}O_3$	12 a 24 horas
	ACIDO ACETILSALICILICO - 100 mg - TABLET -	50-78-2	$C_9H_8O_4$	-
CORTICOIDE ANTINFLAMA TORIO	DEXAMETASONA FOSFATO (COMO SAL SODICA) - 4 mg/2 mL - INYECT - 2 mL	CAS 2392-39-4	$C_{22}H_{29}FO_5$	36-54 horas
	PREDNISONA - 20 mg - TABLET -	53-03-2	$C_{21}H_{26}O$	1 hora
	PREDNISONA - 5 mg - TABLET -	53-03-2	$C_{21}H_{26}O$	1 hora
	CLOBETASOL PROPIONATO - 50 mg/100 g (0.05 %) - CREMA - 25 g	5122-46-7	$C_{25}H_{32}ClFO_5$	-

	BECLOMETASONA DIPROPIONATO - 250 æg/DOSIS - AEROSO - 200 DOSIS	4419- 39-0	$C_{28}H_{37}ClO_7$	15 horas
	PREDNISONA - 5 mg/5 mL - JARABE - 120 mL	53-03-2	$C_{21}H_{26}O_5$	1 hora
	BETAMETASONA (COMO DIPROPIONATO) - 50 mg/100 g (0.05 %) - CREMA - 20 g	378-44- 9	$C_{22}H_{29}FO_5$	5,6 horas
	DEXAMETASONA - 500 æg (0.5 mg) - TABLET -	50-02-2	$C_{22}H_{29}FO_5$	36-54 horas
ANTIASMÁTICO	LORATADINA - 10 mg - TABLET -	79794- 75-5	$C_{22}H_{23}N_2ClO_2$	8 horas
	ESCOPOLAMINA N- BUTILBROMURO - 10 mg - TABLET -	138-12- 5	$C_{17}H_{21}NO_4$	2 horas
ANTI INSULIMICO	METFORMINA CLORHIDRATO - 850 mg - TABLET -	657-24- 9	$C_4H_{11}N_5$	6.2 horas
	GLIBENCLAMIDA - 5 mg - TABLET -	10238- 21-8	$C_{23}H_{28}N_3ClO_5S$	6 horas
	OMEPRAZOL - 20 mg - TABLET -	73590- 58-6	$C_{17}H_{19}N_3O_3S$	1-1.2 horas
	RANITIDINA (COMO CLORHIDRATO) - 300 mg - TABLET -	66357- 35-5	C: 13; H: 22; N: 4; O: 3; S: 1..32	2-3 horas
PROTECTOR GÁSTRICO	RANITIDINA (COMO CLORHIDRATO) - 25 mg/mL - INYECT - 2 mL	66357- 35-5	C: 13; H: 22; N: 4; O: 3; S: 1..32	2-3 horas
	BISMUTO SUBSALICILATO - 87.33 mg/5 mL - SUSPEN - 150 mL	14882- 18-9	$C_7H_5O_4$	-
	OMEPRAZOL (COMO SAL SODICA) - 40 mg - INYECT -	73590- 58-6	$C_{17}H_{19}N_3O_3S$	1-1.2 horas
ANTIAMENICO	FERROSO SULFATO - 300 mg (Equiv. 60 mg Fe) - TABLET -	-	-	-
	HIERRO POLIMALTOSA - 50 mg/mL - SOLUCI - 20 mL	-	-	-
	CAPTOPRIL - 25 mg - TABLET -	2571- 86-2	$C_9H_{15}NO_3S$	1.9 horas
ANTIHIPER- TENSIVO	ENALAPRIL MALEATO - 20 mg - TABLET -	76095- 16-4	$C_{24}H_{32}N_2O_9$	35 horas
	ENALAPRIL MALEATO - 10 mg - TABLET -	76095- 16-4	$C_{24}H_{32}N_2O_9$	35 horas
ANTIISTAMÍ- NICO	CLORFENAMINA MALEATO - 10 mg/mL - INYECT - 1 mL	132-22- 9	$C_{16}H_{19}N_2Cl$	21-27 horas
	CLORFENAMINA MALEATO - 2 mg/5 mL - JARABE - 120 mL	132-22- 9	$C_{16}H_{19}N_2Cl$	21-27 horas
	CLORFENAMINA MALEATO - 4 mg - TABLET -	132-22- 9	$C_{16}H_{19}N_2Cl$	21-27 horas

ANTI COLESTO- ROLEMIA	ATORVASTATINA (COMO SAL CALCICA) - 40 mg - TABLET -	134523- 00-5	$C_{33}H_{35}N_2FO_5$	14 horas
	ATORVASTATINA (COMO SAL CALCICA) - 20 mg - TABLET -	134523- 00-5	$C_{33}H_{35}N_2FO_5$	14 horas
ANTIEMÉTICO	DIMENHIDRINATO - 50 mg - TABLET -	523-87- 5	$C_{24}H_{28}ClN$ $5O_3$	-
	METOCLOPRAMIDA CLORHIDRATO - 10 mg - TABLET -	364-62- 5	$C_{14}H_{22}N_3ClO_2$	5-6 horas
ANTI VIRAL	ACICLOVIR - 200 mg - TABLET -	59277- 89-3	$C_8H_{11}N_5O_3$	2.5-3-3 horas
HORMONA	MEDROXIPROGESTERONA ACETATO - 150 mg/mL - INYECT - 1 mL	520-85- 4	$C_{22}H_{32}O_3$	-
	ESTRADIOL + MEDROXIPROGESTERONA - 5 mg + 25 mg/0.5 mL - INYECT - 0.5 mL	50-28-2	$C_{18}H_{24}O_2$	13 horas
	OXITOCINA - 10 UI - INYECT - 1 mL	50-56-6	$C_{43}H_{66}N_{12}O_{12}S_2$	1-6 minutos
	EPINEFRINA (COMO CLORHIDRATO O TARTRATO) - 1 mg/mL - INYECT - 1 mL	51-43-4	$C_9H_{14}NO_3$	2 minutos
	ERGOMETRINA MALEATO - 200 æg/mL (0.2 mg/mL) - INYECT - 1 mL	60-79-7	$C_{19}H_{23}N_3O_2$	-
ANTI DEPRESIVO	ALPRAZOLAM - 500 æg (0.5 mg) - TABLET -	28981- 97-7	$C_{17}H_{13}N_4Cl$	10.7-15.3 horas
	DIAZEPAM - 5 mg/mL - INYECT - 2 mL	439-14- 5	$C_{16}H_{13}N_2ClO$	20-100 horas
	CLONAZEPAM - 2 mg - TABLET -	1622- 61-3	$C_{15}H_{10}N_3ClO_3$	18-50 horas
	CLONAZEPAM - 500 æg (0.5 mg) - TABLET -	1622- 61-3	$C_{15}H_{10}N_3ClO_3$	18-50 horas
	DIAZEPAM - 10 mg - TABLET -	439-14- 5	$C_{16}H_{13}N_2ClO$	20-100 horas
VITAMINA	ESCOPOLAMINA N- BUTILBROMURO - 20 mg/mL - INYECT - 1 mL	138-12- 5	$C_{17}H_{21}NO_4$	2 horas
	FITOMENADIONA - 10 mg/mL - INYECT - 1 mL	84-80-0	$C_{31}H_{46}O_2$	-
	ACIDO FOLICO + FERROSO SULFATO (Equiv. de Hierro elemental) - 400 æg + 60 m	59-30-3	$C_{19}H_{19}N_7O_6$	6 dias
	ACIDO FOLICO - 500 æg (0.5 mg) - TABLET -	59-30-3	$C_{19}H_{19}N_7O_6$	6 dias
	FERROSO SULFATO - 75 mg (Equiv. 15 mg Fe)/5 mL - JARABE - 180 mL	7720- 78-7	-	-

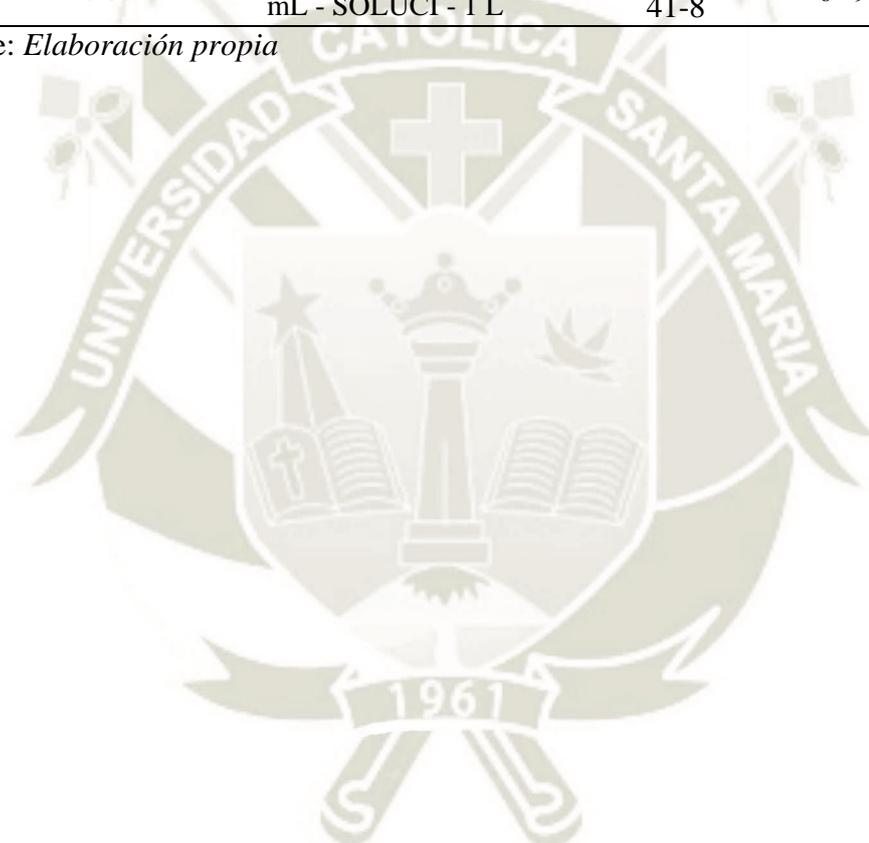
	VACUNA RECOMBINANTE TETRAVALENTE CONTRA VIRUS DEL PAPILOMA HUMANO TIPO 6, 1	-	-	-
	VACUNA ANTIVARICELA - 1350 UFP/0.5 mL - INYECT - 0.7 mL	-	-	-
	VACUNA CONTRA LA INFLUENZA ESTACIONARIA - ADULTO - - INYECT - 1 DOSIS (0.5	-	-	-
	VACUNA CONTRA EL SARAMPION Y LA RUBEOLA (SR) - - INYECT - 10 DOSIS	-	-	-
	VACUNA CONTRA LA DIFTERIA Y TETANOS (DT ADULTO) - - INYECT - 10 DOSIS	-	-	-
	VACUNA ANTIRRABICA HUMANA INACTIVADA (PREPARADO DE CULTIVO CELULAR WISTAR P	-	-	-
	VACUNA CONTRA EL ROTAVIRUS PLV (SUSPENSION ORAL) - - SUSPEN - 1 DOSIS	-	-	-
VACUNA	VACUNA ANTIAMARILICA - 1000 DIT/0.5 mL - INYECT - 10 DOSIS	-	-	-
	VACUNA CONTRA LA INFLUENZA PEDIATRICO (ANTIGENO TIPO A (H1N1 + H3N2) + ANTI	-	-	-
	TUBERCULINA - PPD - 5 UI/0.1 mL - INYECT - 1 mL	-	-	-
	VACUNA ANTIRRABICA DE USO VETERINARIO CULTIVO CELULAR - - INYECT - 10 DO	-	-	-
	VACUNA ANTINEUMOCOCICA CONJUGADA 13-VALENTE - - INYECT - 1 DOSIS	-	-	-
	VACUNA ANTIPAROTIDITIS, RUBEOLA Y SARAMPION - 700 DCI/0.5 mL - INYECT - 1 D	-	-	-
	VACUNA ANTIPOLIOMIELITICA - 80 Lf/0.5 mL - INYECT - 1 DOSIS	-	-	-
	VACUNA ANTIPOLIOMIELITICA BIVALENTE TIPO 1 Y 3 - - SUSPEN - 20 DOSIS	-	-	-
	VACUNA ANTITUBERCULOSA (BCG) -	-	-	-

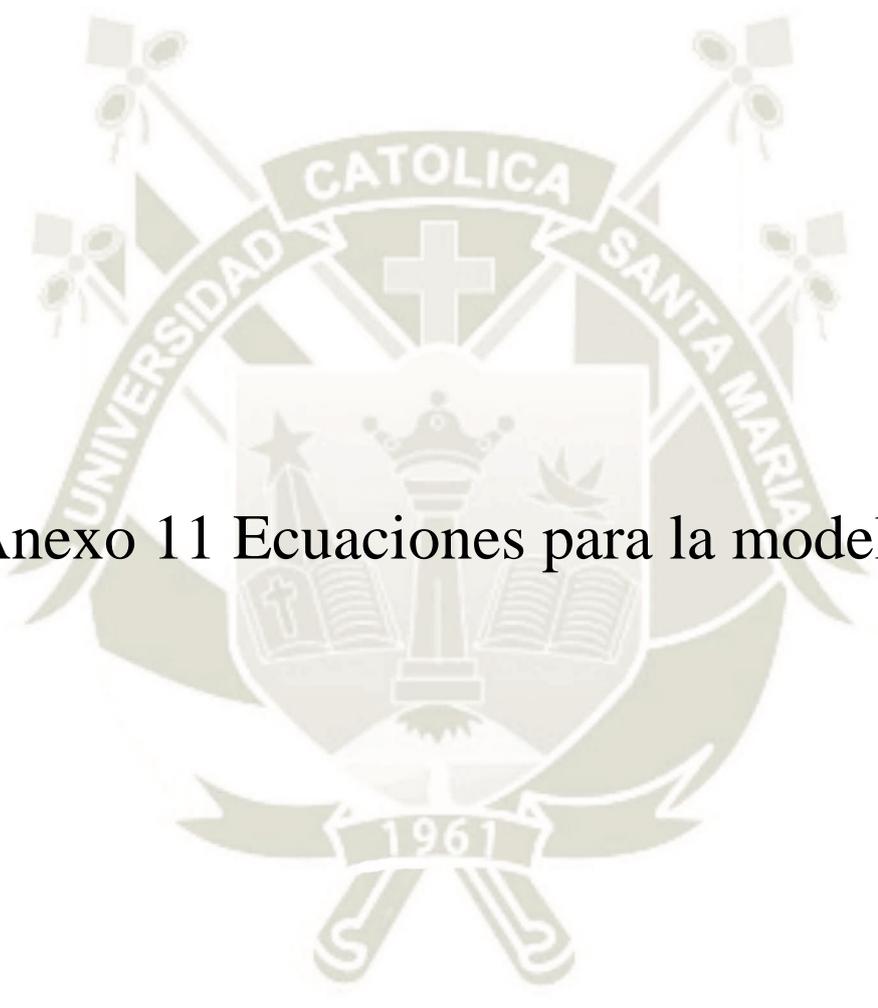
	3200000 U/0.1 mL - INYECT - 10 DOSIS			
	VACUNA CONTRA DIFTERIA, TETANOS Y TOS FERINA (DPT, TRIPLE) - - INYECT - 10	-	-	-
	VACUNA CONTRA EL SARAMPION Y LA RUBEOLA (SR) - - INYECT - 1 DOSIS	-	-	-
	VACUNA CONTRA LA HEPATITIS B (HVB) - 20 ug/mL - INYECT - 10 DOSIS	-	-	-
	VACUNA CONTRA LA HEPATITIS B PEDIATRICO - 10 ug/0.5 mL - INYECT - 1 DOSIS	-	-	-
	VACUNA DPT, HIB Y VHB (PENTAVALENTE) - - INYECT - 1 DOSIS	-	-	-
REHIDRATANTE	SALES DE REHIDRATACION ORAL - - POLVO - 20.5 g/L	-	-	-
	SOLUCION POLIELECTROLITICA - - SOLUCI - 1 L			
SOLUCIÓN HIDRO ELÉCTRICA	SODIO CLORURO - 900 mg/100 mL (0.9 %) - INYECT - 100 mL	7647- 14-5	CINa	-
	DEXTROSA - 333 mg/mL (33 %) - INYECT - 20 mL	50-99-7	C ₆ H ₁₂ O ₆	-
	DEXTROSA - 5 g/100 mL (5 %) - INYECT - 1 L	50-99-7	C ₆ H ₁₂ O ₆	-
	POLIGELINA - 3.5 g/100 mL (3.5 %) - INYECT - 500 mL			
	SODIO CLORURO - 900 mg/100 mL (0.9 %) - INYECT - 1 L	7647- 14-5	CINa	-
DISOLVENTE	DILUYENTE PARA VACUNA ANTIVARICELA 1350 UFP/0.5 mL INY 0.7 mL - - INYECT -			
	DILUYENTE PARA VACUNA CONTRA SARAMPION Y RUBEOLA (SR) - - INYECT - 10 DOSI			
	DILUYENTE PARA VACUNA ANTIAMARILICA (AMA) - - INYECT - 10 DOSIS			
ANTI DIARREICO	FURAZOLIDONA - 100 mg - TABLET -	67-45-8	C ₈ H ₇ N ₃ O ₅	-
ANTI PARASITARIOS	ALBENDAZOL - 100 mg/5 mL - SUSPEN - 20 mL	54965- 21-8	C ₁₂ H ₁₅ N ₃ O ₂ S	8.5 horas
	ALBENDAZOL - 200 mg - TABLET -	54965- 21-8	C ₁₂ H ₁₅ N ₃ O ₂ S	8.5 horas
	MEBENDAZOL - 100 mg/5 mL - SUSPEN - 30 mL	31431- 39-7	C ₁₆ H ₁₂ N ₃ O ₃	2.5-5-5 horas
ANTI MICOTICO	FLUCONAZOL - 150 mg - TABLET -	86386- 73-4	C ₁₃ H ₁₂ N ₆ F ₂ O	30 horas

	CLOTRIMAZOL - 1 g/100 g (1 %) - CREMA - 20 g	23593-75-1	$C_{22}H_{17}N_2Cl$	2 horas
	CLOTRIMAZOL - 500 mg - OVULO -	23593-75-1	$C_{22}H_{17}N_2Cl$	2 horas
DIURETICO	FUROSEMIDA - 40 mg - TABLET -	54-31-9	$C_{12}H_{11}ClN_2O_5S$	100 minutos
	HIDROCLOROTIAZIDA - 25 mg - TABLET -	58-93-5	$C_7H_8N_3ClO_4S_2$	5.6-14.8 horas
ANTI BACTERIANO	METRONIDAZOL - 250 mg/5 mL - SUSPEN - 120 mL	443-48-1	$C_6H_9N_3O_3$	6-7 horas
LAXANTE	LACTULOSA - 3.3 g/5 mL - SOLUCI - 240 mL	4618-18-2	$C_{12}H_{22}O_{11}$	1.7-2 horas
	LACTULOSA - 3.3 g/5 mL - SOLUCI - 180 mL	4618-18-2	$C_{12}H_{22}O_{11}$	1.7-2 horas
ANTIÉPILÉPTICO	VALPROATO SODICO - 250 mg/5 mL - JARABE - 120 mL	99-66-1	$C_8H_{16}O_2$	9-16 horas
	VALPROATO SODICO - 500 mg - TABLET -	99-66-1	$C_8H_{16}O_2$	9-16 horas
ANTI CONCEPTIVO HORMONAL	LEVONORGESTREL - 750 æg - TABLET -	17489-40-6	$C_{21}H_{28}O_2$	13-36 horas
	ETINILESTRADIOL + LEVONORGESTREL (BLISTER) - 30 æg + 150 æg - TABLET - 21 t	57-63-6	$C_{20}H_{24}O_2$	13-36 horas
	ETONOGESTREL (IMPLANTE) - 68 mg - UNIDAD -	54048-10-1	${}^{22}H_{28}O_2$	-
BRONCO DILATADOR	AMINOFILINA - 25 mg/mL - INYECT - 10 mL	317-34-0	$C_{16}H_{24}N_{10}O_4$	7-9 horas
ANTAGONISTA MUSCULAR	ATROPINA SULFATO - 1 mg/mL - INYECT - 1 mL	51-55-8	$C_{17}H_{23}NO_3$	2 horas
ANTIPARASITARIO	BENZOATO DE BENCILO - 25 g/100 mL (25 %) - LOCION - 120 mL	120-51-4	$C_{14}H_{12}O_2$	-
ELECTROLITO	CALCIO GLUCONATO - 100 mg/mL (Equiv. a 8.4 mg/mL de Calc - INYECT - 10 mL	299-28-5	$C_{12}H_{22}O_{14}$	-
	MAGNESIO SULFATO - 200 mg/mL - INYECT - 10 mL	10034-99-8	$MgSO_4 * 7 H_2O$	-
	POTASIO CLORURO - 20 g/100 mL (20 %) - INYECT - 10 mL	7447-40-7	KCl	-
	SODIO CLORURO - 20 g/100 mL (20 %) - INYECT - 20 mL	7647-14-5	ClNa	-
ANTI FÚNGICO	CLORHEXIDINA GLUCONATO - 4 g/100 mL (4 %) - SOLUCI - 1 L	55-56-1	$C_{22}H_{30}N_{10}Cl_2$	-
DIURÉTICO	FUROSEMIDA - 10 mg/mL - INYECT - 2 mL	54-31-9	$C_{12}H_{11}ClN_2O_5S$	mas de 100 minutos

ANTITUSÍGENO	DEXTROMETORFANO BROMHIDRATO - 15 mg/5 mL - JARABE - 120 mL	125-71- 3	$C_{18}H_{25}NO$	3-5 horas
SEDANTE	KETAMINA (COMO CLORHIDRATO) - 50 mg/mL - INYECT - 10 mL	6740- 88-1	$C_{13}H_{16}NClO$	2.5 -3 horas
	LIDOCAINA CLORHIDRATO SIN PRESERVANTES - 2 g/100 mL (2 %) - INYECT - 20 mL	137-58- 6	$C_{14}H_{22}N_2O$	1.5-2 horas
BENZODIA CEPINA	MIDAZOLAM - 5 mg - INYECT - 5 mL	59467- 70-8	$C_{18}H_{13}N_3ClF$	2.2-6.8 horas
ANTICOLINÉR GICO	ORFENADRINA CITRATO - 30 mg/mL - INYECT - 2 mL	83-98-7	$C_{18}H_{23}NO$	13-20 horas
ANTISÉPTICO	YODO POVIDONA - 10 g/100 mL - SOLUCI - 1 L	25655- 41-8	$C_6H_9I_2NO$	

Fuente: *Elaboración propia*





Anexo 11 Ecuaciones para la modelación

Tiempo de Vida media:

$$-\frac{\ln 0.5}{t_{1/2}}$$

Constante para el Coeficiente de Eddy:

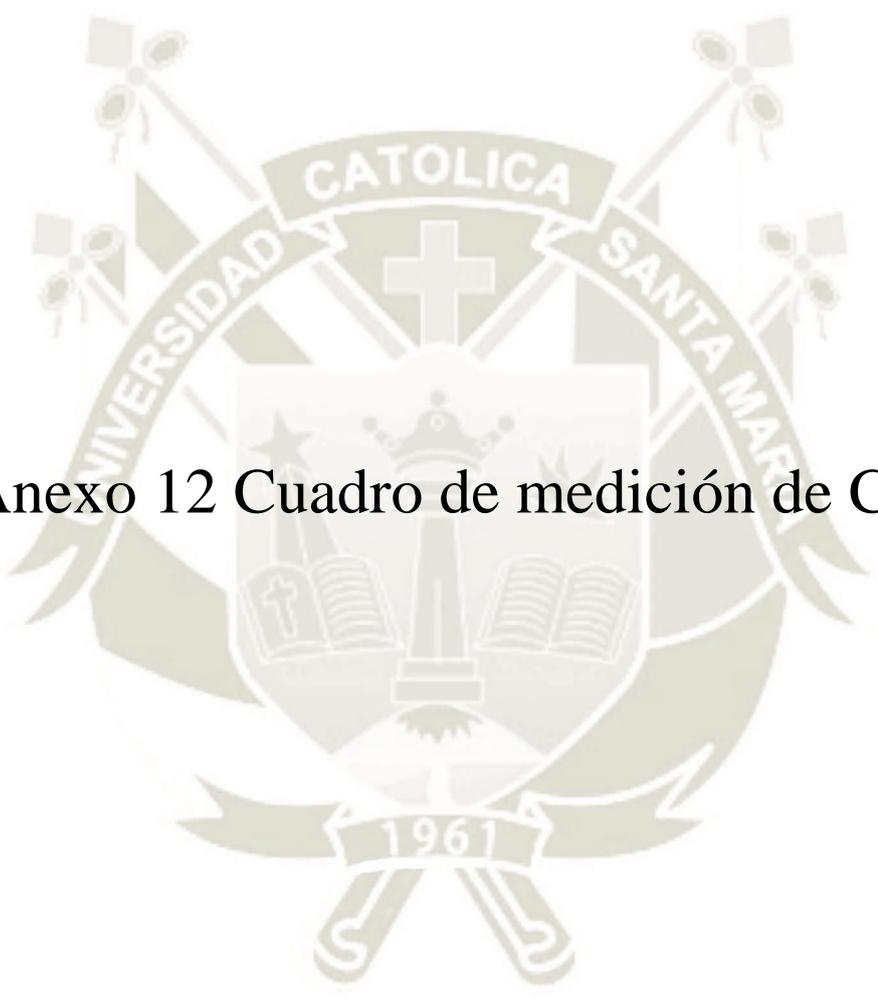
$$u = \sqrt{gds}$$

Coeficiente de Eddy:

$$E = 0.011 \frac{V^2 W^2}{du}$$

Concentración en función del tiempo

$$C(x, t) = \frac{M_0}{wd\sqrt{4\pi Et}} \text{EXP}\left(-\frac{(x - vt)^2}{4Et} - kt\right)$$

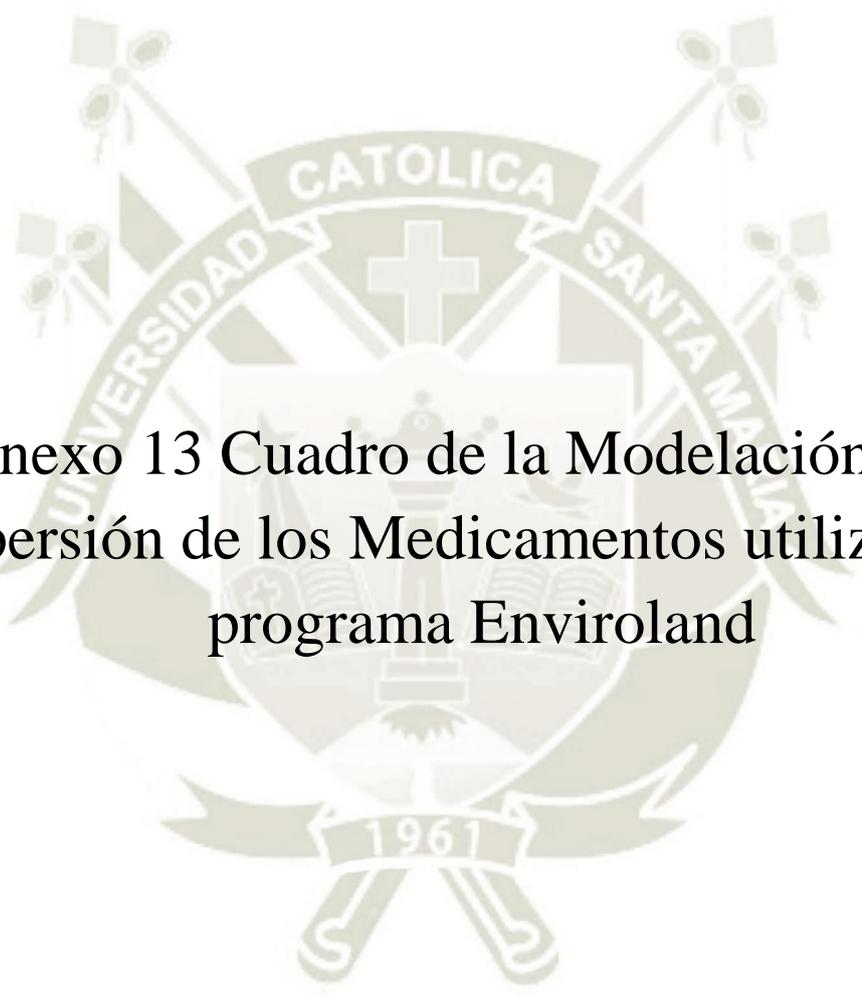


Anexo 12 Cuadro de medición de Caudal

Tabla 42 Medición del Caudal de los efluentes hospitalarios del Centro de Salud "Javier Llosa Garcia"

Velocidad m/seg	Ancho (m)	Profundidad (m)	Caudal m3/seg	Caudal promedio
0.0732	0.15	0.015	0.0001647	
0.0728	0.15	0.015	0.0001638	0.00038325
0.0730	0.15	0.015	0.00016425	
0.0739	0.15	0.015	0.00016628	
0.0732	0.15	0.015	0.0001647	0.0003855
0.0727	0.15	0.015	0.00016358	
0.0725	0.15	0.015	0.00016313	
0.0732	0.15	0.015	0.0001647	0.00038265
0.0731	0.15	0.015	0.00016448	
0.0729	0.15	0.015	0.00016403	
0.0736	0.15	0.015	0.0001656	0.00038438
0.0730	0.15	0.015	0.00016425	
0.0733	0.15	0.015	0.00016493	
0.0732	0.15	0.015	0.0001647	0.0003843
0.0729	0.15	0.015	0.00016403	
0.0728	0.15	0.015	0.0001638	
0.0730	0.15	0.015	0.00016425	0.00038295
0.0732	0.15	0.015	0.0001647	
0.0732	0.15	0.015	0.0001647	
0.0729	0.15	0.015	0.00016403	0.00038333
0.0728	0.15	0.015	0.0001638	
0.0730	0.15	0.015	0.00016425	
0.0732	0.15	0.015	0.0001647	0.00038393
0.0733	0.15	0.015	0.00016493	
0.0730	0.15	0.015	0.00016425	
0.0734	0.15	0.015	0.00016515	0.00038408
0.0729	0.15	0.015	0.00016403	

Fuente: *Elaboración propia*



Anexo 13 Cuadro de la Modelación de la
dispersión de los Medicamentos utilizando el
programa Enviroland

Tabla 43 Cuadro de Modelación de Dispersión de Medicamentos en el Agua en base al Programa Enviroland

Nombre	N°CAS	Velocidad m/seg	Velocidad ² (m/seg) ²	Caudal m ³ /seg	Ancho (m)	Ancho ² (m ²)	Profundidad (m)	Pendiente (m)	Tiempo de vida media (días)	Tiempo de vida (años)	K (años ⁻¹)	k(seg)	Gravedad(g)	U (m/s)	E divisor	E dividendo	E	Masa inicial	Distancia a evaluar	Tiempo	C(x,t)
PARACETA MOL - 500 mg -	103902	0,0732	0,00535824	0,000165	0,115	0,0225	0,005	0,0001		0,000294	23576,4347	0,000747604	9,834058	1,59883E-10	5,75109E-05	2,78005E-06	1,00000	1317,6	1	2,8913E+02	
EPINEFRIN A (COMO CLORHIDR	51434	0,0732	0,00535824	0,000165	0,115	0,0225	0,005	0,0001		4,3589E-06	11,6501427	3,69424E-07	9,834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	1,00000	263,52	17	2,9734E-291	
METAMIZO L.SODICO - 1 g -	68893	0,0732	0,00535824	0,000165	0,115	0,0225	0,005	0,0001	0,00138	3,78082E-06	11,792422	3,73935E-07	9,834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	1,00000	263,52	1	1,5182E-169	
PARACETA MOL - 100 mg/mL -	103902	0,0732	0,00535824	0,000165	0,115	0,0225	0,005	0,0001	0,01075	2,94521E-05	9,7395997	3,08841E-07	9,834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	1,00000	263,52	1	1,5182E-169	
IBUPROFEN O - 100 mg/5 mL -	15687271	0,0732	0,00535824	0,000165	0,115	0,0225	0,005	0,0001	1,875	0,005136986	4,57814151	1,45172E-07	9,834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	1,00000	263,52	1	1,5182E-169	
PARACETA MOL - 120 mg/5 mL -	103902	0,0732	0,00535824	0,000165	0,115	0,0225	0,005	0,0001	1,875	0,005136986	4,57814151	1,45172E-07	9,834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	1,00000	263,52	1	1,5182E-169	
CEFALEXIN A - 500 mg - TABLET -	15686712	0,0732	0,00535824	0,000165	0,115	0,0225	0,005	0,0001	0,01662	4,55342E-05	9,30389866	2,95025E-07	9,834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	1,00000	263,52	1	1,5182E-169	
AMOXICILI NA - 500 mg - TABLET -	26787780	0,0732	0,00535824	0,000165	0,115	0,0225	0,005	0,0001	0,009317	2,5526E-05	9,88266476	3,13377E-07	9,834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	1,00000	263,52	1	1,5182E-169	
CEFTRIAOXO NA SODICA (COMO SAL	15686712	0,0732	0,00535824	0,000165	0,115	0,0225	0,005	0,0001	0,01662	4,55342E-05	9,30389866	2,95025E-07	9,834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	1,00000	263,52	1	1,5182E-169	

CIPROFLOXACINO (COMO)	26787780	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,009317	2,5526E-05	9,88266476	3,13377E-07	9,834058	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
DICLOXACILINA (COMO SAL)	26787780	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,009317	2,5526E-05	9,88266476	3,13377E-07	9,834058	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
AMOXICILINA - 250 mg/5 mL -	73384595	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,0004261	1,1674E-06	12,9675867	4,11199E-07	9,834058	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
AMIKACINA (COMO SULFATO) -	85721331	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,02031	5,56438E-05	9,10339208	2,88667E-07	9,834058	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
DOXICICLINA - 100 mg - TABLET -	31116765	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,2731	0,000748219	6,50466742	2,06262E-07	9,834058	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
SULFAMETOXAZOL + TRIMETOPR	26787780	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,009317	2,5526E-05	9,88266476	3,13377E-07	9,834058	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
CLINDAMICINA (COMO FOSFATO) -	37517285	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,00008835	2,42055E-08	16,8435396	5,34105E-07	9,834058	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
AZITROMICINA - 200 mg/5 mL -	564250	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,00003633	9,95342E-08	15,4296169	4,8927E-07	9,834058	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
SULFAMETOXAZOL + TRIMETOPR	723466	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,0621	0,000170137	7,98575946	2,53227E-07	9,834058	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
DICLOXACILINA (COMO SAL)	18323449	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,00548	1,50137E-05	10,4134004	3,30207E-07	9,834058	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
FURAZOLIDONA - 50 mg/5 mL -	83905015	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,02263	0,000062	8,99522899	2,85237E-07	9,834058	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
BENZATINA BENCILPEN	723466	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,0621	0,000170137	7,98575946	2,53227E-07	9,834058	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169

AMOXICILINA + ACIDO CLAVULANICO	3116765	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,2731	0,000748219	6,50466742	2,06262E-07	9,834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	1000	263,52	1,5182E-169
AZITROMICINA - 500 mg - TABLET -	67458	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,005711	1,56466E-05	10,3721113	3,28897E-07	9,834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	1000	263,52	1,5182E-169
BENCILPENICILINA PROCAINICO	54353	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,02385	6,53425E-05	8,94272123	2,83572E-07	9,834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	1000	368,9	0,0000E+00
CEFALEXINA - 250 mg/5 mL -	26787780	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,009317	2,5526E-05	9,88266476	3,13377E-07	9,834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	1000	263,52	1,5182E-169
CIPROFLOXACINO (COMO)	83905015	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,02263	0,000062	8,99522899	2,85237E-07	9,834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	1000	263,52	1,5182E-169
CLORANFENICOL - 500 mg -	15686712	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,01662	4,55342E-05	9,30389866	2,95025E-07	9,834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	1000	263,52	1,5182E-169
ERITROMICINA - 250 mg/5 mL -	85721331	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,02031	5,56438E-05	9,10339208	2,88667E-07	9,834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	1000	263,52	1,5182E-169
ERITROMICINA - 500 mg - TABLET -	81103119	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,03978	0,000108986	8,43114118	2,6735E-07	9,834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	1000	263,52	1,5182E-169
GENTAMICINA (COMO SULFATO) -	56757	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,006063	1,6611E-05	10,3123007	3,27001E-07	9,834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	1000	263,52	1,5182E-169
DICLOFENACO SODICO - 25 mg/mL -	114078	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,0229	6,27397E-05	8,98336854	2,84861E-07	9,834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	1000	263,52	0,0000E+00
ACIDO ACETILSALICILICO -	1403663	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,1871	0,000512603	6,88286222	2,18254E-07	9,834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	1000	263,52	1,5182E-169
DEXAMETASONA FOSFATO	15307865	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0215	0,0015	0,0001	6,129	0,016791781	3,39371857	1,07614E-07	9,834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	1000	263,52	1,5182E-169

PREDNISON A - 20 mg - TABLET -	22204531	0,0732	0,00535824	0,000165	0,0215	0,0225	0,015	0,0001	1,74	0,004767123	4,65286506	1,47541E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
PREDNISON A - 5 mg - TABLET -	50782	0,0732	0,00535824	0,000165	0,0215	0,0225	0,015	0,0001	0,03083	8,44658E-05	8,68601721	2,75432E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
CLOBETAS OL PROPRIONAT	2392394	0,0732	0,00535824	0,000165	0,0215	0,0225	0,015	0,0001	0,02042	5,59452E-05	9,09799064	2,88495E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
BECLOMET ASONA DIPROPION	53032	0,0732	0,00535824	0,000165	0,0215	0,0225	0,015	0,0001	0,04878	0,000133644	8,22718506	2,60882E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
DEXAMETA SONA - 500 µg (0.5 mg) -	4419390	0,0732	0,00535824	0,000165	0,0215	0,0225	0,015	0,0001	0,1195	0,000327397	7,33118908	2,3247E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
LORATADI NA - 10 mg - TABLET -	53032	0,0732	0,00535824	0,000165	0,0215	0,0225	0,015	0,0001	0,04878	0,000133644	8,22718506	2,60882E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
ESCOPIA MINA N - BUTILBRO	378449	0,0732	0,00535824	0,000165	0,0215	0,0225	0,015	0,0001	0,1014	0,000277808	7,49543236	2,37679E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
METFORMI NA CLORHIDR	50022	0,0732	0,00535824	0,000165	0,0215	0,0225	0,015	0,0001	0,1014	0,000277808	7,49543236	2,37679E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
GLIBENCLA MIDA - 5 mg - TABLET -	79794755	0,0732	0,00535824	0,000165	0,0215	0,0225	0,015	0,0001	0,03617	9,90959E-05	8,52627541	2,70366E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
OMEPRAZO L - 20 mg - TABLET -	73590586	0,0732	0,00535824	0,000165	0,0215	0,0225	0,015	0,0001	0,01109	3,03836E-05	9,70846165	3,07853E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
RANITIDIN A (COMO CLORHIDR	657249	0,0732	0,00535824	0,000165	0,0215	0,0225	0,015	0,0001	0,006465	1,77123E-05	10,2481024	3,24965E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
RANITIDIN A (COMO CLORHIDR	10238218	0,0732	0,00535824	0,000165	0,0215	0,0225	0,015	0,0001	0,05503	0,000150767	8,10662696	2,57059E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169

BISMUTO SUBSALICI LATO -	73590586	0, 07 32	0,00 5358 24	0,0 001 65	0 , 1 5	0, 02 25	0, 0 1 5	0, 00 01	0,011 09	3,038 36E- 05	9,70 8461 65	3,078 53E- 07	9 , 8	0,003 8340 58	1,32 616 E- 06	5,751 09E- 05	0,023 0593 7	1 0 0 0	26 3, 52	1	1,518 2E- 169
OMEPRAZO L (COMO SAL	66357355	0, 07 32	0,00 5358 24	0,0 001 65	0 , 1 5	0, 02 25	0, 0 1 5	0, 00 01	0,014 3	3,917 81E- 05	9,45 4245 91	2,997 92E- 07	9 , 8	0,003 8340 58	1,32 616 E- 06	5,751 09E- 05	0,023 0593 7	1 0 0 0	26 3, 52	1	1,518 2E- 169
FERROSO SULFATO - 300 mg	66357355	0, 07 32	0,00 5358 24	0,0 001 65	0 , 1 5	0, 02 25	0, 0 1 5	0, 00 01	0,014 3	3,917 81E- 05	9,45 4245 91	2,997 92E- 07	9 , 8	0,003 8340 58	1,32 616 E- 06	5,751 09E- 05	0,023 0593 7	1 0 0 0	26 3, 52	1	1,518 2E- 169
HIERRO POLIMALT OSA - 50	14882189	0, 07 32	0,00 5358 24	0,0 001 65	0 , 1 5	0, 02 25	0, 0 1 5	0, 00 01	0,103 5	0,000 2835 62	7,47 4933 84	2,370 29E- 07	9 , 8	0,003 8340 58	1,32 616 E- 06	5,751 09E- 05	0,023 0593 7	1 0 0 0	26 3, 52	1	1,518 2E- 169
CAPTOPRIL - 25 mg - TABLET -	62571862	0, 07 32	0,00 5358 24	0,0 001 65	0 , 1 5	0, 02 25	0, 0 1 5	0, 00 01	0,014 95	4,095 89E- 05	9,40 9794 15	2,983 83E- 07	9 , 8	0,003 8340 58	1,32 616 E- 06	5,751 09E- 05	0,023 0593 7	1 0 0 0	26 3, 52	1	1,518 2E- 169
ENALAPRIL MALEATO - 20 mg -	76095164	0, 07 32	0,00 5358 24	0,0 001 65	0 , 1 5	0, 02 25	0, 0 1 5	0, 00 01	0,003 576	9,797 26E- 06	10,8 4026 06	3,437 42E- 07	9 , 8	0,003 8340 58	1,32 616 E- 06	5,751 09E- 05	0,023 0593 7	1 0 0 0	26 3, 52	1	1,518 2E- 169
ENALAPRIL MALEATO - 10 mg -	76095164	0, 07 32	0,00 5358 24	0,0 001 65	0 , 1 5	0, 02 25	0, 0 1 5	0, 00 01	0,003 576	9,797 26E- 06	10,8 4026 06	3,437 42E- 07	9 , 8	0,003 8340 58	1,32 616 E- 06	5,751 09E- 05	0,023 0593 7	1 0 0 0	26 3, 52	1	1,518 2E- 169
CLORFENA MINA MALEATO -	132229	0, 07 32	0,00 5358 24	0,0 001 65	0 , 1 5	0, 02 25	0, 0 1 5	0, 00 01	0,279 8	0,000 7665 75	6,48 0430 39	2,054 93E- 07	9 , 8	0,003 8340 58	1,32 616 E- 06	5,751 09E- 05	0,023 0593 7	1 0 0 0	26 3, 52	1	1,518 2E- 169
CLORFENA MINA MALEATO -	132229	0, 07 32	0,00 5358 24	0,0 001 65	0 , 1 5	0, 02 25	0, 0 1 5	0, 00 01	0,279 8	0,000 7665 75	6,48 0430 39	2,054 93E- 07	9 , 8	0,003 8340 58	1,32 616 E- 06	5,751 09E- 05	0,023 0593 7	1 0 0 0	26 3, 52	1	1,518 2E- 169
CLORFENA MINA MALEATO -	132229	0, 07 32	0,00 5358 24	0,0 001 65	0 , 1 5	0, 02 25	0, 0 1 5	0, 00 01	0,279 8	0,000 7665 75	6,48 0430 39	2,054 93E- 07	9 , 8	0,003 8340 58	1,32 616 E- 06	5,751 09E- 05	0,023 0593 7	1 0 0 0	26 3, 52	1	1,518 2E- 169
ATORVAST ATINA (COMO SAL	134523005	0, 07 32	0,00 5358 24	0,0 001 65	0 , 1 5	0, 02 25	0, 0 1 5	0, 00 01	0,354 3	0,000 9706 85	6,24 4361 44	1,980 07E- 07	9 , 8	0,003 8340 58	1,32 616 E- 06	5,751 09E- 05	0,023 0593 7	1 0 0 0	26 3, 52	1	1,518 2E- 169
ATORVAST ATINA (COMO SAL	134523005	0, 07 32	0,00 5358 24	0,0 001 65	0 , 1 5	0, 02 25	0, 0 1 5	0, 00 01	0,354 3	0,000 9706 85	6,24 4361 44	1,980 07E- 07	9 , 8	0,003 8340 58	1,32 616 E- 06	5,751 09E- 05	0,023 0593 7	1 0 0 0	26 3, 52	1	1,518 2E- 169

DIMENHID RINATO - 50 mg -	523875	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,01139	3,12055E-05	9,68176967	3,07007E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
METOCLOP RAMIDA CLORHIDR	364625	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,01196	3,27671E-05	9,6329377	3,05458E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
ACICLOVIR - 200 mg - TABLET -	59277893	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,005159	1,41342E-05	10,4737627	3,32121E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
MEDROXIP ROGESTER ONA	520854	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0215	0,0015	0,0001	1,1645	0,003189041	5,05488782	1,60289E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
ESTRADIOL + MEDROXIP	50282	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,08345	0,00022863	7,6902578	2,43856E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
OXITOCINA - 10 UI - INYECT - 1	50566	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0215	0,0015	0,0001	8,74E-12	2,39452E-14	30,6698611	9,72535E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
EPINEFRIN A (COMO CLORHIDR	51434	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,001591	4,3589E-06	11,6501427	3,69424E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
ERGOMETR INA MALEATO -	60797	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,01005	2,75342E-05	9,80693282	3,10976E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
ALPRAZOL AM - 500 eg (0.5 mg) -	28981977	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,8959	0,002454521	5,31667665	1,68591E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
DIAZEPAM - 5 mg/mL - INYECT - 2	439145	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,7823	0,002143288	5,45226715	1,7289E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
CLONAZEP AM - 2 mg - TABLET -	1622613	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,05726	0,000156877	8,06690315	2,558E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
CLONAZEP AM - 500 eg (0.5 mg) -	1622613	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,05726	0,000156877	8,06690315	2,558E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169

DIAZEPAM - 10 mg - TABLET -	439145	0,0732	0,00535824	0,000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,7823	0,002143288	5,45226715	1,7289E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
ESCOPOLA MINA N- BUTILBRO	149644	0,0732	0,00535824	0,000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,002193	6,00822E-06	11,329235	3,59248E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
FITOMENA DIONA - 10 mg/mL -	84800	0,0732	0,00535824	0,000165	0,0215	0,0015	0,0001	828,1	2,268767123	-1,51238375	-4,7957E-08	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
ACIDO FOLICO + FERROSO	59303	0,0732	0,00535824	0,000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,0003551	9,72877E-07	13,1498613	4,16979E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
ACIDO FOLICO - 500 ug (0.5	59303	0,0732	0,00535824	0,000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,0003551	9,72877E-07	13,1498613	4,16979E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
FERROSO SULFATO - 75 mg	7720787	0,0732	0,00535824	0,000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,009107	2,49507E-05	9,9054621	3,141E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
SODIO CLORURO - 900 mg/100	7647145	0,0732	0,00535824	0,000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,03012	8,25205E-05	8,70931605	2,76171E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
DEXTROSA - 333 mg/mL (33 %)	50997	0,0732	0,00535824	0,000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,0005772	1,58137E-06	12,6640719	4,01575E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
DEXTROSA - 5 g/100 mL (5 %)	50997	0,0732	0,00535824	0,000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,0005772	1,58137E-06	12,6640719	4,01575E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
SODIO CLORURO - 900 mg/100	7647145	0,0732	0,00535824	0,000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,03012	8,25205E-05	8,70931605	2,76171E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
FURAZOLID ONA - 100 mg -	67458	0,0732	0,00535824	0,000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,005711	1,56466E-05	10,3721113	3,28897E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
ALBENDAZ OL - 100 mg/5 mL -	54965218	0,0732	0,00535824	0,000165	0,0215	0,0015	0,0001	0,05121	0,000140301	8,17857063	2,59341E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169

ALBENDAZ OL - 200 mg - TABLET -	54965218	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0000215	0,000015	0,00001	0,05121	0,000140301	8,17857063	2,59341E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	1000	263,52	1	1,5182E-169
MEBENDAZ OL - 100 mg/5 mL -	31431397	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0000215	0,000015	0,00001	0,02433	6,66575E-05	8,9227953	2,8294E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	1000	263,52	1	1,5182E-169
FLUCONAZ OL - 150 mg - TABLET -	86386734	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0000215	0,000015	0,00001	1,64	0,004493151	4,71205393	1,49418E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	1000	263,52	1	1,5182E-169
CLOTRIMA ZOL - 1 g/100 g (1 %)	23593751	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0000215	0,000015	0,00001	41,85	0,114657534	1,47265838	4,66977E-08	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	1000	263,52	1	1,5182E-169
CLOTRIMA ZOL - 500 mg - OVULO	23593751	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0000215	0,000015	0,00001	41,85	0,114657534	1,47265838	4,66977E-08	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	1000	263,52	1	1,5182E-169
FUROSEMI DA - 40 mg - TABLET -	54319	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0000215	0,000015	0,00001	0,003453	9,46027E-06	10,875262	3,44852E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	1000	263,52	1	1,5182E-169
HIDROCLO ROTHIAZIDA - 25 mg -	58935	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0000215	0,000015	0,00001	0,02922	8,00548E-05	8,73965205	2,77133E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	1000	263,52	1	1,5182E-169
METRONID AZOL - 250 mg/5 mL -	443481	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0000215	0,000015	0,00001	0,02189	5,99726E-05	9,02847554	2,86291E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	1000	263,52	1	1,5182E-169
LACTULOS A - 3.3 g/5 mL -	4618182	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0000215	0,000015	0,00001	0,000009867	2,70329E-08	16,7330649	5,30602E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	1000	263,52	1	1,5182E-169
LACTULOS A - 3.3 g/5 mL -	4618182	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0000215	0,000015	0,00001	0,000009867	2,70329E-08	16,7330649	5,30602E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	1000	263,52	1	1,5182E-169
VALPROAT O SODICO - 250 mg/5 mL	99661	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0000215	0,000015	0,00001	0,518	0,001419178	5,86453021	1,85963E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	1000	263,52	1	1,5182E-169
VALPROAT O SODICO - 500 mg -	99661	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0000215	0,000015	0,00001	0,518	0,001419178	5,86453021	1,85963E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	1000	263,52	1	1,5182E-169

LEVONORG ESTREL - 750 mg -	797637	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0000115	0,0000125	0,0000115	0,0000101	1,013	0,002775342	5,19383395	1,64695E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
ETINILESTR ADIOL + LEVONORG	57636	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0000115	0,0000125	0,0000115	0,0000101	0,03205	8,78082E-05	8,64720827	2,74201E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
ETONOGES TREL (IMPLANTE)	54048101	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0000115	0,0000125	0,0000115	0,0000101	0,9505	0,00260411	5,25751729	1,66715E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
ATROPINA SULFATO - 1 mg/mL -	51558	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0000115	0,0000125	0,0000115	0,0000101	0,01082	2,96438E-05	9,73310918	3,08635E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
BENZOATO DE BENCILLO -	120514	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0000115	0,0000125	0,0000115	0,0000101	0,04402	0,000120603	8,32986138	2,64138E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
CALCIO GLUCONAT O - 100	299285	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0000115	0,0000125	0,0000115	0,0000101	8,986E-08	2,46192E-10	21,4317631	6,79597E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
MAGNESIO SULFATO - 200 mg/mL -	7487889	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0000115	0,0000125	0,0000115	0,0000101	0,01264	3,46301E-05	9,57763906	3,03705E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
POTASIO CLORURO - 20 g/100 mL	7447407	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0000115	0,0000125	0,0000115	0,0000101	0,02739	7,50411E-05	8,80432747	2,79183E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
SODIO CLORURO - 20 g/100 mL	7647145	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0000115	0,0000125	0,0000115	0,0000101	0,03012	8,25205E-05	8,70931605	2,76171E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
CLORHEXI DINA GLUCONAT	55561	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0000115	0,0000125	0,0000115	0,0000101	0,06163	0,000168849	7,99335669	2,53468E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
FUROSEMI DA - 10 mg/mL -	54319	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0000115	0,0000125	0,0000115	0,0000101	0,03453	9,46027E-05	8,57267694	2,71838E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
DEXTROME TORFANO BROMHIDR	125713	0,0732	0,00535824	0,0000165	0,0000115	0,0000125	0,0000115	0,0000101	0,1609	0,000440822	7,0337224	2,23038E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169

KETAMINA (COMO CLORHIDR	6740881	0,0732	0,00535824	0,000165	0,0215	0,015	0,0001	1,251	0,003427397	4,98280694	1,58004E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
LIDOCAINA CLORHIDR ATO SIN	137586	0,0732	0,00535824	0,000165	0,0215	0,015	0,0001	0,02237	6,12877E-05	9,00678468	2,85603E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
MIDAZOLA M - 5 mg - INYECT - 5	59467708	0,0732	0,00535824	0,000165	0,0215	0,015	0,0001	13,8	0,037808219	2,58208158	8,18773E-08	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
ORFENADR INA CITRATO -	83987	0,0732	0,00535824	0,000165	0,0215	0,015	0,0001	0,1689	0,00046274	6,98519863	2,21499E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169
YODO POVIDONA - 10 g/100	7553562	0,0732	0,00535824	0,000165	0,0215	0,015	0,0001	0,03779	0,000103534	8,48246093	2,68977E-07	9,8	0,003834058	1,32616E-06	5,75109E-05	0,02305937	10000	263,52	1	1,5182E-169

Fuente: *Elaboración propia*





Anexo 14 Cuadros de Resultados de análisis
de laboratorio del Proceso Foto Fenton a
diferentes concentraciones

Tabla 44: Pruebas 1, 2, 3 Proporción 5 mL de Peróxido de Hidrógeno

	Parámetros	Concentración inicial	Concentración a los 30 min	Concentración a los 60 min	H ₂ O ₂	FeSO ₄ .7H ₂ O
Prueba 1	mVpH	-19,6	268,7	239,2	5 ml	1g
	pH	7,53	2,5	2,6		
	mVORP	-204,1	590,8	601,07		
	% OD	32,8	391,1	86,7		
	ppmOD	2,3	23,65	6		
	u _s /cm	22	11	6		
	ppm tds	12	5	3		
	PSU	0,01	0	0		
	FNU	-	456	1,7		
	°C	19,17	23,09	19,49		
	PSI	11,166	11,161	11,147		
Prueba 2	mVpH	-19,6	260,5	253,9	5 ml	1g
	pH	7,53	2,2	2,71		
	mVORP	-204,1	592,3	629,9		
	% OD	32,8	389,5	98,5		
	ppmOD	2,3	23,67	6,8		
	u _s /cm	22	11	8		
	ppm tsd	12	5	4		
	PSU	0,01	0	0		
	FNU	-	456	4,4		
	°C	19,17	23,09	19,61		
	PSI	11,166	11,161	11,061		
Prueba 3	mVpH	-19,6	258,7	249,8	5 ml	1g
	pH	7,53	2,4	2,58		
	mVORP	-204,1	583,9	629,4		
	% OD	32,8	387,9	97,6		
	ppmOD	2,3	24,21	7,2		
	u _s /cm	22	11	8		
	ppm tsd	12	5	4		
	PSU	0,01	0	0		
	FNU	-	456	4,4		
	°C	19,17	23,09	19,61		
	PSI	11,166	11,161	11,061		

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 45: Pruebas 4, 5, 6 Proporción 3 mL de Peróxido de Hidrógeno

	Parámetros	Concentración inicial	Concentración a los 30 min	Concentración a los 60 min	H ₂ O ₂	FeSO ₄ .7H ₂ O
Prueba 4	mVpH	-19,6	268,1	165	3 ml	1g
	pH	7,53	2,46	3,28		
	mVORP	-204,1	628	1104,5		
	% OD	32,8	369,5	139,1		
	ppmOD	2,3	24,75	10,68		
	u _s /cm	22	19	110		
	ppm tds	12	10	55		
	PSU	0,01	0,01	0,05		
	FNU	-	105	<1000		
	°C	19,17	20,51	19,95		
	PSI	11,166	11,118	11,108		
Prueba 5	mVpH	-19,6	269,8	165	3 ml	1g
	pH	7,53	2,7	3,2		
	mVORP	-204,1	637	1008,8		
	% OD	32,8	375,6	135,7		
	ppmOD	2,3	24,89	11,3		
	u _s /cm	22	19	112		
	ppm tsd	12	10	53		
	PSU	0,01	0,01	0,05		
	FNU	-	105	<1000		
	°C	19,17	20,51	19,95		
	PSI	11,166	11,118	11,108		
Prueba 6	mVpH	-19,6	271,3	168	3 ml	1g
	pH	7,53	2,65	3,24		
	mVORP	-204,1	634	1110,2		
	% OD	32,8	374,6	134,3		
	ppmOD	2,3	24,65	10,87		
	u _s /cm	22	19	110		
	ppm tsd	12	10	55		
	PSU	0,01	0,01	0,05		
	FNU	-	105	<1000		
	°C	19,17	20,51	19,95		
	PSI	11,166	11,118	11,108		

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 46: Pruebas 7,8, 9 Proporción 7 mL de Peróxido de Hidrógeno

	Parámetros	Concentración inicial	Concentración a los 30 min	Concentración a los 60 min	H ₂ O ₂	FeSO ₄ .7H ₂ O
Prueba 7	mVpH	-19,6	273,1	212,8	7 ml	1g
	pH	7,53	2,4	3,43		
	mVORP	-204,1	623,8	1135,4		
	% OD	32,8	500	141,2		
	ppmOD	2,3	38,33	9,29		
	uS/cm	22	16	65		
	ppm tds	12	8	32		
	PSU	0,01	0,01	0,03		
	FNU	-	92,8	<1000		
	°C	19,17	22,5	19,95		
	PSI	11,166	11,112	11,103		
Prueba 8	mVpH	-19,6	269,8	213,7	7 ml	1g
	pH	7,53	2,2	3,23		
	mVORP	-204,1	621,9	1137,2		
	% OD	32,8	506	142,7		
	ppmOD	2,3	38,33	9,18		
	uS/cm	22	15	65		
	ppm tsd	12	8	32		
	PSU	0,01	0,01	0,03		
	FNU	-	92,8	<1000		
	°C	19,17	22,5	19,95		
	PSI	11,166	11,112	11,103		
Prueba 9	mVpH	-19,6	267,98	215,8	7 ml	1g
	pH	7,53	2,1	3,1		
	mVORP	-204,1	620,87	1129,4		
	% OD	32,8	500	138,4		
	ppmOD	2,3	37,33	8,98		
	uS/cm	22	15	62		
	ppm tsd	12	8	30		
	PSU	0,01	0,01	0,03		
	FNU	-	92,8	<1000		
	°C	19,17	22,5	19,95		
	PSI	11,166	11,112	11,103		

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 47: Pruebas 10, 11, 12 Proporción 0.5 gramos de Sulfato de Hierro (II) $7.H_2O$

	Parámetros	Concentración inicial	Concentración a los 30 min	Concentración a los 60 min	H_2O_2	$FeSO_4.7H_2O$
Prueba 10	mVpH	-114,4	261,7	257,4	3 ml	0.5 g
	pH	9,25	2,24	2,23		
	mVORP	150	572,7	573,8		
	% OD	70,1	500	500		
	ppmOD	4,97	43,7	39,38		
	u _s /cm	825	1780	21,55		
	ppm tds	16	4	4		
	PSU	0,41	0,84	1,1		
	FNU	>1000	200	467		
	°C	17,4	24	20,78		
	PSI	11,037	11,04	11,041		
Prueba 11	mVpH	-114,4	262,2	256,7	3 ml	0.5 g
	pH	9,25	2,24	2,45		
	mVORP	150	572,7	570,83		
	% OD	70,1	500	500		
	ppmOD	4,97	42,7	39,38		
	u _s /cm	825	1779	22,12		
	ppm tsd	16	4	4		
	PSU	0,41	0,84	1,1		
	FNU	>1000	200	430		
	°C	17,4	24	20,78		
	PSI	11,037	11,04	11,041		
Prueba 12	mVpH	-114,4	260,5	258,72	3 ml	0.5 g
	pH	9,25	2,32	2,5		
	mVORP	150	570,89	571,23		
	% OD	70,1	500	500		
	ppmOD	4,97	43,34	38,76		
	u _s /cm	825	1778	21,96		
	ppm tsd	16	4	4		
	PSU	0,41	0,84	1,1		
	FNU	>1000	200	430		
	°C	17,4	24	20,78		
	PSI	11,037	11,04	11,041		

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 48: Pruebas 13, 14,15 Proporción 1 gramos de Sulfato de Hierro (II) 7.H₂O

	Parámetros	Concentración inicial	Concentración a los 30 min	Concentración a los 60 min	H ₂ O ₂	FeSO ₄ .7H ₂ O
Prueba 13	mVpH	-114,4	268,1	165	3 ml	1g
	pH	9,25	2,46	4,28		
	mVORP	150	628	1104,5		
	% OD	70,1	369,5	156,2		
	ppmOD	4,97	24,75	10,68		
	u _s /cm	825	19	110		
	ppm tds	16	10	55		
	PSU	0,41	0,01	0,05		
	FNU	>1000	105	<1000		
	°C	17,4	20,51	19,95		
	PSI	11,037	11,118	11,108		
Prueba 14	mVpH	-114,4	267,2	162	3 ml	1g
	pH	9,25	2,46	4,13		
	mVORP	150	628	1106,3		
	% OD	70,1	369,5	148,9		
	ppmOD	4,97	24,75	10,55		
	u _s /cm	825	19	108		
	ppm tsd	16	10	53		
	PSU	0,41	0,01	0,05		
	FNU	>1000	105	>1000		
	°C	17,4	20,51	19,95		
	PSI	11,037	11,118	11,108		
Prueba 15	mVpH	-114,4	265,73	164	3 ml	1g
	pH	9,25	2,67	4,45		
	mVORP	150	630	1110,3		
	% OD	70,1	368,5	150,4		
	ppmOD	4,97	23,99	11,12		
	u _s /cm	825	18	106		
	ppm tsd	16	10	51		
	PSU	0,41	0,01	0,05		
	FNU	>1000	105	>1000		
	°C	17,4	20,51	19,95		
	PSI	11,037	11,118	11,108		

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 49: Pruebas 16, 17, 18 Proporción 2 gramos de Sulfato de Hierro (II) $7.H_2O$

	Parámetros	Concentración inicial	Concentración a los 30 min	Concentración a los 60 min	H_2O_2	$FeSO_4.7H_2O$
Prueba 16	mVpH	-114,4	261,6	261,8	3 ml	2g
	pH	9,25	2,16	2,2		
	mVORP	150	574	580,3		
	% OD	70,1	500	489,8		
	ppmOD	4,97	50	31,38		
	u \varnothing /cm	825	2450	2280		
	ppm tds	16	15	4,8		
	PSU	0,41	1,26	1,17		
	FNU	>1000	588	585		
	°C	17,4	24,57	21,07		
	PSI	11,037	11,05	11,062		
Prueba 17	mVpH	-114,4	260,5	263,2	3 ml	2g
	pH	9,25	2,2	2,5		
	mVORP	150	569	580,3		
	% OD	70,1	500	485,9		
	ppmOD	4,97	49,8	32,1		
	u \varnothing /cm	825	2450	2280		
	ppm tsd	16	15	4,8		
	PSU	0,41	1,26	1,17		
	FNU	>1000	588	585		
	°C	17,4	24,57	21,07		
	PSI	11,037	11,05	11,062		
Prueba 18	mVpH	-114,4	257,4	262,89	3 ml	2g
	pH	9,25	2,32	2,4		
	mVORP	150	572	580		
	% OD	70,1	500	484,5		
	ppmOD	4,97	48,98	31,3		
	u \varnothing /cm	825	2447	2275,34		
	ppm tsd	16	15	4,8		
	PSU	0,41	1,26	1,17		
	FNU	>1000	588	585		
	°C	17,4	24,57	21,07		
	PSI	11,037	11,05	11,062		

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 50: Prueba 19 Proporción 10 mililitros de Hipoclorito de Sodio

	Parámetros	Concentración inicial	Concentración a los 30 min	Concentración a los 60 min	H ₂ O ₂	FeSO ₄ .7H ₂ O	Hipoclorito de Sodio
Prueba 19	pH	8,54	3,46	4,72	3 ml	1 g	10 ml
	pH	8,54	3,28	4,39	3 ml	1 g	10 ml
	pH	8,54	3,36	4,44	3 ml	1 g	10 ml

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 51: Prueba 20 Proporción 18 mililitros de Hipoclorito de Sodio

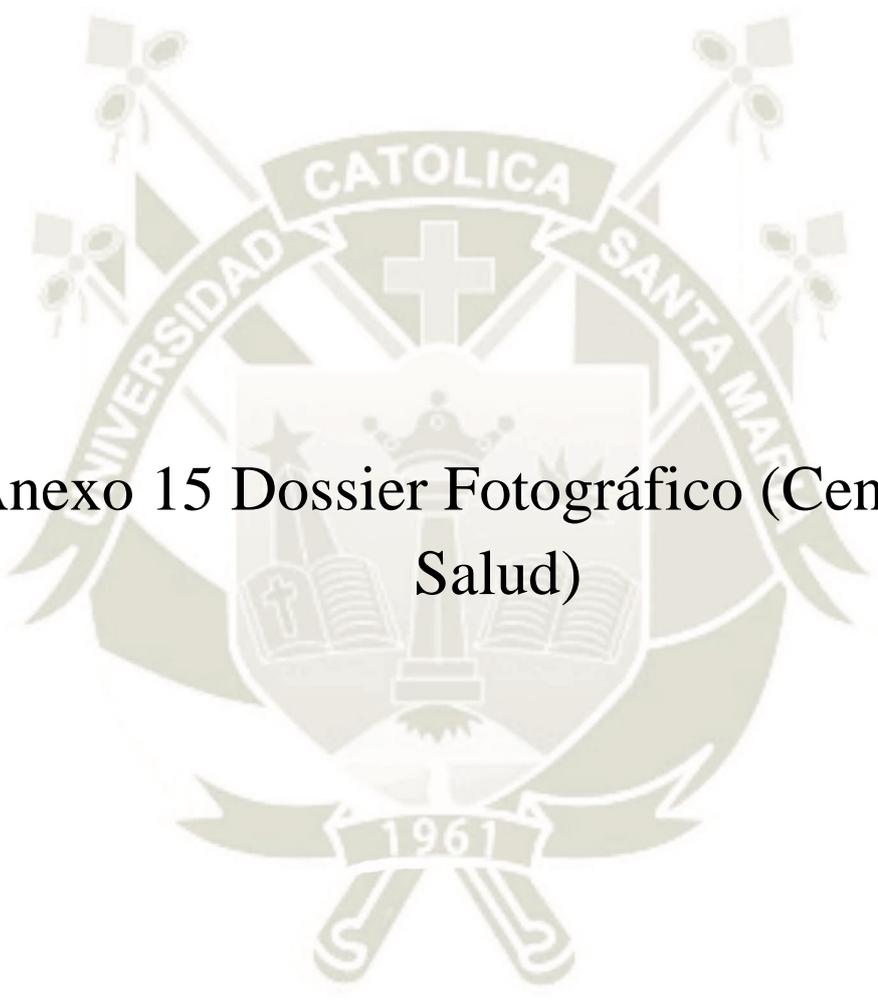
	Parámetros	Concentración inicial	Concentración a los 30 min	Concentración a los 60 min	H ₂ O ₂	FeSO ₄ .7H ₂ O	Hipoclorito de Sodio
Prueba 20	pH	8,54	3,46	6,89	3 ml	1 g	15 ml
	pH	8,54	3,28	6,03	3 ml	1 g	15 ml
	pH	8,54	3,36	6,12	3 ml	1 g	15 ml

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 52: Prueba 21 Proporción 20 mililitros de Hipoclorito de Sodio

	Parámetros	Concentración inicial	Concentración a los 30 min	Concentración a los 60 min	H ₂ O ₂	FeSO ₄ .7H ₂ O	Hipoclorito de Sodio
Prueba 21	pH	8,54	3,46	8,72	3 ml	1 g	20 ml
	pH	8,54	3,28	8,24	3 ml	1 g	20 ml
	pH	8,54	3,36	8,51	3 ml	1 g	20 ml

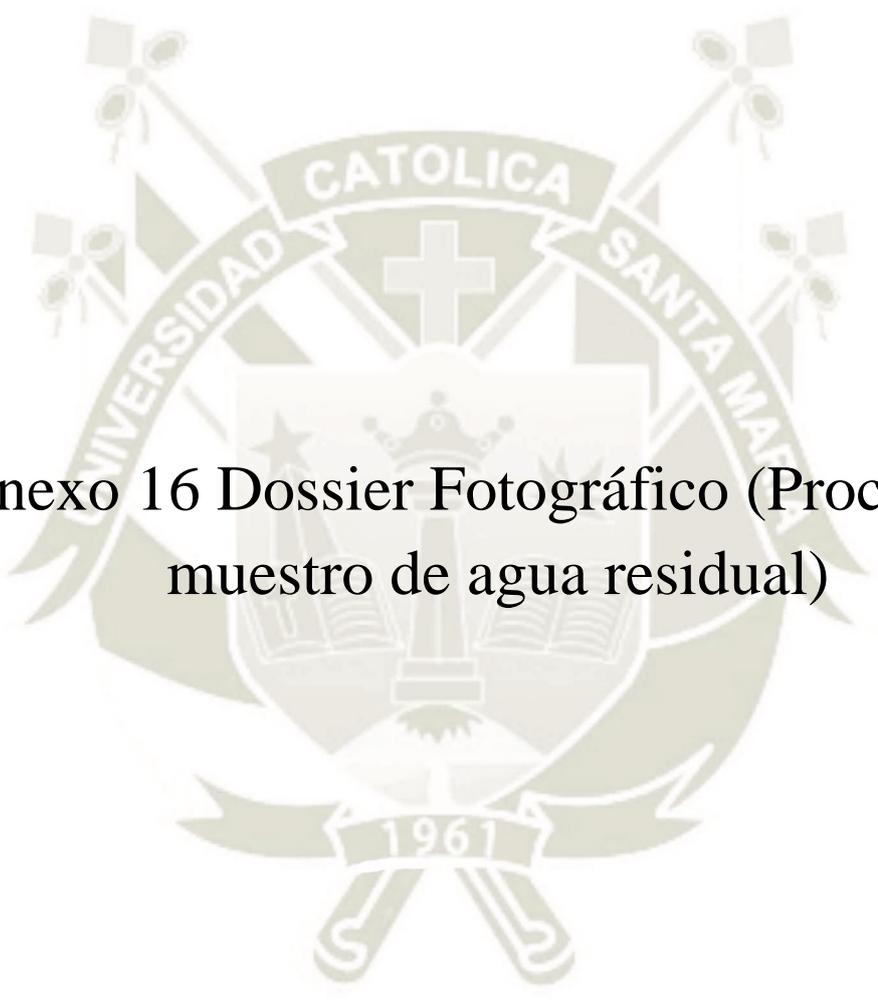
Fuente: *Elaboración propia*



Anexo 15 Dossier Fotográfico (Centro de Salud)



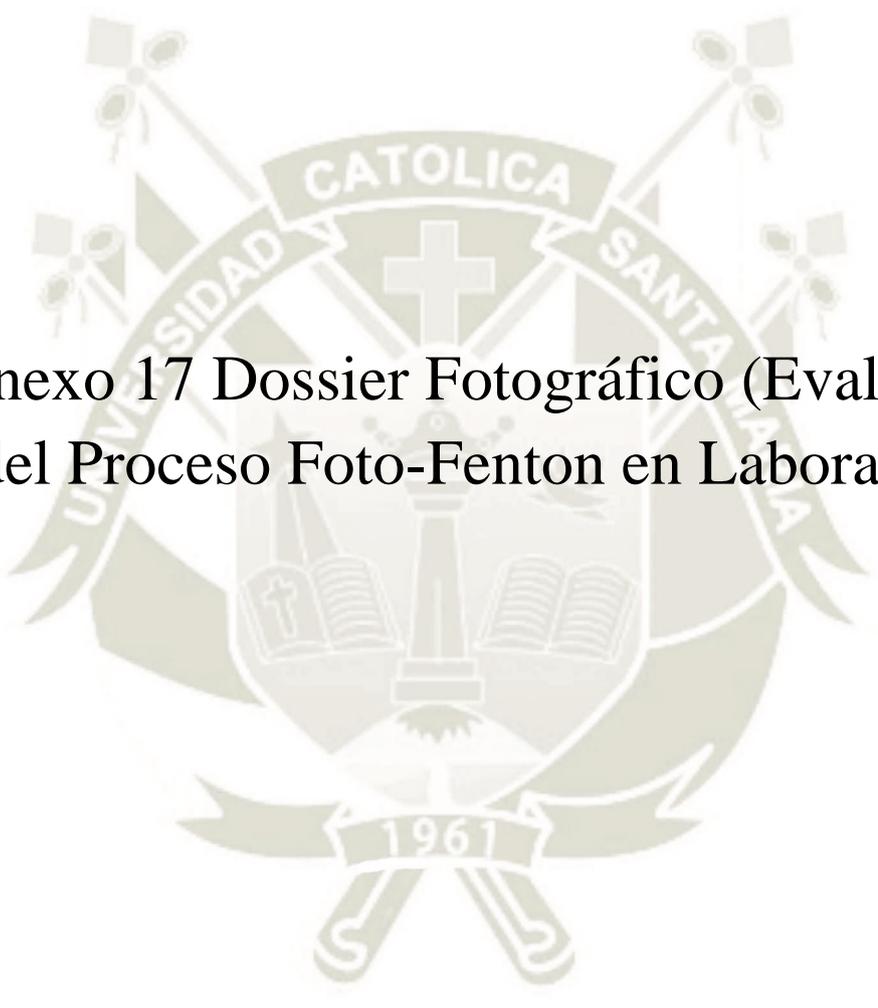
Figura 24 Fotografías del Centro de Salud, su distribución espacial



Anexo 16 Dossier Fotográfico (Proceso de muestro de agua residual)



Figura 25 Fotografías de la Toma de muestra del Agua Residual Hospitalaria en el punto de muestreo.



Anexo 17 Dossier Fotográfico (Evaluación del Proceso Foto-Fenton en Laboratorio)

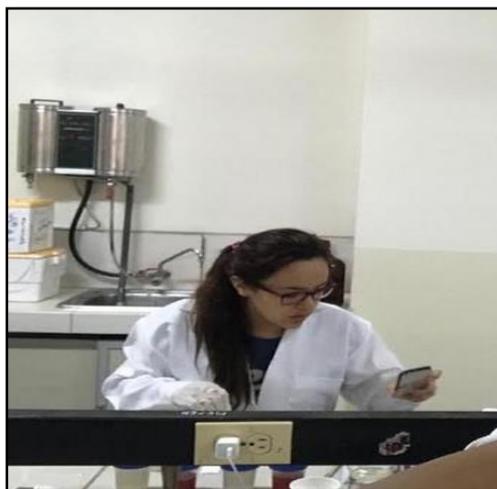


Figura 26 Fotografías del POA Foto-Fenton, A: Medición parámetros del agua, B: Llenado de Beaker con la muestra 250ml, C: Muestras de agua residual, D: Añado del Reactivo Sulfato de Hierro, E: Añado de reactivo Peróxido a la muestra, F: Agitación constante del POA usando Sistema de Jarras y Agitador magnético

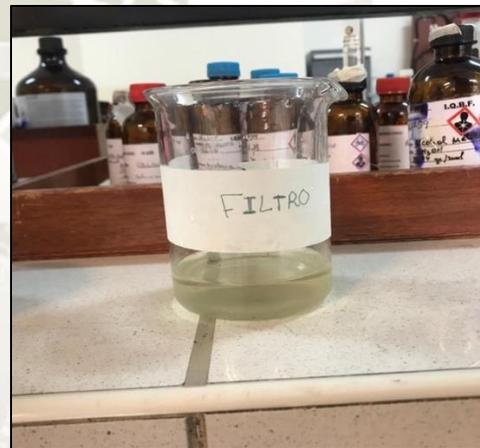
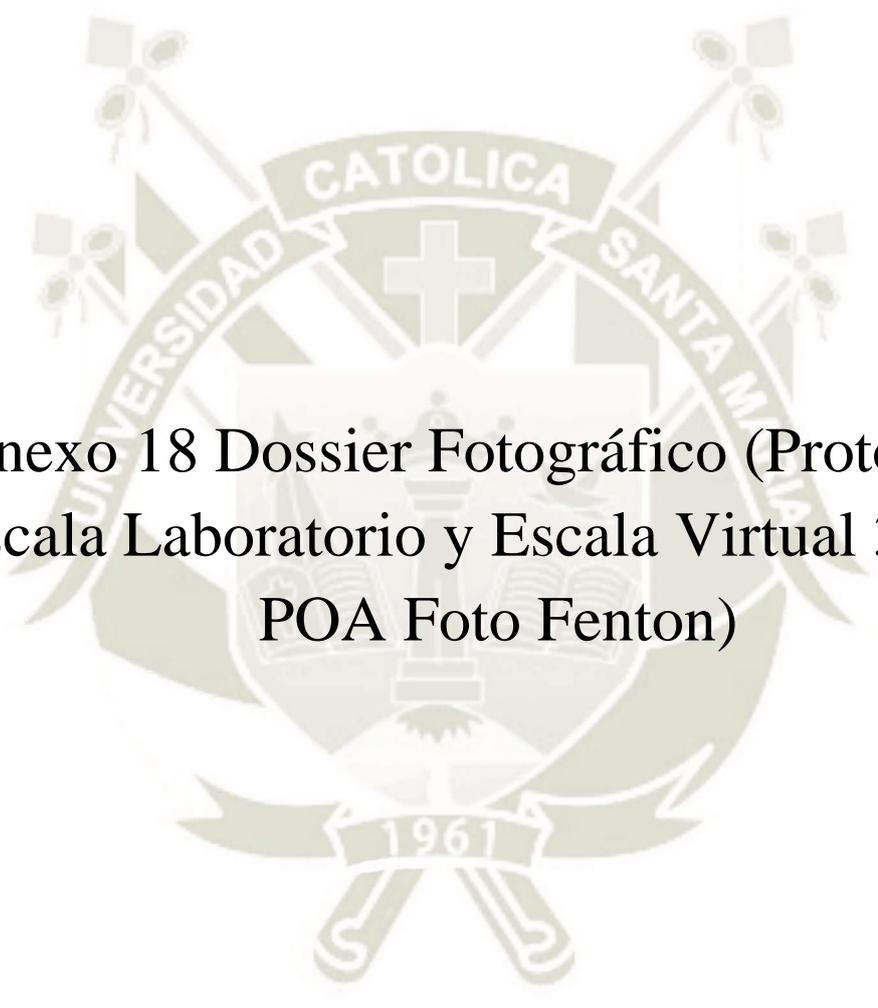


Figura 27 Fotografías del POA Foto-Fenton, G: Después de la agitación, muestras color café rojizo, H: Reposo durante 1 hora de la muestra, I: Filtración con papel filtro, J: Muestra obtenida color amarillo, K: Añado de Cloro para regular el pH y mejorar el POA, L: Filtración utilizando Carbón Activado



Anexo 18 Dossier Fotográfico (Prototipo a
escala Laboratorio y Escala Virtual 3D del
POA Foto Fenton)

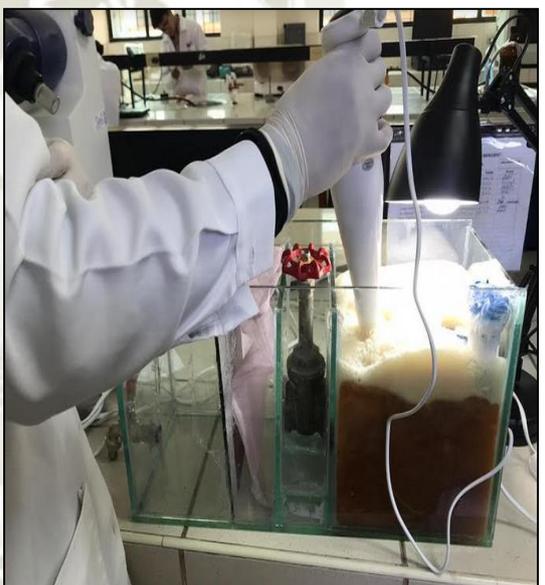


Figura 28 Fotografías del Prototipo a escala Laboratorio

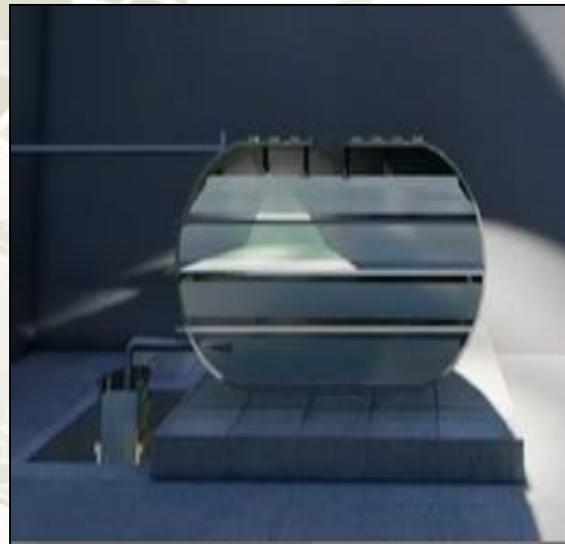
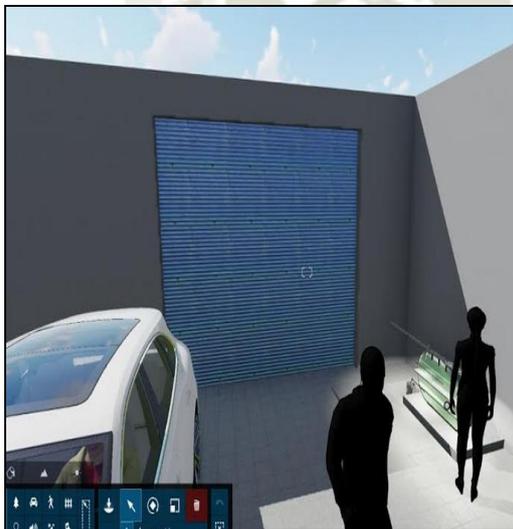
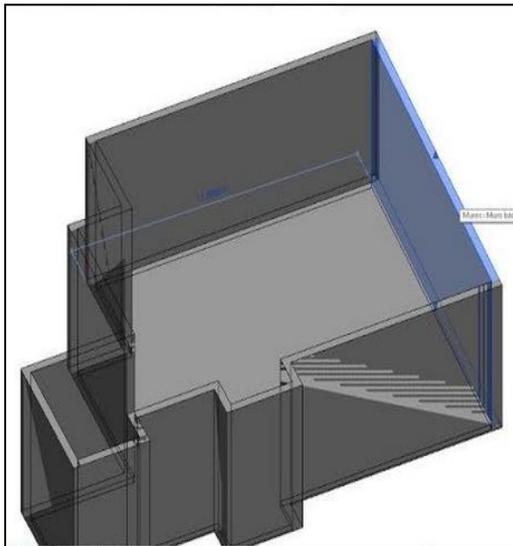
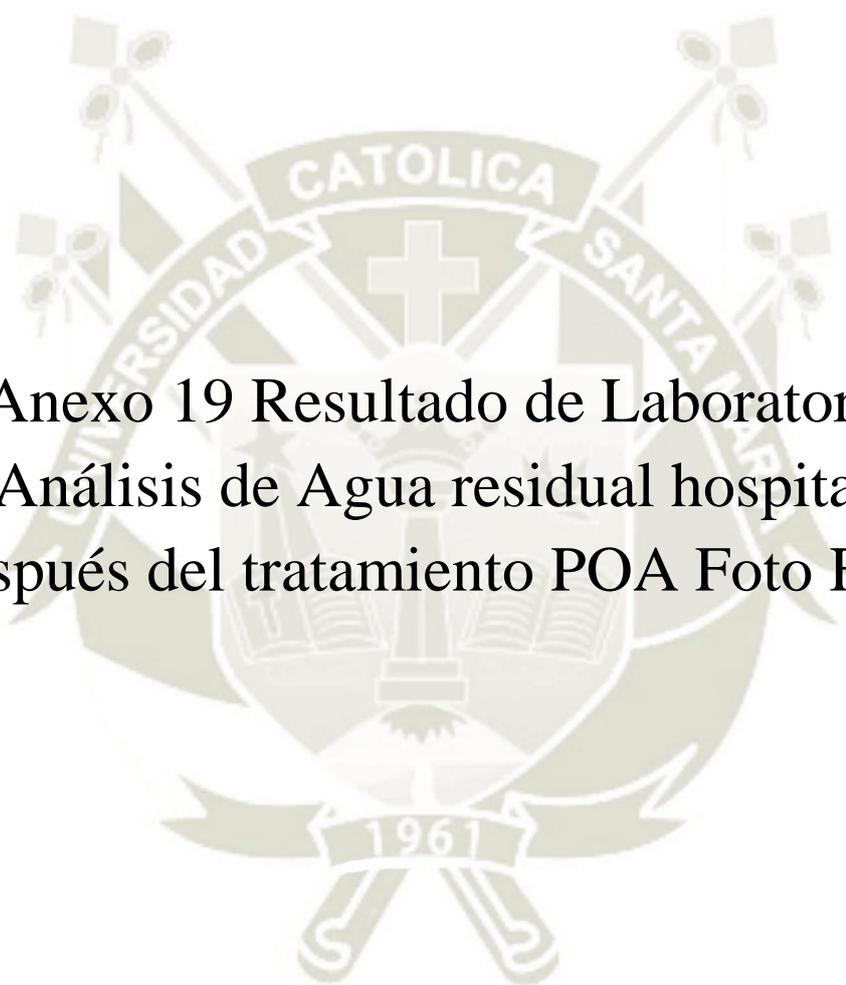


Figura 29 Fotografías del Diseño 3D en Autodesk versión 2017 y Lumion versión 6.5.1 Pro



Anexo 19 Resultado de Laboratorio de
Análisis de Agua residual hospitalaria
después del tratamiento POA Foto Fenton”

INFORME DE ENSAYO: 19793/2019

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

- Nro. S/N URB. SAN JOSE (UMACOLLO) Arequipa Arequipa Arequipa

Análisis de Aguas Residuales Hospitalarias "Javier Llosa García"

Emitido por: Doris Quicara Choquepiunta - Griselda Cusi Coaquira

Fecha de Emisión: 12/04/2019



Lic. Quím. Doris Quicara Choquepiunta

CCP. 730

Supervisor de Laboratorio - Sede Arequipa



Lic. Griselda Cusi Coaquira

CCP. 9800

Analista de Laboratorio de Microbiología - Sede Arequipa

Renovación de Acreditación ALSLS Perú S.A.C. mediante registro LE-029
División - Medio Ambiente

Pág. 1 de 5

INFORME DE ENSAYO: 19793/2019

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 1

Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	Resultado
Muestras del ítem: 1				
N° ALS LS				190336/2019-1.1
Fecha de Muestreo				29/03/2019
Hora de Muestreo				16:40:00
Tipo de Muestra				Aguas Residual Industrial
Identificación				Centro de salud "Javier Llosa García"
003 ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS				
Aceites y Grasas*	12261	mg/L	1,0	< 1,0
Color Verdadero	8801	UC	1	1,8
Conductividad (Laboratorio)	1826	µS/cm	---	8150,0
Demanda Bioquímica de Oxígeno	1826	mg/L	2	13
Demanda Química de Oxígeno	8803	mg O ₂ /L	2	63
Detergentes Aniónicos	8804	mg MBAS/L	0,002	0,018
Dureza Total	1829	mg CaCO ₃ /L	1,0	98,2
Fósforo Total	10618	mg P/L	0,007	0,073
Nitrógeno Amoniacal	11620	mg N/HS-N/L	0,006	6,01
Oxígeno Disuelto*	2413	mg/L	0,50	8,70
pH (Laboratorio)*	588	Unidades pH	---	6,88
Sólidos Totales Suspendidos	1843	mg/L	2	53
Sulfuros	11652	mg/L	0,0004	< 0,0004
Turbidez	8800	NTU	0,08	0,9
004 ENSAYOS ORGANOLEPTICOS				
Olor*	9560	---	---	Aceptable
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA – Aniones				
Fosfatos, PO ₄ -3	18189	mg/L	0,060	< 0,060
015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS				
Enterococos Fecales*	8212	NMP/100 mL	1,8	< 1,8
Salmonella*	8182	AUS/PRES	0	Ausencia
015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS				
Coliformes Fecales	8825	NMP/100mL	1,8	< 1,8
Coliformes Totales	8818	NMP/100mL	1,8	< 1,8
Escherichia coli	8830	NMP/100mL	1,8	< 1,8
Bacterias Heterotróficas	8810	UFC/mL	1	< 1

Observaciones

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

LD: Límite de detección.

Bacterias Heterotróficas equivale a Recuento Total de Microorganismos, de acuerdo al SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 0215 B, 23rd Ed. 2017.

El parámetro de Detergentes Aniónicos es equivalente al parámetro SAAM que corresponde a decir Sustancias Activas al Azul de Metileno.

Para el parámetro Olor cuyo resultado es 1NUO equivale a decir "Que no se detecta olor a esta concentración".

CONTROLES DE CALIDAD

Control Blancos

Parámetro	LD	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Aceites y Grasas	1,0	mg/L	< 1,0	08/04/2019
Bacterias Heterotróficas	1	UFC/MI	< 1	30/03/2019
Coliformes Fecales	1,8	NMP/100 MI	< 1,8	30/03/2019
Coliformes Totales	1,8	NMP/100 mL	< 1,8	30/03/2019
Color Verdadero	1	UC	< 1	31/03/2019
Demanda Bioquímica de Oxígeno	2	mg/L	< 2	30/03/2019
Demanda Química de Oxígeno	2	mg O ₂ /L	< 2	02/04/2019
Detergentes Aniónicos	0,002	mg MBAS/L	< 0,002	30/03/2019
Dureza Total	1,0	mg CaCO ₃ /L	< 1,0	01/04/2019
Enterococos Fecales	1,8	NMP/100 MI	< 1,8	30/03/2019

INFORME DE ENSAYO: 19793/2019

Parámetro	LD	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Escherichia coli	1,8	NMP/100 mL	< 1,8	30/03/2019
Fosfatos, PO4-3	0,080	mg/L	< 0,080	04/04/2019
Fósforo Total	0,007	mg P/L	< 0,007	08/04/2019
Fósforo Total	0,007	mg P/L	< 0,007	08/04/2019
Nitrógeno Amónico	0,008	mg N/HS-N/L	< 0,008	04/04/2019
Salmonella	---	AUS/PRES	Ausencia	30/03/2019
Sólidos Totales Suspendidos	2	mg Sólidos Totales Suspendidos/L	< 2	05/04/2019
Sulfuros	0,0004	mg/L	< 0,0004	03/04/2019
Turbidez	0,08	NTU	< 0,08	30/03/2019

Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Aceites y Grasas	83,3	80-120	08/04/2019
Aceites y Grasas	91,3	80-120	08/04/2019
Coliformos Totales	Positivo	---	30/03/2019
Coliformos Totales	Negativo	---	30/03/2019
Color Verdadero	104,0	85-115	31/03/2019
Color Verdadero	95,1	85-115	31/03/2019
Conductividad (Laboratorio)	99,8	98-102	30/03/2019
Demanda Bioquímica de Oxígeno	91,6	85-115	30/03/2019
Demanda Bioquímica de Oxígeno	97,0	85-115	30/03/2019
Demanda Química de Oxígeno	87,9	85-115	02/04/2019
Demanda Química de Oxígeno	102,8	85-115	02/04/2019
Detergentes Aniónicos	98,1	85-115	30/03/2019
Detergentes Aniónicos	100,0	85-115	30/03/2019
Dureza Total	98,8	85-115	01/04/2019
Dureza Total	97,7	85-115	01/04/2019
Escherichia coli	Positivo	---	30/03/2019
Escherichia coli	Negativo	---	30/03/2019
Fosfatos, PO4-3	93,9	90-110	04/04/2019
Fósforo Total	98,8	80-120	08/04/2019
Fósforo Total	105,2	80-120	08/04/2019
Nitrógeno Amónico	112,0	80-120	04/04/2019
Nitrógeno Amónico	100,5	80-120	04/04/2019
pH (Laboratorio)	7,00	6,91-7,09	30/03/2019
Sólidos Totales Suspendidos	98,0	90-110	05/04/2019
Sólidos Totales Suspendidos	98,0	90-110	05/04/2019
Sulfuros	108,0	80-120	03/04/2019
Sulfuros	98,2	80-120	03/04/2019

LD = Límite de detección.

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las tablas de Controles de Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp. del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
Centro de salud "Javier Ussa García"	Cliente	Agua Residual Industrial	30/03/2019	29/03/2019	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

INFORME DE ENSAYO: 19793/2019

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Ref. Métd.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
12281	LME	Aceites y Grasas*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed. 2017	Oil and Grease: Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
16189	AQP	Aniones por Cromatografía Iónica	EPA METHOD 300.0, Rev 2.1, 1995	Determination of inorganic anions by ion chromatography
8801	AQP	Color verdadero	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed. 2017	Color: Spectrophotometric Single Wavelength Method (Proposed)
1828	AQP	Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017	Conductivity: Laboratory Method
1828	AQP	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5 Days BOD Test
8803	AQP	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017	Chemical Oxygen Demand (COD): Closed Reflux, Colorimetric Method
8804	AQP	Detergentes Aniónicos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5540 C, 23rd Ed. 2017	Surfactants: Anionic Surfactants as MBAS
1829	AQP	Dureza Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 23rd Ed. 2017	Hardness: EDTA Titrimetric Method
8212	AQP	Enterococos Fecales*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9230 B, 23rd Ed. 2017	Fecal Streptococcus and Enterococcus Groups: Membrane Filter Techniques
10818	LME	Fósforo todas las formas (Fósforo Total)	EPA METHOD 385.3, 1983	Phosphorous, all forms (Colorimetric Ascorbic Acid, Two Reagent)
11620	LME	Nitrógeno Amoniacal (Skalar)	ISO 11732 (Validado), 2nd. Ed. 2005	Water quality- Determination of ammonium nitrogen-Method by flow analysis (CFA and FIA) and spectrometric detection
8825	AQP	Numeración de Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed. 2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group, Fecal Coliform Procedure
8818	AQP	Numeración de Coliformes Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed. 2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group, Standard Total Coliform Fermentation Technique
8830	AQP	Numeración de Escherichia Coli	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F, 23rd Ed. 2017	Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate
9580	AQP	Olor*	NMX-AA-83 (1982)	---
2413	AQP	Oxígeno Disuelto*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O C, 23rd Ed. 2012	Método de Oxígeno Disuelto Modificación Ácida
588	AQP	pH*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017	pH Value Electrometric Method
8810	AQP	Recuento de Bacterias Heterótrofas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9215 B, 23rd Ed. 2017	Pour Plate Method
8162	AQP	Salmonella*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9260 B.1d, 22nd Ed. 2012	Detection of pathogenic Bacteria: General Quantitative Isolation and Identification for Salmonella
1843	AQP	Sólidos Totales Suspensos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017	Solids: Total Suspended Solids Dried at 103-105°C
11652	LME	Sulfuro (Skalar)	SM 4500 S2-E (Validado), 23rd Ed. 2017	Sulfide Gas Dialysis, Automated Methylene Blue Method
8809	AQP	Turbidez	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed. 2017	Turbidity, Nephelometric Method

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 19793/2019, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
Centro de salud "Javier Lloca García"	168335/2019-1.1	6ammq&1533881

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

INFORME DE ENSAYO: 19793/2019

COMENTARIOS

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en campo (Análisis en Campo) corresponden a las fechas de muestreo.

AGP: Av. Dolores 167 - José Luis Bustamante y Rivero - Arequipa.

LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima

"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.

"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

"ASTM": American Society for Testing and Materials.

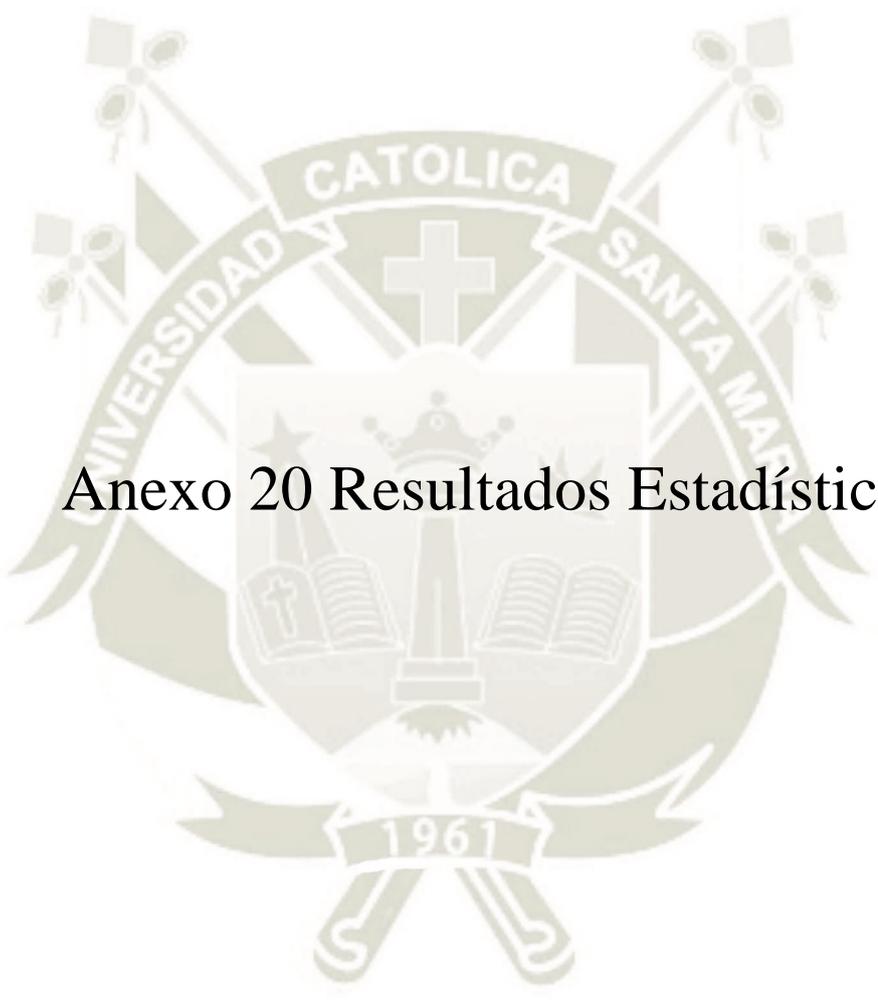
El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C., sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

ALS LS Perú S.A.C. declina responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.

Si ALS LS Perú S.A.C. no realizó el muestreo, los resultados se aplicarían a la muestra tal como se recibió.



Anexo 20 Resultados Estadísticos

Tabla 53 Tabla descriptiva Análisis de pH de Peróxido de Hidrógeno

	Identificador de prueba	Estadística	Error Estándar	
pH Final del agua	Media	2.6300	.04041	
	Intervalo de Confianza de Media de 95%	Límite inferior	2.4561	
		Límite superior	2.8039	
	1	5% Media Recortada	.	
	Mediana	2.6000		
	Varianza	.005		
	Desviación Estándar	.07000		
	Mínimo	2.58		
	Máximo	2.71		
	Media	3.2400	.02309	
	Intervalo de Confianza de Media de 95%	Límite inferior	3.1406	
		Límite superior	3.3394	
	2	5% Media Recortada	.	
	Mediana	3.2400		
	Varianza	.002		
	Desviación Estándar	.04000		
	Mínimo	3.20		
	Máximo	3.28		
Media	3.2533	.09597		
Intervalo de Confianza de Media de 95%	Límite inferior	2.8404		
	Límite superior	3.6663		
3	5% Media Recortada	.		
Mediana	3.2300			
Varianza	.028			
Desviación Estándar	.16623			
Mínimo	3.10			
Máximo	3.43			

Fuente: *Elaboración propia utilizando el Software SPSS Statistics*

Tabla 54 Tabla descriptiva Análisis de OD% de Peróxido de Hidrógeno

	Identificador de prueba	Estadística	Error Estándar	
OD Final del agua	Media	94.2667	3.79224	
	Intervalo de Confianza de Media de 95%	Límite inferior	77.9500	
		Límite superior	110.5834	
	1	5% Media Recortada	.	
	Mediana	97.6000		
	Varianza	43.143		
	Desviación Estándar	6.56836		
	Mínimo	86.70		
	Máximo	98.50		
	Media	136.3667	1.42517	
	Intervalo de Confianza de Media de 95%	Límite inferior	130.2347	
		Límite superior	142.4987	
	2	5% Media Recortada	.	
	Mediana	135.7000		
	Varianza	6.093		
Desviación Estándar	2.46847			
Mínimo	134.30			
Máximo	139.10			
Media	140.7667	1.26007		
Intervalo de Confianza de Media de 95%	Límite inferior	135.3450		
	Límite superior	146.1883		
3	5% Media Recortada	.		
Mediana	141.2000			
Varianza	4.763			
Desviación Estándar	2.18251			
Mínimo	138.40			
Máximo	142.70			

Fuente: *Elaboración propia utilizando el Software SPSS Statistics*

Tabla 55 Tabla descriptiva Análisis de mVORP de Peróxido de Hidrógeno

Identificador de prueba		Estadística	Error Estándar	
mVORP Final del agua	Media	620.1233	9.52776	
	Intervalo de Confianza de Media de 95%	Límite inferior	579.1287	
		Límite superior	661.1180	
	5% Media Recortada	.		
	Mediana	629.4000		
	Varianza	272.335		
	Desviación Estándar	16.50256		
	Mínimo	601.07		
	Máximo	629.90		
	Media	1134.0000	2.35797	
	Intervalo de Confianza de Media de 95%	Límite inferior	1123.8545	
		Límite superior	1144.1455	
	5% Media Recortada	.		
	Mediana	1135.4000		
	Varianza	16.680		
Desviación Estándar	4.08412			
Mínimo	1129.40			
Máximo	1137.20			
Media	1074.5000	32.89118		
Intervalo de Confianza de Media de 95%	Límite inferior	932.9807		
	Límite superior	1216.0193		
5% Media Recortada	.			
Mediana	1104.5000			
Varianza	3245.490			
Desviación Estándar	56.96920			
Mínimo	1008.80			
Máximo	1110.20			

Fuente: *Elaboración propia utilizando el Software SPSS Statistics*

Tabla 56 Tabla descriptiva Análisis de pH de Sulfato de Hierro (II)

	Identificador de prueba	Estadística	Error Estándar
	Media	2.3933	.08293
	Intervalo de Confianza de Media de 95%	Límite inferior	2.0365
		Límite superior	2.7502
4	5% Media Recortada	.	
	Mediana	2.4500	
	Varianza	.021	
	Desviación Estándar	.14364	
	Mínimo	2.23	
	Máximo	2.50	
	Media	3.2867	.09244
	Intervalo de Confianza de Media de 95%	Límite inferior	2.8889
		Límite superior	3.6844
pH 5	5% Media Recortada	.	
	Mediana	3.2800	
	Varianza	.026	
	Desviación Estándar	.16010	
	Mínimo	3.13	
	Máximo	3.45	
	Media	2.3667	.08819
	Intervalo de Confianza de Media de 95%	Límite inferior	1.9872
		Límite superior	2.7461
6	5% Media Recortada	.	
	Mediana	2.4000	
	Varianza	.023	
	Desviación Estándar	.15275	
	Mínimo	2.20	
	Máximo	2.50	

Fuente: *Elaboración propia utilizando el Software SPSS Statistics*

Tabla 57 Tabla descriptiva Análisis de OD% de Sulfato de Hierro (II)

	Identificador de prueba	Estadística	Error Estándar	
OD Final del agua	Media	94.2667	3.79224	
	Intervalo de Confianza de Media de 95%	Límite inferior	77.9500	
		Límite superior	110.5834	
	5% Media Recortada	.		
	1 Mediana	97.6000		
	Varianza	43.143		
	Desviación Estándar	6.56836		
	Mínimo	86.70		
	Máximo	98.50		
	Media	136.3667	1.42517	
	Intervalo de Confianza de Media de 95%	Límite inferior	130.2347	
		Límite superior	142.4987	
	5% Media Recortada	.		
	2 Mediana	135.7000		
	Varianza	6.093		
	Desviación Estándar	2.46847		
	Mínimo	134.30		
	Máximo	139.10		
Media	140.7667	1.26007		
Intervalo de Confianza de Media de 95%	Límite inferior	135.3450		
	Límite superior	146.1883		
5% Media Recortada	.			
3 Mediana	141.2000			
Varianza	4.763			
Desviación Estándar	2.18251			
Mínimo	138.40			
Máximo	142.70			

Fuente: *Elaboración propia utilizando el Software SPSS Statistics*

Tabla 58 Tabla descriptiva Análisis de mVORP de Sulfato de Hierro (II)

		Identificador de prueba	Estadística	Error Estándar	
mVORP	4	Media	500.0000	.00000	
		Intervalo de Confianza de Media de 95%	Límite inferior	500.0000	
			Límite superior	500.0000	
		5% Media Recortada	500.0000		
		Mediana	500.0000		
		Varianza	.000		
		Desviación Estándar	.00000		
		Mínimo	500.00		
		Máximo	500.00		
		Media	151.8333	2.22586	
	Intervalo de Confianza de Media de 95%	Límite inferior	142.2562		
		Límite superior	161.4104		
	5% Media Recortada	.			
	Mediana	150.4000			
	Varianza	14.863			
	Desviación Estándar	3.85530			
	Mínimo	148.90			
	Máximo	156.20			
	Media	486.7333	1.58570		
Intervalo de Confianza de Media de 95%	Límite inferior	479.9106			
	Límite superior	493.5560			
5% Media Recortada	.				
Mediana	485.9000				
Varianza	7.543				
Desviación Estándar	2.74651				
Mínimo	484.50				
Máximo	489.80				

Fuente: *Elaboración propia utilizando el Software SPSS Statistics*

Tabla 59 Tabla descriptiva Análisis de pH de Hipoclorito de Sodio

	Identificador de prueba	Estadística	Error Estándar		
pH	Media	4.5167	.10269		
	Intervalo de Confianza de Media de 95%	Límite inferior	4.0748		
		Límite superior	4.9585		
	7	5% Media Recortada	.		
	Mediana	4.4400			
	Varianza	.032			
	Desviación Estándar	.17786			
	Mínimo	4.39			
	Máximo	4.72			
	8	Media	6.3467	.27291	
		Intervalo de Confianza de Media de 95%	Límite inferior	5.1724	
			Límite superior	7.5209	
		5% Media Recortada	.		
		Mediana	6.1200		
		Varianza	.223		
Desviación Estándar		.47269			
Máximo	6.89				
9	Media	8.4900	.13892		
	Intervalo de Confianza de Media de 95%	Límite inferior	7.8923		
		Límite superior	9.0877		
	5% Media Recortada	.			
	Mediana	8.5100			
	Varianza	.058			
	Desviación Estándar	.24062			
Máximo	8.72				

Fuente: *Elaboración propia utilizando el Software SPSS Statistics*

Tabla 60 Test de Normalidad-Shapiro Wilks de Peróxido de Hidrógeno

	Test de Normalidad			
	P	Shapiro-Wilk		
		Estadística	df*	Sig.
pH Final del agua	1	.862	3	.274
	2	1.000	3	1.000
	3	.985	3	.767
OD Final del agua	1	.807	3	.131
	2	.945	3	.549
	3	.970	3	.670
mVORP Final del agua	1	.763	3	.029
	2	.92	3	.424
	3	.792	3	.096

df* Número de pruebas

Tabla 61 Test de Normalidad-Shapiro Wilks de Sulfato de Hierro.7H₂O (II)

	Test de Normalidad			
	P	Shapiro-Wilks		
		Estadística	df*	Sig.
pH Final del agua	4	.883	3	.334
	5	.999	3	.931
	6	.964	3	.637
OD Final del agua	4	.849	3	.238
	5	.954	3	.588
	6	.750	3	.000
mVORP Final del agua	4	.	3	.
	5	.896	3	.374
	6	.931	3	.492

df* Número de pruebas

Tabla 62 Test de Normalidad-Shapiro Wilks de Hipoclorito de Sodio

	Test de Normalidad			
	P	Shapiro-Wilk		
		Estadística	df*	Sig.
PH	7	.861	3	.269
	8	.828	3	.182
	9	.995	3	.862

df* Número de pruebas

Tabla 63 ANOVA pH de Peróxido de Hidrógeno

pH	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Significancia
Entre grupos	.761	.380	.001
Dentro de los grupos	.068	.011	
Total	.829		
OD%	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Significancia
Entre grupos	3954.020	1977.010	.000
Dentro de los grupos	108.000	18.000	
Total	4062.020		
mVORP	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Significancia
Entre grupos	474067.634	237033.817	.000
Dentro de los grupos	7069.009	1178.168	
Total	481136.643		

Fuente: *Elaboración propia utilizando el Software SPSS Statistics*

Tabla 64 ANOVA de Sulfato de Hierro(II).7H₂O

pH	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Significancia
Entre grupos	1.645	.823	.000
Dentro de los grupos	.139	.023	
Total	1.784		
OD%	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Significancia
Entre grupos	563931.975	281965.988	.000
Dentro de los grupos	22.882	3.814	
Total	563954.857		
mVORP	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Significancia
Entre grupos	233554.042	116777.021	.000
Dentro de los grupos	44.813	7.469	
Total	233598.856		

Fuente: *Elaboración propia utilizando el Software SPSS Statistics*

Tabla 65 ANOVA de Hipoclorito de Sodio

pH	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Significancia
Entre grupos	23.730	11.865	.000
Dentro de los grupos	.626	.104	
Total	24.356		

Fuente: *Elaboración propia utilizando el Software SPSS Statistics*

Tabla 66 Test de Homogeneidad de la Varianza pH, OD%, mVORP evaluando Peróxido de Hidrógeno (5, 3, 7ml)

		Estadística Levene	Significancia
pH Final del agua	Media	2.471	.165
	Mediana	1.227	.358
	Media recordata	2.380	.173
OD Final del agua	Media	4.735	.058
	Mediana	.424	.673
	Media recordata	3.981	.079
mVORP Final del agua	Media	10.178	.012
	Mediana	.765	.506
	Media recordata	8.202	.019

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 67 Test de Homogeneidad de la Varianza pH evaluando Sulfato de Hierro (II).7H₂O

		Estadística Levene	Significancia
pH	Media	.001	.999
	Mediana	.020	.980
	Media recordata	.001	.999
OD Final del agua	Media	4.735	.058
	Mediana	.424	.673
	Media recordata	3.981	.079
mVORP	Media	5.871	.039
	Mediana	1.097	.392
	Media recordata	5.250	.048

Fuente: *Elaboración propia utilizando el Software SPSS Statistics*

Tabla 68 Test de Homogeneidad de la Varianza pH evaluando Hipoclorito de Sodio

		Estadística Levene	Significancia
pH	Media	2.895	.132
	Mediana	.340	.725
	Media recordata	2.512	.161

Fuente: *Elaboración propia utilizando el Software SPSS Statistics*

