



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL

**“DETERMINACION Y CUANTIFICACION DE AGENTES
CONTAMINANTES PROCEDENTES DE LAS AGUAS DEL RIO
RIMAC, UTILIZADA EN LOS SUELOS AGRICOLAS POR
SISTEMA DE RIEGO EN EL DISTRITO DE LURIGANCHO-
CHOSICA, PROVINCIA LIMA METROPOLITANA, PERU”**

PRESENTADO POR:

BACH. ANCCASI RAMOS JESSENIA
BACH. BARRERA QUEVEDO KAREN DANESSA

ASESOR:

DR. EDGAR DIAZ ZUÑIGA

PUCALLPA – PERÚ
2022

DATOS GENERALES

TITULO

“DETERMINACION Y CUANTIFICACION DE AGENTES CONTAMINANTES POR INFLUENCIA DE LAS AGUAS RESIDUALES VERTIDAS EN EL RIO RIMAC, UTILIZADA EN LOS SUELOS AGRICOLAS POR SISTEMA DE RIEGO EN EL DISTRITO DE LURIGANCHO-CHOSICA, PROVINCIA LIMA METROPOLITANA, PERU”

AUTOR

El presente proyecto de tesis estará a cargo de los bachilleres de la escuela profesional de Ingeniería Ambiental **Jessenia Anccasi Ramos**, identificada con **DNI 76374117** y código universitario **0002130737**; y **Karen Danessa Barrera Quevedo** identificada con DNI **73457302** y código universitario **0002130742**.

ASESOR

DR. EDGAR DIAZ ZUÑIGA

LUGAR DE EJECUCIÓN

DISTRITO: Lurigancho-Chosica

PROVINCIA: Lima Metropolitana

PAIS: Perú

PERIODO DE EJECUCION

INICIO: Septiembre 2022

TERMINO: Marzo 2023

CONTENIDO

1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	6
1.2. OBEJTIVOS DE LA INVESTIGACION	7
1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	7
2. MARCO TEÓRICO	10
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION	10
2.2. BASE TEORICAS	15
2.2.1. Suelo	15
2.2.2. Composición del suelo	16
2.2.3. Propiedades	18
2.2.4. Contaminación del suelo.....	23
2.2.5. Sistema de Riego.....	26
2.2.6. Aguas Residuales.....	26
2.2.7. Agentes Contaminantes en el Agua.....	27
2.2.8. Metales Pesados en el suelo.....	31
2.2.9. Contaminación del suelo agrícola por influencia de Aguas Residuales.....	32
2.2.10. Aguas Residuales vertidas en la Cuenca del Río Rímac.....	32
2.2.11. Tratamiento de Aguas Residuales para riego.....	34
2.3. DEFINICION DE TERMINOS BASICOS	34
3. HIPÓTESIS, VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.	36
3.1. HIPÓTESIS.....	36
3.1.1. Hipótesis General	36
3.1.2. Hipótesis Específicas	36
3.2. SISTEMA DE VARIABLES.....	36
3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	37
4. MARCO METODOLOGICO	38
4.1. UBICACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	38
4.1.1. Delimitación del área de estudio	38
4.1.2. Establecimiento de los puntos de muestreo	38
4.1.3. Georreferenciación.....	39

4.2.	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION	39
4.3.	DISEÑO Y ESQUEMA DE INVESTIGACION	39
4.4.	POBLACION Y MUESTRA.....	39
4.4.1.	Población.....	39
4.5.	TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS	40
4.5.1.	Técnicas.....	40
4.5.2.	Instrumentos.....	40
4.5.3.	Aspectos éticos	40
4.6.	TECNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS	41
4.6.1.	Recolección y almacenamiento de las muestras	41
4.6.2.	Manejo de las muestras de suelo en el laboratorio	48
5.	ADMINISTRACION DE PROYECTO	51
5.1.	RECURSOS HUMANOS.....	51
5.2.	RECURSOS MATERIALES, EQUIPOS Y SERVICIOS	51
5.2.1.	Materiales	51
5.2.2.	Equipos	52
5.2.3.	Servicios	52
5.3.	PRESUPUESTO.....	53
5.4.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	55
	REVISION BIBLIOGRAFICA	56

1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Perú cuenta con importantes recursos hídricos, distribuidos en 106 cuencas hidrográficas. Posee alrededor de 12 200 lagunas en la sierra, más de 1 007 ríos que tienen una disponibilidad media de 2 046 000 MMC concentrado principalmente en la vertiente amazónica.

Los tres ríos que abastecen de agua a Lima Metropolitana se ven afectados por las descargas generadas por minería, industrias, actividades agrícolas y desagües domésticos. Especialmente la cuenca del río Rímac presenta niveles severos de contaminación. El río Rímac es la base del suministro de agua de Lima, ya que provee la mayor parte del agua potable que consumen sus 9,6 millones de habitantes y se utiliza para irrigar gran parte de sus 12 500 ha de tierras agrícolas periurbanas. Es también el principal destino de eliminación de residuos de la región de Lima: los efluentes no tratados desde minas, fábricas y asentamientos humanos han conllevado niveles de contaminación muy alto. Solamente se ha ejecutado el 30% de la inversión pública en tratamiento de agua, de acuerdo al Plan Nacional de Saneamiento Urbano y Rural 2006-2015. (FAO, 2015).

Las evaluaciones y monitoreos efectuados por la DIGESA (2009) y otras instituciones en diferentes cuerpos de agua naturales del país muestran el fuerte impacto de las aguas residuales descargadas en los ríos, o que genera una alta contaminación fecal. Un caso emblemático es la cuenca del río Rímac que ha sido sistemáticamente monitoreado por DIGESA y SEDAPAL, mostrando que mientras la contaminación minera ha descendido favorablemente, las cargas fecales se elevan debido al aporte de desagües domésticos de las ciudades ubicadas en sus riveras alcanzan niveles tan altos de coliformes termo tolerantes como, por ejemplo, 1.0E+6 NMP/100 ml antes de su captación en la Planta Potabilizadora de La Atarjea.

Como bien se sabe, la actividad agrícola es el principal usuario de recursos de agua dulce, ya que utiliza un promedio mundial del 70% de todos los suministros hídricos superficiales. La actividad agrícola es la segunda actividad

que genera más empleo en el Perú. De una población de más de 32 millones que se dedica a diversas actividades laborales. Esta actividad se viene desarrollando por todo el territorio peruano y el grueso de la gente que trabaja en ella lo hace de forma independiente o por cuenta propia. Las condiciones desérticas en la Costa Peruana (región Lima), hacen que la agricultura se desarrolle únicamente por riego. No obstante, esta actividad es al mismo tiempo causa y víctima de la contaminación de los recursos hídricos. Es causa, por la descarga de contaminantes y sedimentos en las aguas superficiales y/o subterráneas, por la pérdida neta de suelo como resultado de prácticas agrícolas desacertadas y por la salinización y anegamiento de las tierras de regadío. Es víctima, por el uso de aguas residuales y aguas superficiales, que contaminan a su vez los cultivos y transmiten enfermedades a los consumidores y trabajadores agrícolas. (MINAGRI, 2004)

Según un estudio realizado sobre la producción de la agricultura practicada en zonas periféricas al este de la ciudad de Lima como en los distritos de Ate Vitarte, Chaclacayo y Lurigancho Chosica, realizado en 2007, menos de 200 ha del total de tierra agrícola se riegan con agua que ha sido filtrada por las plantas de tratamiento. El resto utiliza agua de los ríos o aguas residuales no tratadas, las cuales presentan un alto grado de contaminación de metales pesados, parásitos y coliformes fecales, las cuales representan no tan solo un peligro para los suelos agrícolas, sino también para la salud pública de manera indirecta. (AquaFondo, 2015)

1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1. Pregunta general

¿Las aguas utilizadas para el regadío en los suelos agrícolas del distrito de Lurigancho-Chosica, contiene agentes contaminantes?

1.1.2. Preguntas específicas

- ¿Cuáles serán los agentes contaminantes encontrados en el suelo agrícola del distrito de Lurigancho-Chosica?
- ¿En qué medida afectan estos agentes contaminantes a los suelos agrícolas del distrito Lurigancho-Chosica?

1.2. OBEJTIVOS DE LA INVESTIGACION

1.2.1. Objetivo general:

Determinar y cuantificar los agentes contaminantes en las aguas residuales utilizadas para el riego en los suelos agrícolas del distrito de Lurigancho-Chosica.

1.2.2. Objetivos específicos:

- Determinar los agentes contaminantes encontrados en los suelos agrícolas del distrito de Lurigancho-Chosica.
- Determinar el grado de contaminación en los suelos agrícolas producto del uso de aguas contaminadas y si estas superan los ECA Suelos.

1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Los principales valles de ríos y quebradas en Perú se ven afectados por el desarrollo urbano y demográfico que no solo ocupan los terrenos de cultivo, sino que los contaminan con aguas residuales y desagües que en los valles aledaños son utilizados en el riego de productos agrícolas. Para el Ministerio de Agricultura, a través de La Autoridad Nacional de Agua indica que el río Rímac, uno de los principales proveedores del recurso hídrico a Lima Metropolitana está enfermo, en su recorrido desde los andes hasta su desembocadura en el mar se han identificado más 1185 puntos de contaminación, en la cuenca alta el río recibe aguas acidas de industrias y relaves mineros; en la cuenca baja

por los residuos sólidos, químicos de la industria y desagües. El diagnóstico hecho por el ANA señala que para descontaminar el río tendrían que transcurrir unos 10 años, demandando una inversión de mil millones de dólares, para construir plantas de tratamiento de aguas, residuos sólidos y programas de reforestación. (MINAM, 2018)

El uso de cuerpos hídricos de agua dulce como lo son los ríos en la agricultura, y más si este cuerpo contiene componentes de aguas residuales, puede aumentar el ingreso de materia orgánica y nutrientes a los suelos cultivados lo cual contribuye a mantener e incrementar la fertilidad del mismo, pero también puede traer efectos ambientales nocivos que deterioran la calidad del suelo.

Los ríos contaminados por aguas residuales pueden constituir una alternativa en las zonas semiáridas como la costa donde hay escasez de este recurso, no sólo por ser una fuente de agua para los cultivos, sino por el aporte de nutrientes que mejoran la fertilidad del suelo, dado los altos contenidos de materia orgánica usualmente presentes en la misma.

La escasez de agua para uso urbano y la dependencia del riego para la producción agrícola en zonas de rápido crecimiento demográfico, han contribuido a que a nivel internacional aumente el interés en el reuso del agua. Existen riesgos para la salud debido a la presencia de microorganismos y contaminantes como los metales pesados y mutagénicos; los primeros impactan a corto plazo, debido a la contaminación de alimentos que pueden provocar, y los segundos impactan a largo plazo, contribuyendo a la salinización de suelos, lo que detrimenta la productividad para eventualmente derivar en el abandono de terrenos. El reuso del agua residual en la agricultura se ha convertido en una necesidad, la cual debe ser considerada como una alternativa, aunque no ha sido evaluada en los aspectos de contenido y migración de contaminantes, en particular de metales pesados. Algunos de los metales pesados pueden formar como parte natural del suelo en cantidades que no resultan tóxicas para los seres vivos; sin embargo, la industrialización ha provocado un aumento de la presencia de estos en las aguas residuales que se utilizan para riego, con el consecuente riesgo para la salud humana y ambiental. (Galván, Antonia 2015)

El riego con agua residuales tratadas tiene serias implicaciones al ser utilizadas ya que estas pueden alterar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del suelo, y/o introducir y contribuir a la acumulación de contaminantes químicos y biológicos en el suelo y en las plantas regadas con estas aguas. Ambos factores deben ser tratados con cuidado pues pueden suponer un riesgo para la salud humana y ambiental, además de los efectos en la productividad agrícola del suelo. (Becerra-Castro et al. 2015) y (Hanjra et al .2012)

No obstante, su uso sin un tratamiento previo puede ocasionar problemas debido al alto contenido de sales, contaminación con metales pesados y la presencia de algunos microorganismos patógenos al hombre. Por ello es necesario evaluar su uso cuantificando su efecto sobre las propiedades químicas del suelo, con el fin de garantizar que su utilización no sólo mejore la fertilidad y productividad del suelo, sino que conlleve a mantener la calidad de este recurso, garantizando que no ocasionen problemas ambientales, ni de salud pública.

La contaminación de productos agrícolas como verduras y hortalizas por el uso de riego de aguas residuales en su producción se debe en gran parte por la omisión de políticas públicas de los gobernantes, que deben velar por que se utilicen solo aguas aptas para el riego, deben de dotar la infraestructura para el adecuado tratamiento y manejo de las aguas residuales, por otro lado tenemos a los agricultores que por falta de información o irresponsabilidad utilizan estas aguas, y por parte de los consumidores que son el eslabón más débil de la cadena, por no observar normas sanitarias adecuadas al momento de consumir estos producto.

En tal sentido, en esta investigación se determinará y cuantificará los agentes contaminantes en los suelos de las zonas agrícolas del distrito Lurigancho-Chosica, ya que esta es la zona agrícola con más extensión en la provincia de Lima Metropolitana.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

2.1.1. Internacional

González, J.; Veliz, E.; Ruiz, L.; Mollineda, A. y Rodríguez, D. (2012), en su trabajo de investigación sobre la validación del potencial agronómico de las aguas residuales domésticas aplicadas en viveros de papaya en Santo Domingo (Cuba), se montó un vivero en bolsos de 500 g, sin el empleo de materia orgánica añadida al sustrato. Se emplearon semillas de la variedad Maradol roja y se siguieron las indicaciones del Instructivo Técnico de la Fruta Bomba, según los resultados obtenidos el agua doméstica residual tratada alcanza los parámetros de calidad que permiten su reutilización en el riego agrícola, según las especificaciones de la Organización Mundial de la Salud y de la Agencia para la Protección del Ambiente de los Estados Unidos. El contenido de material orgánico que compone el agua de residual es significativo, si se conoce que hasta un 25 % es nitrógeno y fósforo, y ambos elementos son esenciales en procesos como el ciclo de Krebs y la división celular, como parte de enzimas, coenzimas y fuentes energéticas como el ATP, tanto en las determinaciones realizadas en el agua residual tratada como en el sustrato no fue posible detectar la presencia de metales pesados contaminantes como el plomo, zinc y cadmio. En este sentido es vital utilizar solamente aguas provenientes de desechos domésticos y evitar su posible contaminación con aguas residuales industriales donde se podrá cuantificar la presencia de estos metales pesados muy peligrosos para su uso en el riego agrícola

Jiménez, S. (2015) en su estudio de evaluación del nivel de contaminación en el sistema de riego en la acequia el Tambo y como este repercute en los suelos agrícolas aplicados, mediante las salidas al campo se colectaron seis muestras de agua en la acequia El Tambo (Ecuador), se realizaron mediciones de parámetros físicos del agua en el sitio donde se determinó un valor promedio de pH de 7,65 y, la temperatura promedio del agua fue de 15.65 °C, conductividad eléctrica 95,08 us/cm. En cuanto a los nutrientes estos están determinados principalmente por fosfatos y se puede observar que en la

mayoría de las muestras este parámetro se encuentra dentro del rango establecido por la ley ecuatoriana, sin embargo en la muestra MAT 1 este valor se aumenta a 3,2 mg/lit situación que evidencia la contaminación causada por la comunidad de San José de Tinajillas, Toxicidad, en las muestras este indicador es representado por Arsénico y Hierro, para cada muestra colectada el Hierro (Fe) se encuentra dentro de las normas establecidas se puede observar un aumento leve de este parámetro en la muestra MAT1, por otro parte el Arsénico (As) presente en cada muestra se encuentra por encima de las normas establecidas por la ley, situación que es preocupante y seria ya que este parámetro afecta todos los seres vivos en especial a las personas que están en contacto con esta agua, la cual no genera un daño en los cultivos, pero si un daño al suelo la cual se debe implementar un método de recuperación o mitigación.

Cárdenas, Y. (2018). En su trabajo de investigación la cual tuvo como periodo de ejecución durante un año se muestran los valores obtenidos en el análisis de esta muestra para heterótrofos totales en el Río Fluviá (Barcelona, España), el análisis cuantitativo de los indicadores fecales y *Legionella* ssp. mediante qPCR de las aguas de riego tras la concentración con SMF demostró la presencia de estas bacterias en muchas de las muestras. El río Fluviá mostro una baja contaminación fecal y la presencia de *Legionella*, cuyos valores estaban entre $10(4)$ y $10(6)$ copias genómicas/100 ml, siendo el valor más bajo fue el del mes de abril con $1,20 \times 10(4)$ ufc/ 100 ml y el más alto $1.16 \times 10(6)$ ufc/ 100 ml en el mes de diciembre de 2016, lo que le convierte en una excelente fuente de agua para riego. Sin embargo, las otras fuentes de agua de riego convencionales procedentes de tres pozos distintos presentaron niveles de contaminación fecal variable y también la presencia de *Legionella* lo que indica que estas aguas pueden ser un riesgo si se usan como agua de riego.

Escobar, K. y Vélez, C. (2021) en uno de sus estudios donde cuyo objetivo era determinar la presencia de arsénico el agua usada para riego en los cultivos de fresas en Guayllabamba (Quito, Ecuador), donde se llegó a los resultados mediante los datos expuestos en su investigación que, aunque se

comprobó que existe una presencia de arsénico en las aguas del sector, que supera los límites permisibles, este no es transferido a las fresas. Cabe recalcar que con presencia de arsénico en el agua de riego y siendo este un agente cancerígeno, se presenta un serio peligro para la salud de los habitantes del sector, pero no del país ya que por el contrario las fresas, que son el producto de comercialización local y nacional, no poseen trazas del mismo, en base a estos resultados, se optó por implementar un sistema de filtración la cual reduzca los niveles del metal.

2.1.2. Nacional

Mayorga, M. (2014), en su trabajo de investigación tenía como finalidad determinar la calidad bacteriológica en los efluentes de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Chilpina en la ciudad de Arequipa y cultivos hortícolas durante los meses de Abril- Junio del 2014, mediante la determinación de la presencia de Coliformes Totales, Coliformes Fecales, *Escherichia coli*, *Enterococos* y *Salmonella* sp; en una muestra del efluente de la PTAR Chilpina y cinco muestras de agua procedentes de los canales de regadío a 56, 400, 770, 1000 y 1080 m de distancia respectivamente de la PTAR Chilpina, mientras que para cultivos hortícolas se analizaron 30 muestras de cultivos de 5 especies (perejil, espinaca, acelga, zanahoria y papa) de la zona agrícola colindante a la PTAR en el distrito Socabaya, provincia de Arequipa, departamento y región de Arequipa, mediante las cuales se determinó su calidad bacteriológica, de acuerdo a lo establecido en el D.S. N° 003-2010-MINAM; D.S. N° 002-2008-MINAM y NTS N° 071 - MINSA/DIGESA-V.0.1 Para la muestra proveniente del efluente de la PTAR Chilpina se registró 18×10 NMP/100ml para Coliformes Fecales la cual cumple con la norma establecida. En las muestras de canales de regadío se registró como valor mínimo y máximo 17×10^5 y 13×10^7 NMP/100 ml de Coliformes Totales; 40×10 y 50×10^4 NMP/100 de Coliformes Fecales; 6×10^3 y 9×10^4 ; NMP/100 para *E. coli* y 70×10^5 y 74×10^6 NMP/100 ml de *Enterococos* respectivamente, mientras que para *Salmonella* sp se determinó su ausencia, concluyéndose que estas aguas no son aptas para riego ya que superan los Estándares de Calidad Ambiental En el caso de cultivos hortícolas las muestras de perejil provenientes

del canal de regadío 1 (56m de distancia) indican valores máximos para Coliformes Totales, Coliformes Fecales, E. coli de 93×10^2 , <3 a 9 , 27×10^3 NMP/100, en contraste con los demás cultivos los cuales presentaron total homogeneidad en sus valores. Mientras que para Salmonella sp se determinó su ausencia en todas las muestras Por lo tanto se concluye los cultivos hortícolas no cumplen con lo que establece la norma, no siendo aptos para el consumo humano.

Rucoba Chujutalli, A. (2014-2015), El estudio se llevó a cabo en los años 2014 y 2015, se muestrearon canales de riego en tres provincias de la Región San Martín, de las cuales se tomó respectivamente una muestra. Se analizó la presencia y cantidad de cadmio en cada muestra, determinándose mediante el método de absorción atómica en los laboratorios de la Empresa Certificaciones del Perú S.A. (CERPER). Se comparó la calidad del agua de las muestras tomadas con los límites permisibles que indican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental Para Agua. Los resultados mostraron valores bajos ($<0,0002$ mg/L) en la concentración de cadmio en agua para riego agrícola, uso doméstico y uso recreacional. Se concluyó que el agua procedente del riego en el cultivo de arroz, utilizada en tres provincias de la Región San Martín (San Martín, Bellavista y Moyobamba) no representa riesgos para la actividad agrícola, mediante riego tecnificado, uso doméstico y recreacional desde el punto de vista de concentración de cadmio.

Flores, H. (2017). Los suelos agrícolas del centro poblado de Uros Chulluni, ubicados en las orillas de Lago Titicaca, son contaminados por la generación de residuos sólidos domésticos, aguas residuales, debido a las actividades socioeconómicas a las que se dedican los pobladores, principalmente el turismo en las islas de los Uros, artesanía, silvicultura, agricultura, ganadería y caza. Esta investigación tenía como objetivo el conocer el nivel de contaminación de estos suelos agrícolas por lo que se realizó un desarrollo sistemático desde la revisión bibliográfica, muestreo de suelos hasta el procesamiento de los resultados de las propiedades fisicoquímicas realizados por laboratorios acreditados; se realizó ocho puntos de muestreo en los suelos en estudio y dos puntos de muestreo de nivel de fondo en el lugar denominado

Palapaja, siguiendo la metodología de la guía de muestreo para suelos, en el marco del D. S. 002-2013-MINAM; finalmente el análisis de los resultados permitió integrar todos los indicadores de la contaminación, que según la guía de calidad ambiental de suelos canadiense el nivel de contaminación en los suelos agrícolas en estudio es alto designándole un valor de 40, por la presencia de metales pesados como el arsénico, boro, titanio, sodio; y de acuerdo a los estándares de calidad ambiental de suelos agrícolas del Perú es de nivel bajo con un valor de 70, además comparándolo con el nivel de fondo no llegó a tener mucha significancia concerniente a la concentración de los metales pero si es significativo para los residuos sólidos y aguas residuales.

Huamani, C. (2018), En Chancay, Lima, Perú, no están bien identificados los problemas que existen en la utilización de agua para el riego en la zona de las Salinas Bajo, entre ellos la distribución del agua y los niveles de contaminación en el canal de irrigación. El agua de riego no solo es proveniente del río Chancay, sino que en su trayecto se vierten aguas servidas que no han recibido un tratamiento, por esta razón se consideró importante determinar el efecto contaminante de las aguas servidas sobre el suelo y cultivos agrícolas en la desembocadura del canal de regadío, mediante análisis fisicoquímicos, contenido de metales pesados y microbiológicos del agua, suelo y cultivos de la zona, para ello se tomó muestras de agua al inicio y final del canal en tres horarios (8:00, 13:00 y 18:00 horas), formando un total de 16 muestras; para el suelo se consideraron 10 muestras y para los cultivos 6 muestras. Como resultado se obtuvo que las aguas se clasificaron como muy duras, alcalinas y de acuerdo con la R.A.S. son de C3-S1 que lo califica de salinidad media. Los resultados de la caracterización indican que los suelos son básicos, salinos y calcáreos, con bajo contenido de M.O., alto contenido de P y medio en K, los metales pesados fueron encontrados en el siguiente orden: Fe>Mn>Zn>Cr>Cu>Pb>Cd, sin problemas de exceso. Referente a los coliformes totales, coliformes fecales y Escherichia coli se han encontrado en cantidades medias en el suelo mientras que en los cultivos hay una presencia aceptable. Se concluye que el mayor problema de contaminación está presente en el agua, provocando la contaminación del suelo y los cultivos, por lo tanto, debe ser tratada para evitar que en un futuro sea fuente de propagación de

enfermedades y de bioacumulación de metales pesados como el cromo identificado como moderadamente tóxico en los suelos y las plantas, que pueden afectar la salud de los habitantes.

2.2. BASE TEORICAS

2.2.1. Suelo

En 1967 Boulaine y Aubert, dieron una definición bien elaborada: «Es el producto de la alteración, de la reestructuración y de la organización de las capas superiores de la corteza terrestre bajo la acción de la vida, de la atmósfera y de los intercambios de energía que en ella se manifiestan». Los componentes del suelo que nosotros observamos, medimos e interpretamos, no pertenecen a un sistema de cuerpos materiales fijos, sino que transitan en el interior del pedon procediendo de la atmósfera (agua, nitrógeno, carbono); de la hidrósfera (sodio, potasio, cloro, sulfatos, etc.); de la litósfera (fósforo, oligoelementos, calcio, magnesio, etc.) o de pedones vecinos. Estas transferencias continuadas, alternadas, cíclicas o episódicas se hacen a velocidades variables y en direcciones variadas. Por tanto, el concepto de suelo es un concepto muy difícil de definir. Los constituyentes del suelo son los residuos de la alteración minera que constituía el estado inicial del suelo, pero provienen también de la atmósfera y de los organismos asociados a ellos. (Boulaine y Aubert, 1967)

La FAO afirma que como otras palabras comunes la palabra suelo tiene varios significados. Su significado tradicional se define como el medio natural para el crecimiento de las plantas. También se ha definido como un cuerpo natural que consiste en capas de suelo (horizontes del suelo) compuestas de materiales de minerales meteorizados, materia orgánica, aire y agua. El suelo es el producto final de la influencia del tiempo y combinado con el clima, topografía, organismos (flora, fauna y ser humano), de materiales parentales (rocas y minerales originarios). Como resultado el suelo difiere de su material parental en su textura, estructura, consistencia, color y propiedades químicas, biológicas y físicas. El suelo es un componente esencial de la "Tierra" y "Ecosistemas". Ambos son conceptos más amplios que abarcan la vegetación,

el agua y el clima en el caso de la tierra, y además abarca también las consideraciones sociales y económicas en el caso de los ecosistemas. (FAO).

El suelo es un recurso natural finito y no renovable que presta diversos servicios ecosistémicos o ambientales, entre ellos y a manera de ejemplo, el relacionado con su participación en los ciclos biogeoquímicos de elementos clave para la vida como carbono, nitrógeno, fósforo, etc., que continuamente y por efecto de la energía disponible, pasan de los sistemas vivos a los componentes no vivos del planeta. No obstante, lo más conocido, es que el suelo es el asiento natural para la producción de alimentos y materias primas de los cuales depende la sociedad mundial (CONABIO, 2016.; Silva y Correa, 2009; OBIO, 2016; Montanarella, 2015).

2.2.2. Composición del suelo

a) Fase Sólida

Se divide en orgánica e inorgánica:

- La orgánica está compuesta por materia orgánica procedentes de restos de seres vivos como excrementos, madera, etc., en mayor o menor grado de descomposición. Cuando la descomposición está muy avanzada la materia orgánica se llama “humus”. La materia orgánica retiene más agua, favorece la aireación del suelo al aglutinar partículas minerales haciéndolo más poroso y aumenta la fertilidad del suelo. Hay una inmensa variedad de seres vivos, entre los que destacamos los descomponedores que degradan la materia orgánica e inorgánica y los que remueven el suelo permitiendo la aireación y evitando su endurecimiento. (Ramírez, 1997)
- La inorgánica son los fragmentos de rocas y minerales producto de la meteorización. Gravas (> 2mm), arena (2mm – 0,02mm), limo (0,02mm – 0,002mm), arcilla (< 0,002mm). Las arcillas forman agregados con el humus muy importante para la fertilidad de suelo al retener sales minerales. (Ramírez, 1997)

b) Fase Líquida

Es el agua que lleva en disolución sales minerales y coloides de arcillas y humus. El agua generalmente se encuentra en los poros del suelo de tamaño pequeño o mediano (agua absorbible), si los poros son demasiado pequeños no puede ser absorbida por las raíces (agua retenida que es la que no circula) y si los poros son demasiado grandes tampoco porque se escurre por gravedad (agua de gravitación) para formar parte de agua de acuíferos subterráneos. (Juárez, 2005).

La fase líquida está constituida por el agua con sustancias en solución y ocupa una parte o todos los espacios porosos entre las partículas sólidas. Su contenido puede ser variable de acuerdo a las condiciones del suelo. (Ramírez, 1997).

c) Fase Gaseosa

La fase gaseosa o "atmósfera del suelo" está constituida por un gas de composición parecida al aire cualitativamente, pero con proporciones diferentes de sus componentes. Ella permite la respiración de los organismos del suelo y de las raíces de las plantas que cubren su superficie. También ejerce un papel de primer orden en los procesos de óxido-reducción que tienen lugar en el suelo.

El contenido en oxígeno del aire del suelo oscila entre el 10 % y el 20 % y nunca alcanza el 21 % del aire atmosférico. La discrepancia mayor entre ambos gases se encuentra en el contenido en dióxido de carbono en el que el aire del suelo contiene, como mínimo, diez veces más que el atmosférico oscilando entre el 0.2 % y el 3.5 %, cantidad que puede superarse ampliamente en suelos mal aireados. (Área de edafología y química agrícola, 2005)

2.2.3. Propiedades

2.2.3.1. Propiedades físicas

a) Densidad aparente

Es la relación existente entre la masa y el volumen de suelo, en este volumen está considerado todo el espacio poroso existente.

Es una característica que nos da a conocer las condiciones en las cuales se encuentra el suelo con respecto a la compactación, la porosidad, la disponibilidad de agua y de oxígeno, etc. Los suelos presentan una densidad aparente que oscila de 1.2 a 1.95 g/CC. El suelo empieza a tener problemas por compactación cuando estos valores son superiores a 1.6 g/CC. (Ramírez, 1997)

b) Densidad real

Es la relación entre el volumen de las partículas de suelo y el volumen de estas sin considerar el espacio poroso. La densidad real, cuando no se presentan cantidades considerables de materia orgánica, fluctúa entre 2.5 y 2.6 g/CC, y alcanza el mayor valor (2.65 g/CC) en suelos arcillosos o arenosos con muy poca materia orgánica. En suelos con abundante contenido en hierro se pueden alcanzar valores superiores a 2.7 g/CC (suelos ferralíticos). (Ramírez, 1997)

c) Textura

La textura indica la proporción de las partículas fundamentales del suelo: arcilla, limo y arena, que se pueden agrupar en fina, media y gruesa. El diámetro de las partículas de arcilla es menor de 0.002 mm, las de limo están entre 0.002 y 0.05 mm y las de arena son entre 0.05 y 2.0 mm. La textura, además influye en la cantidad y disponibilidad de agua y nutrimentos, así como en la aireación, drenaje y accesibilidad en el uso de implementos agrícolas. (INTAGRI, 2017)

Suelos de textura gruesa. Son los suelos con más de 50 % de arena, pero contienen menos del 20 % de arcilla. Cuentan con una baja capacidad para retener nutrientes y agua. La gran cantidad de poros grandes y bajo contenido

de arcilla provoca que se pierda más fácilmente agua y nutrientes, especialmente nitrógeno. (INTAGRI, 2017)

Suelos de textura media. Son suelos con buena aireación y drenaje para el desarrollo de las raíces. Generalmente tienen menos de 35 a 40 % de arcilla y menos de 50 % de arena. Presentan una alta proporción de poros de tamaño medio a fino. Son suelos con una amplia capacidad productiva, disponibilidad de agua y nutrimentos. (INTAGRI, 2017)

d) Estructura

Se la define como el arreglo de las partículas del suelo. Se debe entender por partículas, no solo las que fueron definidas como fracciones granulométricas (arena, arcilla y limo), sino también los agregados o elementos estructurales que se forman por la agregación de las fracciones granulométricas. Por lo tanto, «partícula» designa a toda unidad componente del suelo, ya sea primaria (arena, limo, arcilla) o secundaria (agregado o unidad estructural). El arreglo entre las partículas del suelo, la estructura, determina el espacio entre las mismas, que son predominantemente macroporosos. Según el nivel de observación, se puede hablar de macroestructura o microestructura. La macroestructura, es el arreglo de las partículas secundarias y primarias visibles a simple vista. La microestructura es el arreglo de las partículas primarias para formar las secundarias; de ella depende en alto grado la macroestructura. Al atender a la microestructura, se observa que los componentes coloidales del suelo (plasma) actúan como cemento de los granos más gruesos (esqueleto). (L. Rucks, F. García, A. Kaplán, M. Hill, J. Ponce de León – 2004)

e) Color

Es una de las propiedades que permite describir a los distintos tipos de suelos. Mientras mayor cantidad de energía calorífica se encuentre en el suelo, se tendrá una mayor temperatura y evaporación. Se ha comprobado que los suelos oscuros bajo las mismas condiciones ambientales y sin cubierta vegetal, tienden a secarse más rápido. Por otro lado, los suelos húmedos son más oscuros que aquellos que se encuentran secos, además de que absorben

mayor cantidad de luz que ayuda al incremento de temperatura del suelo y un desarrollo más acelerado del cultivo. El color del suelo también nos puede indicar de manera general el estado actual del mismo. Al considerar el color de los suelos es importante conocer si proviene de un proceso de formación reciente o se trata de un color procedente del material parental. El color del suelo puede servir de inicio para interpretar las propiedades del suelo en cuanto a aireación, drenaje o contenido de materia orgánica (MO). (INTAGRI, 2017)

f) Humedad

Referida a la cantidad de agua disponible en el suelo. Dicho contenido puede variar de acuerdo al tipo y cantidad de arcilla y el porcentaje de MO que se encuentre en el suelo. Entre mayor cantidad de arcilla y/o MO, mayor cantidad de agua retenida; es por ello que suelos arenosos suelen saturarse más rápidamente que un arcilloso. Es importante conocer el manejo de los riegos en el cultivo en base al tipo de suelo y evitar un estrés hídrico que repercuta en el rendimiento. Mientras la conductividad hidráulica, es definida como la capacidad del suelo para transmitir agua y oxígeno hacia el perfil del suelo. Su determinación es considerada como una medición indirecta de la compactación, de la estabilidad estructural del suelo y/o posible presencia de sodio en la fase de intercambio. Una baja conductividad hidráulica ($< 2.5 \text{ cm/h}$) puede deberse a un bajo contenido de materia orgánica, combinada con un alto contenido de sodio ($>5 \%$ de PSI), sobre todo en suelos de textura fina, esto puede solucionarse al incorporarse una fuente de calcio (yeso agrícola) y/o MO. (INTAGRI, 2017).

2.2.3.2. Propiedades químicas

a) Materia orgánica

La materia orgánica (residuos de plantas y materiales animales) está hecha de compuestos tales como los carbohidratos, ligninas y proteínas. Los microorganismos descomponen la materia orgánica en dióxido de carbono y los residuos más resistentes en humus. Durante el proceso de descomposición los

microbios pueden atrapar nitrógeno del suelo. La materia orgánica y el humus almacenan muchos nutrientes del suelo. También mejoran su estructura, sueltan suelos de arcilla, ayudan a prevenir la erosión y mejoran la capacidad de retención de nutrientes y agua de suelos arenosos o toscos. La cantidad de materia orgánica del suelo depende de la vegetación, el clima, la textura del suelo, el drenaje del mismo y de su laboreo. Los suelos minerales con mayor contenido de materia orgánica son normalmente los suelos de praderas vírgenes. Los suelos de bosques y aquellos de climas cálidos tienen una menor cantidad de materia orgánica. (Pascual Izquierdo, R. y Venegas Yuste, S., 2007)

b) Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

Dentro de todos los procesos que se dan en el suelo. el más importante es el intercambio iónico. Junto con la fotosíntesis. son los dos procesos de mayor importancia para las plantas. El cambio iónico es debido casi en su totalidad a la fracción arcilla y a la materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico se define como el número de cargas negativas del suelo y se expresa en meq/ 100g de suelo. Aumentos en el pH traen como consecuencia un incremento en las cargas negativas. ya que el aluminio se precipita. la concentración de hidrogeniones disminuye. por lo tanto, la CIC aumenta. (Ramírez. 1997)

El cambio iónico se define como los procesos reversibles por los cuales las partículas sólidas del suelo adsorben iones de la fase acuosa liberando al mismo tiempo otros iones en cantidades equivalentes, estableciéndose el equilibrio entre ambas fases. Las causas que originan el intercambio iónico son los desequilibrios eléctricos de las partículas del suelo. Para neutralizar las cargas se adsorben iones, que se pegan a la superficie de las partículas. Quedan débilmente retenidos sobre las partículas del suelo y se pueden intercambiar con la solución del suelo. (Maycotte Morales, C. 2011)

c) pH

El pH indica el grado de acidez de la solución del suelo, pero no la acidez total del suelo. El pH debido a la influencia que tiene sobre el desarrollo de las

plantas y la fauna del suelo, incide además en la velocidad y calidad de los procesos de humificación y mineralización, así como en el estado de determinados nutrientes. En los suelos los hidrogeniones se encuentran tanto en la solución, como en el complejo de cambio, dando origen a los dos tipos de acidez conocidas; la activa o real (en solución) y la acidez de cambio o de reserva (para los adsorbidos). Ambas están en equilibrio dinámico. Si se eliminan H^+ de la solución se liberan otros tantos H^+ adsorbidos. Como consecuencia el suelo muestra una fuerte resistencia a cualquier modificación de su pH, está fuertemente tamponado. (Maycotte Morales, C. 2011)

d) Nitrógeno total

El nitrógeno total nos indica todas las formas de nitrógeno, orgánico e inorgánico, cualquiera que sea su estado, asimilable o no, y es muy variable en el tiempo. El 90-95% del nitrógeno total del suelo se encuentra en forma orgánica, de modo que no es directamente asimilable por las plantas, sino que debe sufrir un proceso de transformación denominado mineralización. A su vez, el nitrógeno mineral del suelo, se encuentra en forma de amonio, NH_4^+ , y de nitrato, NO_3^- . Las necesidades de nitrógeno dependen de la especie, de la variedad, del rendimiento potencial y de la calidad de la cosecha; a lo largo del ciclo de cultivo las necesidades son distintas: en los cereales de invierno son más importantes en el ahijado y el encañado, mientras que en cultivos arbóreos las necesidades son máximas durante la floración y cuajado de los frutos. (Tecnicoagrícola, 2013)

e) Fósforo disponible

El fósforo es un elemento fundamental para la nutrición de las plantas. Es absorbido por éstas en forma de fosfatos mono y diácidos. A diferencia del nitrógeno y del azufre, que son otros elementos que se absorben en forma aniónica, el fósforo es un elemento poco móvil. Por su tendencia a reaccionar dando formas fosforadas no disponibles para las plantas es que debe ser considerado uno de los elementos más críticos. (Sanzano, 2015)

Se identifica como “disponible” o “asimilable” la fracción del P inorgánico del suelo que está más estrechamente relacionada con la absorción por la planta (Ferrando, 2013).

2.2.3.3. Propiedades biológicas

La biología del suelo es la ciencia que se ocupa del estudio de los organismos que de una u otra forma actúan sobre el suelo modificando su composición, su estructura y su funcionamiento. Los microorganismos del suelo se clasifican según su tamaño:

- Macrofauna: Son organismos mayores a 1 cm de diámetro. Es decir, se pueden observar a simple vista y efectúan sobre el suelo cambios físicos y, en algunos casos, cambios químicos. Pueden ser: vertebrados, organismos que tienen relación directa con el suelo y que son de vida silvestre. Invertebrados, dentro de los cuales están moluscos como el caracol y las babosas, anélidos como la lombriz de tierra, onicóforos como la oruga, artrópodos como los crustáceos. insectos y milipedos.
- Mesofauna: Son aquellos con diámetros que están entre doscientas micras y 1 cm, Se encargan de producir en el suelo cambios físicos y químicos, en la mesofauna, los de mayor importancia son los nematodos.
- Microfauna: Son los responsables de las transformaciones químicas correspondientes a los procesos de humificación y mineralización de la materia orgánica. Tienen un diámetro entre 20 y 200 micras. Los de mayor importancia son los protistos. Las bacterias son los microorganismos más prolíferos en el suelo y los más importantes para transformar químicamente diferentes compuestos a formas asimilables por las plantas. En su mayoría son heterótrofas y saprofitas (descomponen compuestos) y algunas son autótrofas (fabrican su propio alimento). (Ramírez, 1997).

2.2.4. Contaminación del suelo

2.3.4.1. ¿Qué es la contaminación del suelo?

No existe una definición mundialmente aceptada acerca de contaminación de suelos, si bien se entiende como un cambio indeseable en las

características físicas, químicas y/o biológicas del suelo que terminan por afectar al hombre, animales, plantas y en general al medio ambiente. Con relación a la calidad del suelo sería el proceso que disminuye las posibilidades de uso. (Jiménez, 2017).

Antes de la década de los 70 se hablaba de la contaminación del aire y del agua, pero al suelo se le consideraba con una capacidad de autodepuración casi infinita. La sensibilidad mundial comenzó a cambiar a partir de la declaración de la “Carta Europea de Suelos” desarrollada por la Comunidad Europea en 1972, la cual define el suelo como uno de los más preciados activos de la humanidad sobre el que viven hombres, animales y plantas, lo califica como un recurso limitado fácilmente destruible y manifiesta que debe ser protegido contra la erosión, la contaminación, el daño que puede causar el desarrollo urbano, y las prácticas agrícolas y silvícolas, para acabar afirmando que los Gobiernos y personas con autoridad deben impulsar medidas específicas para planificar y administrar los recursos del suelo. Pero fue en el año 1992, en la Cumbre de Río, donde se reconoció la importancia de la protección de los suelos y de sus usos potenciales en el contexto de un desarrollo sostenible, en particular contra la contaminación procedente de acciones o actividades de origen antrópico (Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, 2005).

Según (Tarazona, 2014), la contaminación del suelo, puede resultar tanto de actividades planeadas como involuntarias. Estas actividades pueden incluir la introducción directa de contaminantes en el suelo, así como procesos ambientales complejos que pueden llevar a una contaminación indirecta del suelo a través del agua o de la deposición atmosférica. (FAO).

Por otro lado, la contaminación del suelo usualmente se esparce hacia otros elementos, como el agua y el aire, dado que las lluvias “lavan” el suelo, llevándose hacia los ríos, mares y aguas subterráneas todas las sustancias contaminantes que deteriorarán entonces otros ecosistemas (Raffino, 2020).

Los efectos desfavorables de los contaminantes en el suelo como son:

- Destrucción del poder de autodepuración por procesos de regeneración biológica normales, al haberse superado la capacidad de aceptación del suelo. Se ve afectado el ciclo biogeoquímico y la función de biofiltro.
- Disminución cualitativa y cuantitativa del crecimiento de los microorganismos del suelo, o bien alteración de su diversidad, lo que hace aumentar la fragilidad del sistema.
- Disminución del rendimiento de los cultivos con posibles cambios en la composición de los productos, con riesgo para la salud de los consumidores, al entrar determinados elementos en la cadena trófica.
- Contaminación de las aguas superficiales y freáticas por procesos de transferencia. Se alcanzan concentraciones superiores a las consideradas aceptables.
- Disminución de las funciones de soporte de actividades de ocio. Los espacios contaminados presentan problemas de salubridad para los usuarios.

2.3.4.2. Causas de la contaminación del suelo

Fenómenos como la erosión, la pérdida de carbono orgánico, la salinización, la compactación, la acidificación y la contaminación química son los principales responsables del deterioro actual del suelo. Además, la FAO diferencia entre estos dos tipos de contaminación edáfica:

- **Contaminación puntual**, se debe a razones concretas, tiene lugar en áreas reducidas y sus causas son fáciles de identificar. Esta contaminación terrestre es habitual en las ciudades, los emplazamientos de antiguas fábricas, los alrededores de las carreteras, los vertederos ilegales y las depuradoras.
- **Contaminación difusa**, abarca territorios muy amplios y sus causas son diversas o difíciles de identificar. Este suceso implica la dispersión de contaminantes a través de sistemas aire-suelo-agua y tiene un impacto importante sobre la salud humana y el medio ambiente.

Entre las causas antropogénicas más habituales de la contaminación del suelo, la FAO destaca la industria, la minería, las actividades militares, la gestión de

desechos y aguas residuales, la agricultura, la ganadería y la construcción de infraestructuras urbanas y de transportes.

2.2.5. Sistema de Riego

Conjunto de estructuras, que hace posible que una determinada área pueda ser cultivada con la aplicación del agua necesaria a las plantas. El sistema de riego consta de una serie de componentes, aunque no necesariamente el sistema de riego debe constar de todas ellas, ya que el conjunto de componentes dependerá de si se trata de riego superficial (principalmente en su variante de riego por inundación), por aspersión, o por goteo.

Tipos de sistema de riego:

- **Riego por superficie o por gravedad;** es un método que engloba gran número de variantes o sistemas diferentes. Dentro de los más usados destacan el riego por surcos, el riego por tabulares y el riego por fajas.
- **Riego por aspersión;** es un método de riego automatizado que utiliza mecanismos de presurización del agua para generar el riego. Se dividen en sistemas estacionarios o de desplazamiento continuo.
- **Riego localizado;** es un método que suministra agua a presión en forma de gotas que directamente acceden a la zona radicular de cada planta.

2.2.6. Aguas Residuales

Son cualquier tipo de agua cuya calidad está afectada negativamente por la influencia antropogénica. Se trata de agua que no tiene valor inmediato para el fin para el que se utilizó ni para el propósito para el que se produjo debido a su calidad, cantidad o al momento en que se dispone de ella.

Según la UNESCO (2017), el 80% de las aguas residuales retornan al ecosistema sin ser tratadas o reutilizadas, siendo uno de los grandes desafíos del agua.

- **Aguas residuales urbanas:** Las aguas residuales domésticas o la mezcla de éstas con aguas residuales industriales o con aguas de escorrentía pluvial.

- **Aguas residuales domésticas:** Las aguas residuales procedentes de zonas de vivienda y de servicios, generadas principalmente por el metabolismo humano y las actividades domésticas.
- **Aguas residuales industriales:** Todas las aguas residuales vertidas desde locales utilizados para cualquier actividad comercial o industrial, que no sean aguas residuales domésticas ni aguas de escorrentía pluvial

2.2.7. Agentes Contaminantes en el Agua

- Metales pesados:** Su presencia está muy relacionada con la industria y la minería. Dentro de la contaminación con metales pesados se encuentran metales como el hierro, cromo, el cobre, el cadmio, el manganeso, el plomo y el zinc; y metaloides como el arsénico o el selenio. Su existencia en el agua puede poner en peligro la salud humana y la de otros seres vivos por su extremada toxicidad. Pueden tener efectos neurotóxicos, mutagénicos, teratogénicos y, además, pueden inducir el cáncer y defectos congénitos, entre otros resultados.

- **Hierro**

Se presenta en el agua en varias formas básicas: disuelto como hierro ferroso (Fe^{2+}), en partículas en estados férricos (Fe^{3+}), y en coloidales como partículas muy pequeñas difíciles de filtrar y asentar. El predominio de una u otra forma depende en su mayoría del pH, Eh (potencial de oxidación) y la temperatura del agua. El Fe está presente en las aguas residuales industriales, operaciones de minería, manufactura de tintas, procesamiento de metales, de fábricas textiles, refinación de petróleo, entre otros.

- **Cromo**

Es un elemento natural, que se encuentra en las rocas, plantas, suelos, animales, el humus y gases volcánicos. Puede funcionar con distintas valencias y en el ambiente se encuentra en varias formas; las más comunes son las derivadas del cromo trivalente (III) y cromo hexavalente (VI). El Cr III es un nutriente esencial para los seres humanos. El Cr metálico y los derivados del Cr VI, son de origen antropogénico. Las principales fuentes de exposición

ambiental al Cr son las emisiones de la industria química e incineradores, efluentes de las industrias, rellenos sanitarios contaminados, polvo de cemento, polvo procedente de desgaste de convertidores y balatas de frenos, humo de tabaco, entre otras.

- **Cobre**

El Cu tiene varios usos, como en la fabricación de tubos, válvulas, accesorios para baño, aleaciones y revestimientos, entre otros. Además, el sulfato de cobre es uno de los compuestos utilizados como pesticidas, así mismo las sales de cobre poseen efectos fungicidas y plaguicidas. Las actividades industriales como la minería, la corrosión de las tuberías de latón, efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales, escurrimiento superficial y contaminación del agua subterránea a partir del uso de pesticidas en la agricultura y la precipitación atmosférica de fuentes de la industria aumentan la cantidad de Cu en el medio ambiente.

- **Cadmio**

La mayor parte del cadmio (Cd) se produce como subproducto de la extracción y fundición del Zn, ya que los dos metales se encuentran juntos en la naturaleza. La contaminación ambiental por Cd es debido a las minas de Zn, la quema de carbón, tratamientos por incineración de residuos y otras fuentes. Debido a su parecido con el Zn, las plantas absorben el Cd del agua de riego. La diseminación de fertilizantes de fosfato por los campos agrícolas que contienen Cd, así como lodos residuales por vertidos industriales, aumentan el nivel de Cd en el suelo y plantas.

- **Manganeso**

El manganeso (Mn) es un elemento natural que se encuentra en muchas rocas, el suelo y el agua. La mayor fuente antropogénica en el ambiente incluye las descargas de aguas residuales municipales, lodos, minería y procesamiento de minerales, fabricación de aleaciones de hierro y acero, la quema de combustibles fósiles, entre otros. La actividad antrópica puede ser responsable de las elevadas concentraciones de Mn. Algunas de las principales fuentes de contaminación ambiental están constituidas por los humos, polvos y aerosoles

provenientes de procesos metalúrgicos, operaciones mineras, combustión de carbón, incineración de residuos sólidos y otras actividades.

- **Plomo**

Las fuentes naturales de contaminación por plomo (Pb) son la erosión del suelo, el desgaste de los depósitos de minerales de Pb y las emanaciones volcánicas. Después de las actividades de minería, la principal fuente antropogénica es la industrial. El origen de la presencia del Pb en cursos naturales de agua o en las aguas marinas se deriva de efluentes industriales, aguas residuales municipales, emisiones de gases por operaciones de fundición, combustión de combustibles.

- **Zinc**

El zinc (Zn) se desplaza en el medio ambiente por un proceso denominado ciclo natural. Las rocas y el suelo que contienen Zn se erosionan por los efectos de la nieve, el calor del sol, el viento, la lluvia, el hielo y el viento. En consecuencia, el agua y el viento transportan zinc hasta ríos, lagos y mares, donde se depositan como sedimentos o se siguen deslizando. Los fenómenos naturales tales como erupciones volcánicas, incendios forestales, tormentas contribuyen a este ciclo. Es un elemento esencial y su eliminación tendría, a la larga, efectos perjudiciales en un ecosistema. La existencia de niveles elevados de Zn en el medio ambiente se debe a varias fuentes que incluyen efluentes municipales e industriales, impurezas de origen histórico, actividades mineras, geológicas y fuentes difusas, entre otras.

b. Radiactividad: Se debe principalmente a fugas o accidentes en plantas nucleares o plantas de energía nuclear, o bien por el deshecho intencionado de residuos radiactivos, refiriéndonos al desecho en la naturaleza sin control, no a los cementerios nucleares en los que, en principio, está controlado. Es un tipo de contaminación poco frecuente pero muy peligroso si sucede, pues es extremadamente difícil de contener y reparar el daño causado.

c. Hidrocarburos: La gasolina, el diésel o el petróleo, entre otros, son muy contaminantes. Pueden llegar a los ecosistemas por vertidos, por otro lado,

cuando llueve, el agua limpia las calles y carreteras y, por tanto, puede arrastrar a los ríos, lagos, humedales y aguas subterráneas las manchas de hidrocarburos que pueda haber en ellas. Dependiendo del tipo de hidrocarburo (volátiles, ligeros o pesados), este puede ser más o menos difícil de eliminar, pero las consecuencias para el medio ambiente son muy dañinas y los ecosistemas necesitan mucho tiempo para recuperarse, en muchos casos superando los diez años. Pueden tener distintos efectos tóxicos en los organismos dependiendo del tipo y la cantidad de hidrocarburo e incluso pueden morir por asfixia en el caso de mareas negras, pero no solo es el daño a los organismos, también se destruyen numerosos hábitats e incluso puede afectar a las actividades socioeconómicas de las zonas afectadas.

d. Microorganismos patógenos: En el agua también existen de forma natural muchos microorganismos que pueden resultar o no tóxicos para los seres humanos. Sin embargo, actividades como la ganadería intensa o la contaminación por aguas residuales puede hacer que se incrementen el número de microorganismos patógenos en el agua, como las bacterias coliformes y enterobacterias. Su presencia en el agua indica que ha habido una contaminación por heces y/o desechos animales y humanos. El consumo de agua contaminada con este tipo de organismos puede desembocar en problemas serios de salud como diarrea, infecciones e incluso la muerte como ocurre, desafortunadamente, en muchos países poco desarrollados.

e. Agentes contaminantes emergentes: Los contaminantes emergentes son aquellos contaminantes desconocidos hasta el momento o no reconocidos como tal. La presencia en el medio ambiente de los contaminantes emergentes, en muchos casos no es nueva, pero se encuentran a tan bajas concentraciones que en el pasado no eran posibles de detectar. Actualmente, con el desarrollo de nuevas técnicas y métodos analíticos es posible su detección y cuantificación en el medio.

2.2.8. Metales Pesados en el suelo

Se ha demostrado científicamente que, además de causar algunos de los problemas ambientales más graves, la exposición a metales pesados en determinadas circunstancias es la causa de la degradación y muerte de vegetación, ríos, animales e, incluso, de daños directos en el hombre.

De los 106 elementos conocidos por el hombre, 84 son metales, por lo que no es de extrañar que las posibilidades de contaminación metálica en el ambiente sean numerosas. Hay que tener presente que los metales son materias naturales que han desempeñado un papel fundamental en el desarrollo de las civilizaciones. El problema surge cuando prolifera su uso industrial y su empleo creciente en la vida cotidiana termina por afectar a la salud. De hecho, el crecimiento demográfico en zonas urbanas y la rápida industrialización han provocado serios problemas de contaminación y deterioro del ambiente, sobre todo, en los países en vías de desarrollo. (Cuidemos el planeta, 2018)

Entre los metales más contaminantes destacan el plomo (Pb) y el mercurio (Hg), seguidos por el berilio (Be), el bario (Ba), el cadmio (Cd), el cobre (Cu), el manganeso (Mn), el níquel (Ni), el estaño (Sn), el vanadio (V) y el cinc (Zn). La actividad industrial y minera arroja al ambiente metales tóxicos como plomo (Pb), mercurio (Hg), cadmio (Cd), arsénico (As) y cromo (Cr), muy dañinos para la salud humana y para la mayoría de formas de vida. Además, los metales originados en las fuentes de emisión generadas por el hombre, incluyendo la combustión de nafta con plomo (Pb), se encuentran en la atmósfera como material suspendido que respiramos. Por otro lado, las aguas residuales no tratadas, provenientes de minas y fábricas, llegan a los ríos, mientras los desechos contaminan las aguas subterráneas. Cuando se abandonan metales tóxicos en el ambiente, contaminan el suelo y se acumulan en las plantas y los tejidos orgánicos. (Cuidemos el planeta, 2018)

2.2.9. Contaminación del suelo agrícola por influencia de Aguas Residuales

El uso de aguas residuales en la agricultura puede aumentar el ingreso de materia orgánica y nutrientes a los suelos cultivados lo cual contribuye a mantener e incrementar la fertilidad del mismo, pero también puede traer efectos ambientales nocivos que deterioran la calidad del suelo y del agua. Es decir, la dinámica de la materia orgánica en el suelo es importante ya que su descomposición influye en la liberación de moléculas orgánicas e inorgánicas enlazadas a ella (Raber y Kogel-Knabner, 1995).

Por tanto, la entrada del lodo de aguas residuales por varios años puede influenciar las características químicas y de fertilidad del suelo (Soler et al., 2002). Las aguas residuales pueden constituir una alternativa en las zonas semiáridas donde hay escasez de este recurso, no sólo por ser una fuente de agua para los cultivos, sino por el aporte de nutrientes que mejoran la fertilidad del suelo, dado los altos contenidos de materia orgánica usualmente presentes en la misma (Simonete et al., 2003).

No obstante, su uso sin un tratamiento previo puede ocasionar problemas debido al alto contenido de sales, contaminación con metales pesados y la presencia de algunos microorganismos patógenos al hombre. Por ello es necesario evaluar su uso cuantificando su efecto sobre las propiedades químicas del suelo, con el fin de garantizar que su utilización no sólo mejore la fertilidad y productividad del suelo, sino que conlleve a mantener la calidad de este recurso, garantizando que no ocasionen problemas ambientales, ni de salud pública.

2.2.10. Aguas Residuales vertidas en la Cuenca del Río Rímac

El conocimiento del medio acuático, así como las principales fuentes de contaminación, su transporte, su transferencia y bioacumulación son necesarios para una evaluación adecuada del grado de contaminación de las aguas del río Rímac y sus efectos en los recursos hidrobiológicos y en la salud humana. Las aguas del río Rímac se encuentran contaminadas principalmente

por residuos de la industria minero-metalúrgica, desechos domésticos de los centros ubicados en su orilla, desechos industriales y agrícolas. (Guillen, 1998)

Asimismo, el creciente requerimiento de agua potable para abastecer a la población de Lima y Callao, para la agricultura y generación de energía hacen necesario realizar estudios de la calidad del agua y sus efectos en los recursos hidrobiológicos y en la salud humana.

El río Rímac ha sido estudiado por varios investigadores, pero en forma aislada e incompleta. Se tiene estudios aislados realizados por DIGESA, pero sólo con fines de control de calidad de agua, por IMARPE con la finalidad de conocer el grado de contaminación de las aguas marinas, por DEFENSA CIVIL con fines de prevención y evaluación de desastres naturales; por SEDAPAL con el objeto de controlar la calidad del agua y por otras instituciones que sólo han determinado en forma aislada algunas concentraciones de algunos metales, coliformes, vibrio, etc. (Dirección General de Calidad Ambiental, 2009)

Se identificación de 41 vertimientos¹ que corresponden a 30 empresas (mineras e industrias) que descargan sus aguas residuales al río Rímac, de estos vertimientos, 10 corresponden a mineros, 25 de origen industrial y 6 domésticos, representando un caudal total de 2 013.74 L/s (63 505 358.4 m³ /año). (Dirección General de Calidad Ambiental, 2009)

Se tiene identificado 21 vertimientos de aguas residuales domésticas² provenientes de localidades que directamente descargan al río Rímac, representando un caudal total de 1 187 L/s (37 433 232 m³ /año). En total se ha identificado 62 vertimientos³ de aguas residuales mineros, industriales y domésticos que descargan en el río Rímac con un caudal total de 3 188.74 L/s (100 560 158.4 m³ /año. (Dirección General de Calidad Ambiental, 2009)

En la Cuenca del río Rímac se tiene 62 vertimientos de aguas residuales, de las cuales el 44% es de origen doméstico con un caudal de 1 220.64 L/s (38 494 103.04 m³ /año); el 40% corresponde al sector industrial con un caudal de 1 195.66 L/s (37 706 387.6 m³ /año); y el 16% representa al sector minero con

un caudal de 772.44 L/s (24 359 667.8 m³ /año). (Dirección General de Calidad Ambiental, 2009)

2.2.11. Tratamiento de Aguas Residuales para riego

Consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes presentes en el agua, efluente del uso humano o de otros usos. La solución más extendida para el control de la contaminación por aguas residuales, es tratarlas en plantas donde se hace la mayor parte del proceso de separación de los contaminantes, dejando así una pequeña parte que completará la naturaleza en el cuerpo receptor. Para ello, el nivel de tratamiento requerido está en función de la capacidad de autopurificación natural del cuerpo receptor. A la vez, la capacidad de auto purificación natural es función, principalmente, del caudal del cuerpo receptor, de su contenido en oxígeno, y de su capacidad para reoxigenarse.¹ Por lo tanto, el objetivo del tratamiento de las aguas residuales, es producir un efluente reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango (también llamado biosólido o lodo) convenientes para su disposición o reutilización.

2.3. DEFINICION DE TERMINOS BASICOS

- **Anegamiento:** Inundación de un terreno agrícola ya sea por un aumento del nivel freático (capa superior del agua subterránea)
- **Caudal:** Cantidad de agua que lleva una corriente o que fluye de un manantial o fuente
- **Coliformes fecales:** Bacterias coliformes totales que se encuentran en grandes cantidades en los intestinos y excremento de los humanos y animales.
- **Coloración:** Conjunto, disposición y grado de intensidad de los colores de un animal o de una cosa.
- **Conductividad:** Propiedad natural de un cuerpo que permite el paso a través de sí del calor o la electricidad

- **Cuenca:** Extensión de terreno más ancha y menos profunda que un valle, cuyas aguas se vierten en un río, en un lago o en el mar.
- **Descomposición:** Separación de una cosa en las diferentes partes o elementos que la forman.
- **DIGESA:** Responsable en el aspecto técnico, normativo, vigilancia, supervigilancia de los factores de riesgos físicos, químicos y biológicos.
- **Efluente:** Líquido residual que fluye de una instalación
- **Enzimas:** Proteína soluble producida por las células del organismo, que favorece y regula las reacciones químicas en los seres vivos.
- **Escasez:** Existencia limitada e insuficiente de algo, especialmente si se considera necesario.
- **Evaporación:** Acción de evaporar o evaporarse.
- **LMP:** Es la medida de la 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.
- **Mitigación:** Es la intervención antropogénica para reducir las fuentes.
- **Nocivo:** Es siempre una alteración negativa del estado natural del medio y, por lo general, se genera como consecuencia de la actividad humana.
- **Periurbano:** Que está situado en la periferia de una ciudad.
- **Parámetro:** Los parámetros son medidas descriptivas de una población completa que se pueden utilizar como las entradas para que una función de distribución de probabilidad genere curvas de distribución.
- **Regadío:** Consiste en el suministro de las necesarias cantidades de agua a los cultivos mediante diversos métodos artificiales de riego.
- **Saneamiento:** Dotación de las condiciones necesarias de sanidad a un terreno, un edificio u otro lugar.

- **Salinización:** Acumulación excesiva de sales, cloruros, sulfatos, carbonatos, bicarbonatos y nitratos de sodio, potasio, calcio y magnesio en aguas y suelos, provocando el deterioro de esos recursos naturales.

3. HIPÓTESIS, VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

3.1. HIPÓTESIS

3.1.1. Hipótesis General

Las aguas residuales utilizadas para el riego de suelo agrícola en el distrito de Lurigancho-Chosica contiene agentes contaminantes que tienen efectos negativos sobre algunas propiedades químicas y la concentración de metales pesados en el suelo.

3.1.2. Hipótesis Específicas

- Los suelos agrícolas del distrito de Lurigancho-Chosica contiene agentes contaminantes que altera sus propiedades químicas.
- El grado de contaminación en los suelos agrícolas por defecto de las aguas utilizadas para su riego superan los ECA Suelo.

3.2. SISTEMA DE VARIABLES

3.2.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Aguas residuales del río Rímac

3.2.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Agentes contaminantes

3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	UNIDAD
INDEPENDIENTES Aguas residuales	Son aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado.	Las aguas residuales pueden ser una fuente de aporte de nutrientes que mejoran la fertilidad del suelo; no obstante su uso sin un tratamiento puede ocasionar problemas debido al alto contenido de metales pesados y la presencia de microorganismos patógenos.	Nivel de contaminación	Agentes contaminantes	%
DEPENDIENTES Agentes contaminantes	Nos referimos a aquellas sustancias que se encuentran en el medio natural y que provocan efectos perjudiciales en el mismo medio ambiente y en la salud de los seres vivos que lo habitan. Podemos encontrar contaminantes de tres tipos: físicos, químicos y biológicos.	Son sustancias que, por la forma de presentarse, pueden ser absorbidas por el organismo y producir en poco tiempo, o a lo largo de los años, efectos dañinos para la salud humana. Se pueden contar por miles, siendo algunas de origen natural y otras de origen artificial. Pueden producir daños si la cantidad absorbida, o dosis, es suficiente.	Define la fertilidad y calidad del suelo.	M.O CIC N total P disponible pH	% meg/100g mg/L ppm ácido o base
			Afectación de la calidad del suelo.	Cadmio Plomo	mg/kg mg/kg

4. MARCO METODOLOGICO

4.1. UBICACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

4.1.1. Delimitación del área de estudio

El estudio fue realizado en las parcelas agrícolas del distrito de Lurigancho-Chosica, ya que esta zona es la que cuenta con más extensión agrícola en la provincia de Lima Metropolitana, en donde se utiliza el agua del Río Rímac para el riego, la cual es contaminado por los efluentes industriales y doméstico.

Por ende, se decidió establecer como zona de ejecución de proyecto a este distrito que se abastece de agua proveniente del Río Rímac para uso agrícola. Por lo cual se tomó tres puntos de muestreo:



Figura 1: Ubicación de los puntos donde se ejecutará el proyecto de investigación.

4.1.2. Establecimiento de los puntos de muestreo

Se estableció los puntos de muestreo de la manera más eficiente para obtener resultados notorios, fueron tomados tres puntos en total, en estas tres zonas ya existe actividad agrícola, se dividió por secciones de la cuenca: cuenca alta, cuenca media y cuenca baja, con el fin de poder conocer el grado de contaminación y si esta aumentaba o disminuía según el recorrido de la cuenca hidrográfica a la ciudad.

Una vez limitado los puntos de muestreo, la toma de muestras se estima que realizará en el lapso 4 o 5 meses según el periodo de siembra, cosecha y las condiciones meteorológicas ya que estas podrían variar, la cual sería un factor importante durante la toma de muestras y resultados.

4.1.3. Georreferenciación

Para la delimitación de la zona de investigación se utilizará un Sistema de Información Geográfica (SIG), coordenadas que serán obtenidas a través del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), y cartografía base específica de los sectores de Lurigancho-Chosica.

4.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION

Por su objeto será Básica y Aplicada, que se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación. El uso del conocimiento y los resultados de investigación que da como resultado una forma rigurosa, organizada y sistemática de conocer la realidad. (Murillo, 2008).

Por su profundidad será Descriptivo, porque busca especificar las propiedades, características y los perfiles del objeto de estudio que se analice; Explicativa, porque se enfoca en explicar por qué ocurre un fenómeno. (Sampieri, 2010)

Por su enfoque será Cuantitativo, porque usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento. (Hernández, 1991).

4.3. DISEÑO Y ESQUEMA DE INVESTIGACION

Se tomará en cuenta cuadros estadísticos y/o tablas dinámicas para poder llevar los registros y descripción de las muestras tomadas, teniendo en cuenta que son 3 parcelas en ejecución en diferentes zonas de la cuenca del río Rímac, en donde se tomara una repetición de 3 a cada una de ellas (antes, durante y después del uso agrícola de cada parcela).

4.4. POBLACION Y MUESTRA

4.4.1. Población

Las parcelas agrícolas del distrito de Lurigancho-Chosica, en donde se utiliza el agua del Río Rímac para el riego.

4.4.2. Muestra (no probabilística)

- 3 zonas de ejecución establecidas en diferentes alturas de la cuenca del río Rímac.
- 3 muestras de agua en cada altura establecida de la cuenca en el periodo de ejecución de la investigación.
- 3 zonas de ejecución en los suelos agrícolas de la cuenca del río Rímac.
- 3 muestras de suelo en cada zona en el periodo de ejecución de la investigación.
- 10 kg por cada punto de muestreo.

4.5. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

4.5.1. Técnicas

- Toma de muestra
- Guía para muestreo de suelo 2014, pág. 9.
- Guía técnica “Procedimiento de toma de muestra del agua” - DIGESA

4.5.2. Instrumentos

- Ficha de Recolección de datos
- Estándares de Calidad Ambiental para Suelo (ECA-Suelo), aprobado por D.S. N°011-2017-MINAM, el 02 de diciembre del 2017. Perú.
- Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA-Agua), aprobado por D.S. N°004-2017-MINAM, el 07 de junio del 2017. Perú.

4.5.3. Aspectos éticos

El estudio a elaborar, deberá contar con la aprobación de los dueños de las parcelas en donde se efectuará el proyecto, así mismo hacerles de conocimiento que al culminar la investigación, se les hará llegar los resultados de la investigación, con la finalidad de que ellos conozcan la calidad de su suelo agrícola y proponer algunas posibles alternativas de solución si estas resultan estar contaminadas.

4.6. TECNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS

4.6.1. Recolección y almacenamiento de las muestras

1. Muestra de agua

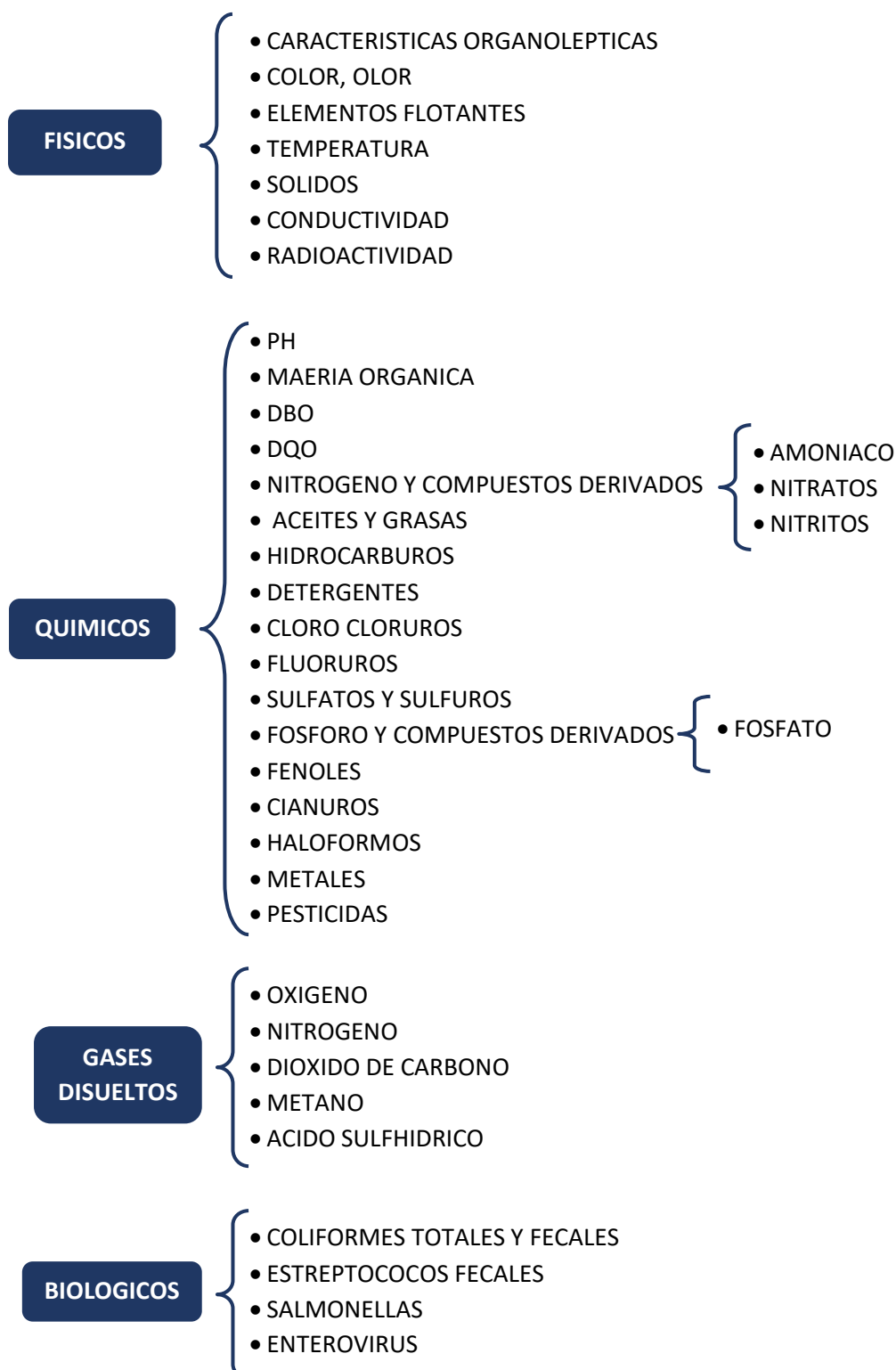
a) Normas generales

- Los envases para el recojo de la muestra deben estar limpios y secos. Se debe rotular con tinta indeleble o etiqueta indicando: número o nombre de la muestra, fecha y hora.
- En general se utilizarán envases de plástico de politetrafluoretileno polietileno. Solo para el caso de análisis de compuestos orgánico volátiles se utilizarán envases de vidrio.
- Antes de llenar el envase con la muestra, hay que lavarlo 2 o 3 veces con el agua que se va recoger, a menos que el envase contenga conservante o colorante.
- Debe llenarse el envase dejando un pequeño espacio para la posible expansión térmica durante el transporte al laboratorio, excepto cuando se requiera la determinación de compuestos orgánicos volátiles, completando todo el volumen si dejar cámara de aire.
- Todo equipo debe estar debidamente calibrados.
- Los preservantes químicos más comunes son ácido clorhídrico, nítrico, sulfúrico e hidróxido de sodio. Tener cuidado en su manipulación
- Llenar los registros de cada muestra recolectada (ficha de muestreo) e identifique cada frasco (etiquetado).
- La indumentaria de protección del personal que realizará el muestreo deberá estar constituido por una bata o mandil, pantalón, gorra, impermeable, botas de jebe, guantes de látex de nitrilo.
- El envío de la muestra al laboratorio se realizará tan pronto como sea posible, manteniendo la muestra a temperatura de refrigeración (4 – 8 °C) hasta ese momento, asegurándose de que la muestra esté completamente cerrada y rotulada.

b) Parámetros de calidad a analizar

Los parámetros de calidad del agua que deben ser analizados en las aguas receptoras de viviendas e industrias aledañas al río Rímac tienen que guardar relación con los contaminantes potenciales que pueden estar presentes en las

aguas residuales. Estos parámetros deberán ser analizadas en aguas residuales provenientes de las viviendas e industrias del distrito de Lurigancho-Chosica, donde las aguas residuales no están dirigidas a una planta de tratamiento de desagüe municipal, para ello usaremos lo descrito en la norma mediante los Estándares de Calidad Ambientas (ECA-agua).



c) Medición del caudal

El caudal de un río y/o quebrada es la cantidad, o volumen, de agua que pasa por una sección determinada en un tiempo dado. El caudal, pues, está en función de la sección (metros cuadrados) a atravesar por la velocidad a la que atraviese la sección metros/segundo. Se expresa en litros o metros cúbicos por segundo (l/seg o m³/seg).

En este caso usaremos el método del flotador, este se utiliza cuando no se tiene equipos de medición y para este fin se tiene que conocer el área de la sección y la velocidad del agua, para medir la velocidad se utiliza un flotador con él se mide la velocidad del agua de la superficie, pudiendo utilizarse como flotador cualquier cuerpo pequeño que flote: como un corcho, un pedacito de madera, una botellita lastrada, Este método se emplea en los siguientes casos:

- A falta de correntómetro.
- Excesiva velocidad del agua que dificulta el uso del correnmetro.
- Presencia frecuente de cuerpos extraños en el curso del agua, que dificulta el uso del correntómetro.
- Cuando pelagra la vida del que efectúa el aforo.
- Cuando pelagra la integridad del correntómetro.

El calculo consiste en:

$$Q = A \times v$$

$$v = e / t$$

v: es la velocidad en m/s

e: espacio recorrido en m del flotador

t : tiempo en segundos del recorrido e por el flotador

A: Área de la sección transversal

Q: Caudal

d) Procedimiento de toma de muestra

Se tomará una muestra simple ya que esta será tomada en un tiempo y lugar determinado para su análisis individual. En este caso se tomará tres

muestras en cada zona de la cuenca, al inicio, durante y culminando del periodo del uso agrícola de la parcela aledaña, para la confiabilidad de los resultados asegurándonos del que margen de error sea el mínimo ya que será una muestra por cantidades proporcionales al caudal de cada punto, será recogida durante la ejecución de la investigación.

Esta muestra representa la composición del agua original para el lugar, tiempo y circunstancias particulares en la que se realice su captación

La etapa de recolección de muestras es de trascendental importancia. Los resultados de los mejores procedimientos analíticos serán inútiles si no se recolecta y manipula adecuadamente las muestras, para esto se seguirán las recomendaciones establecidos en los “Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales – American Public Health Association, American Water Works, Association Water Pollution Control Federation 20th Edition, 1998”.

En este caso haremos la toma de muestra manualmente; la cual consiste en tomar porciones individuales del agua en estudio en botellas de boca ancha y almacenarlas en envase limpios manteniendo el sistema de refrigeración adecuado.

Toma, preservación y conservación de muestras de agua

Es importante considerar las etapas que se tiene que dar en todo proceso de muestreo, con la finalidad que la muestra sea lo más representativa posible y así asegurar la integridad desde su recolección hasta el reporte de los resultados por ello se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Para la toma de muestras en lugar con mucho caudal evitar las áreas de turbulencia excesiva, considerando la profundidad, la velocidad de la corriente y la distancia de separación entre ambas orillas.
- La toma de muestra se realizará en el centro de la corriente a una profundidad de acuerdo al parámetro a determinar.
- La toma de muestras, se realizará en dirección opuesta al flujo del recurso hídrico.
- Considerar un espacio de alrededor del 1% aproximadamente de la capacidad del envase (espacio de cabeza) para permitir la expansión de la muestra.

Indicadores Biológicos

- La toma de muestra microbiológica deberá realizarse a una profundidad de 20 a 30 cm. Los frascos para las muestras deben ser de vidrio y esterilizados, no deben ser sometidos al enjuague, la toma de muestra es directa dejando un espacio para aireación y mezcla de 1/3 del frasco de muestreo.
- Para el caso de la toma de muestras de Parásitos deben emplearse frascos de plásticos de boca ancha con cierre hermético, limpios. Abrir el envase y sumergirlo a unos 30 cm por debajo de la superficie. El volumen requerido es 4 litros.

Indicadores Orgánicos

- Para el caso de Aceites y Grasas e Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH), deberá realizar la toma directa sin realizar el enjuague. La toma de muestra se hace en superficie. Los frascos a utilizar serán de vidrio color ámbar de boca ancha con cierre hermético (no utilizar contratapa de plástico), de un litro de capacidad y preservar. Respecto a la toma de muestra para Demanda Bioquímica de Oxígeno, utilizar frascos de plástico de boca ancha de un litro de capacidad, limpios, al tomar la muestra llenar completamente el frasco e inmediatamente tapar, mantener la muestra en cajas protectoras de plástico a 4 °C aproximadamente (no se debe de congelar la muestra).

Indicadores físico-químico

- En el caso de la toma de muestra para determinar Metales Pesados, se utilizará frascos de plástico de boca ancha con cierre hermético, limpios de un litro de capacidad. Abrir el envase y sumergirlo a unos 20 cm por debajo de la superficie y luego preservar.
- En la toma de muestra para determinar Mercurio y Arsénico se empleará frascos de plásticos de boca ancha con cierre hermético, limpios y de 1 litro de capacidad. Abrir el envase y sumergirlo a unos 20 cm por debajo de la superficie y luego preservar; así mismo mantener la muestra en cajas protectoras de plástico a 4 °C aproximadamente.

- La toma de muestras para los parámetros Físicos y iones se utilizan frascos de plástico de boca ancha con cierre hermético, limpios y de 1 litro de capacidad, no requiriendo preservación y conservándose en cajas protectoras de plástico a 4 °C aproximadamente.
- La toma de muestras para el parámetro Dureza Total y Cálcica se utilizan frascos de plástico de boca ancha con cierre hermético, limpios y de 1/2 litro de capacidad y luego preservar y conservándose en cajas protectoras de plástico a 4 °C aproximadamente.
- Para la toma de muestra de los parámetros Cianuro WAD y Libre se empleará frascos de plásticos de boca ancha con cierre hermético, limpios y de 1/2 litro de capacidad y luego preservar.

2. MUESTRA DE SUELO

a) Delimitación de las Áreas

Primero se debe recorrer el terreno y elaborar un plano o un croquis sencillo de las superficies más o menos homogéneas, en cuanto al tipo de suelo, apariencia física y clase de manejo recibido anteriormente, donde se debe ubicar también los detalles más importantes del terreno como los son partes altas o bajas, planas o inclinadas, coloración del suelo, si es arenoso o pesado, vegetación alta, media o baja, riesgo de inundación, áreas que no se han trabajado ni fertilizado, y áreas trabajadas y fertilizadas.

b) Tipo de muestra

En este caso tomaremos una muestra compuesta, se refiere a la muestra de suelo obtenida de varias extracciones o muestras simples, reunidas en un recipiente codificado por profundidad, si es el caso, y luego bien mezcladas, de donde se retira un kg de suelo. Es el muestreo más utilizado para planificar fertilización. Se recolectará entre seis y doce submuestras por unidad de muestreo.

c) Época e intensidad de muestreo

En este caso se tomará un total de 3 muestras en cada zona, la primera antes de iniciar el periodo de siembra sin ningún tipo de fertilizantes aplicado

recientemente; la segunda durante el periodo de crecimiento de los cultivos, ya que es en donde más se encontraría en contacto con las aguas de la cuenca por el medio de riego; y por último se tomará una muestra final al término del periodo de cultivo.

d) Número de submuestras

Esto dependerá del tamaño del lote de muestreo y la intensidad de su uso.

e) Toma de las muestras

Como primer paso lo que debemos hacer es reconocer y recorrer el terreno, limpiando la superficie del terreno en caso haya maleza.

Para la toma de muestra se hará el recorrido en X, es un método es sencillo, y apropiado para sitios planos bastante homogéneos. Consiste en recolectar las muestras en forma de X, en cada lote de la finca. Nos ubicamos en un extremo (esquina) de un lote determinado, donde se inicia el muestreo en sentido al extremo opuesto. De igual forma se hace para los dos extremos (esquinas) restantes, hasta completar el muestreo de campo (*como se muestra en la figura 2*). La recolección de las submuestras se hace a lo largo de cada X, y posteriormente se mezclan.

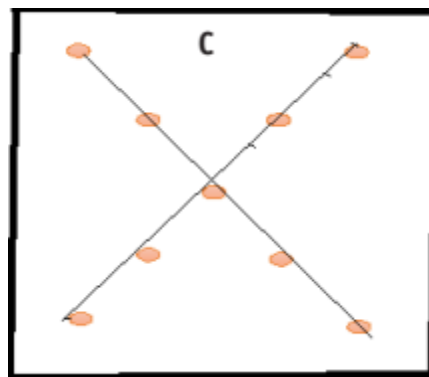


Figura 2: Recorrido en forma de X.

La submuestras deben ser tomadas entre 20cm o 30cm de profundidad (*como se muestra en la figura 3*). Luego de tener todas las submuestras en el balde, mezclarlas de forma homogénea y se toma 1 kg aproximadamente. Esta es la muestra compuesta requerida para el análisis.



Figura 3: Imagen referencial de recolección de muestras

Para poder identificar la muestra se debe colocar: el nombre del propietario, nombre del lugar en donde se tomó la muestra, ubicación geográfica, número de muestra.

f) Precauciones al tomar las muestras

- Evitar sacar muestras en suelo mojado.
- Usar bolsas de plástico limpias y nuevas, no de papel.
- No fumar durante la toma de muestras, para evitar contaminarlas con las cenizas del cigarro, que son ricas en potasio.
- No tomar muestras en áreas recién fertilizadas, sitios próximos a galpones, corrales o lugares pantanosos.

4.6.2. Manejo de las muestras de suelo en el laboratorio

El manejo de las muestras de suelo en el laboratorio implica aplicar procedimientos para su desecación, molienda, tamizado, mezcla, partición, pesado y conservación.

a) Desecación

Las muestras de suelo se suelen secar parcialmente al aire, por 48 horas. Al cabo de este tiempo el suelo constituye lo que se denomina suelo seco al aire.

b) Tamizado

Se pasa la muestra de seco al aire a través de una malla de 2mm y se recoge lo que pasa por ella obteniéndose de esta manera lo que se denomina tierra fina seca al aire. Al tomar las muestras en el campo se desprecian las piedras y la graba gruesa, presentes en ella. En los trabajos de investigación,

la aparición de cantidades significativas de graba sobre el tamiz de 2mm (>2%), es una indicación de que la base tomada sobre tierra fina debe corregirse para los suelos destinados a uso agrícola, refiriendo los análisis al volumen de la capa arable.

c) Molienda

Los agregados del suelo se someten a fractura moliéndolos ligeramente con un rodillo o una mano de mortero de caucho. La molienda tira de los granos de mineral solamente se puede tolerar cuando las muestras se destinan a la determinación de la materia orgánica total contenida en el suelo o para el análisis elemental total.

Sin embargo, estas muestras son inadecuadas para otras determinaciones tales como la medida del pH del suelo, la determinación de la Capacidad de Intercambio Catiónico, la cantidad de fósforo fácilmente soluble preñándose luego al tamizado de la muestra molida.

d) Mezcla

La muestra obtenida luego del tamizado, se procede a mezclarlo uniformemente en una bandeja plástica o en una superficie limpia, repitiendo el proceso hasta lograr mayor uniformidad posible.

e) Partición de la muestra

La tierra fina seca al aire tiene que recibir un “cuarteo”, este se realiza haciendo un montón cónico en el suelo, aplastando un poco y cortando en dos por el centro con una espátula, luego se corta en cuatro partes haciendo otro corte perpendicular al anterior. Se mezclan los dos cuartos opuestos y se descartan los otros dos, esta operación se repite hasta que se tenga el tamaño de muestra deseada.

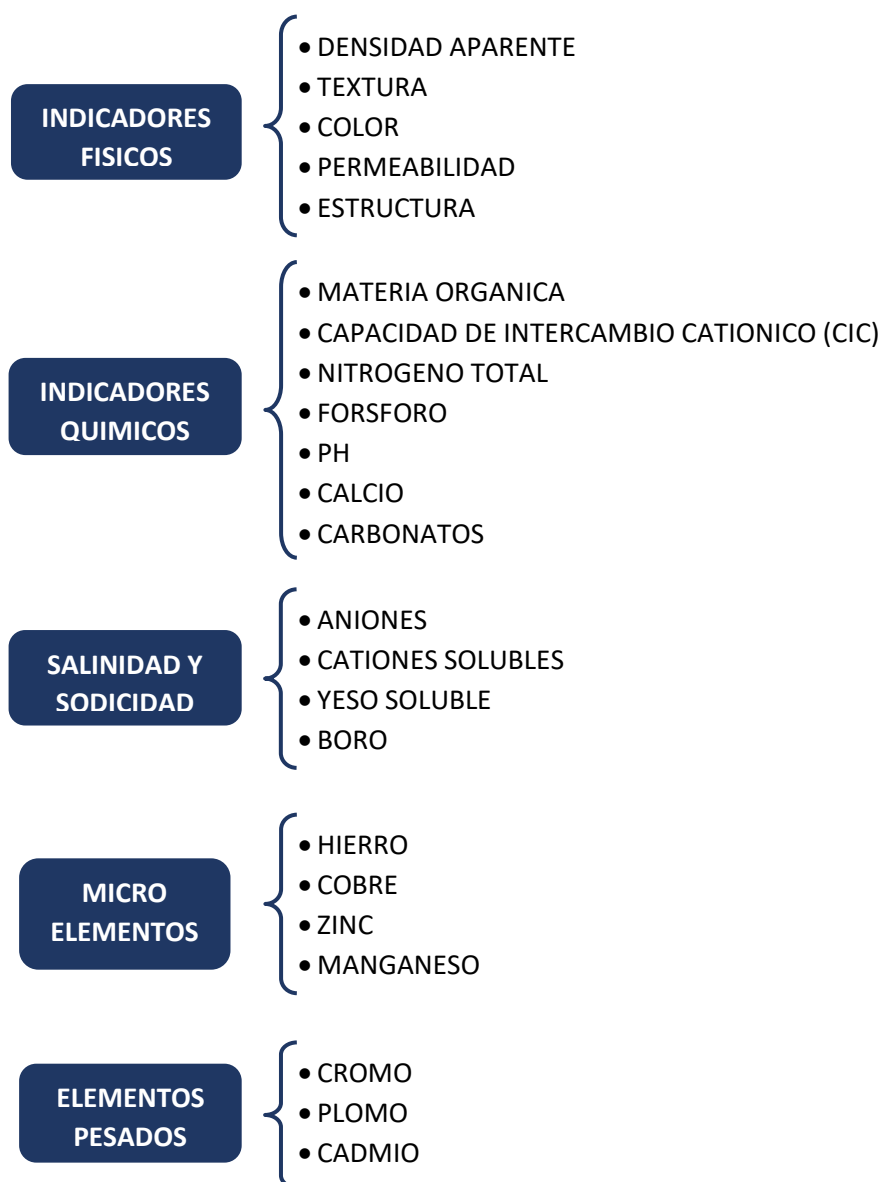
f) Pesado

Se llama muestra analítica a la porción de suelo que se utiliza como conjunto en una determinación analítica única. Produciéndose posteriormente al respecto análisis del suelo.

4.6.3. Análisis de datos

De cada parcela en ejecución (3) se extraerá en total de 10 kg, la cual tendrá que ser debidamente homogenizado, ya que de esa muestra se extraerá una muestra de 1kg, la cual será secada, molida y rotulada para su remisión al Laboratorio de Suelos y su respectivo análisis de sus propiedades química, físicas y biológicas. Esta operación se realizará con una repetición de 3, al inicio de la siembra, durante el cultivo y al finalizar este, con el fin de obtener una mayor eficacia y confiabilidad en los resultados y conclusiones.

Los parámetros a analizar serán los siguientes:



5. ADMINISTRACION DE PROYECTO

5.1. RECURSOS HUMANOS

Responsables:

Bach. Anccasi Ramos Jessenia y Bach. Barrera Quevedo Karen Danessa

- Recolección de muestras
- Supervisión del proceso
- Recolección de datos
- Redacción de tesis

Ing. Edgar Díaz Zúñiga

- Apoyo y asesoramiento en el muestreo y su manejo (recolección de muestras)
- Supervisión del progreso del proyecto
- Asesoramiento en la elaboración de tesis

5.2. RECURSOS MATERIALES, EQUIPOS Y SERVICIOS

5.2.1. Materiales

- Pala
- Bolsas Ziploc
- Baldes
- Bata de laboratorio
- Mascarilla KN95
- Guantes de látex de nitrilo
- Botas
- Cinta de señalización
- Rotuladores
- Envases de boca ancha
- Envases de vidrio transparente
- Envases de vidrio color ámbar
- Envases de plástico
- Cooler
- Cuaderno de notas
- Tablero de campo
- Plumón indeleble

- Machete
- Rastrillo
- Balanza
- Lapiceros
- Hielo

5.2.2. Equipos

- GPS
- Laptop

5.2.3. Servicios

- Mano de obra
- Transporte de carga
- Análisis de muestras

5.3. PRESUPUESTO

“DETERMINAR Y CUANTIFICAR LOS AGENTES CONTAMINANTES EN LAS AGUAS RESIDUALES UTILIZADAS PARA EL RIEGO QUE TIENEN EFECTOS NEGATIVOS SOBRE ALGUNAS PROPIEDADES QUIMICAS Y LA CONCENTRACION DE METALES PESADOS EN LOS SUELOS AGRICOLAS DEL DISTRITO DE LURIGANCHO-CHOSICA, PROVINCIA LIMA METROPOLITANA, PERÚ”				
DESCRIPCION	Unidad de medida	Costo unitario (S/)	Cantidad	Costo Total (S/)
1. Materiales de oficina				
1.1. Tablero de campo	Unidad	S/ 5.00	2	S/ 10.00
1.2. Cuaderno de notas	Unidad	S/ 5.00	2	S/ 10.00
1.3. Rotuladores	Paquete	S/ 3.00	3	S/ 9.00
1.4. Plumón indeleble	Unidad	S/ 3.00	3	S/ 9.00
1.5. Lapiceros	Unidad	S/ 0.50	4	S/ 2.00
2. Material, insumo, instrumental y accesorios médicos, quirúrgicos y de laboratorio				
2.1. Bata de laboratorio	Unidad	S/ 40.00	2	S/ 80.00
2.2. Guantes de látex de nitrilo	Unidad	S/ 2.00	20	S/ 40.00
2.3. Mascarilla KN95	Unidad	S/ 2.00	20	S/ 40.00
3. Enseres				
3.1. Balde de 20L	Unidad	S/ 20.00	4	S/ 80.00
3.2. Envases de boca ancha	Unidad	S/ 15.00	9	S/ 135.00
3.3. Envases de vidrio transparente	Unidad	S/ 10.00	9	S/ 90.00
3.4. Envases de vidrio ámbar	Unidad	S/ 15.00	9	S/ 135.00
3.5. Envases de plástico	Unidad	S/ 5.00	9	S/ 45.00
4. Herramientas				
4.1. Pala	Unidad	S/ 18.00	2	S/ 36.00
4.2. Machete	Unidad	S/ 15.00	2	S/ 30.00
4.3. Rastrillo	Unidad	S/ 35.00	2	S/ 70.00

5. Otros					
5.1. Bolsas ziploc	Paquete	S/	17.00	3	S/ 51.00
5.2. Botas	Par	S/	26.00	2	S/ 52.00
5.3. Cinta de señalización	Rollo	S/	15.00	3	S/ 45.00
5.4. Cooler	Unidad	S/	70.00	3	S/ 210.00
5.5. Balanza	Unidad	S/	20.00	1	S/ 20.00
5.6. Hielo	Bolsas	S/	10.00	6	S/ 60.00
6. Servicios de consultoría y similares desarrolladas por personas jurídicas					
6.1. (Suelo) Análisis de caracterización completa	Unidad	S/	70.00	9	S/ 630.00
6.2. (Suelo) Análisis de Cd	Unidad	S/	35.00	9	S/ 315.00
6.3. (Suelo) Análisis de Pb	Unidad	S/	35.00	9	S/ 315.00
6.4. (Suelo) Análisis de Cr	Unidad	S/	35.00	9	S/ 315.00
6.5. (Suelo) Análisis de N total	Unidad	S/	15.00	9	S/ 135.00
6.6. (Suelo) Análisis de P disponible	Unidad	S/	15.00	9	S/ 135.00
6.7. (Agua) Análisis de M.O	Unidad	S/	21.00	9	S/ 189.00
6.8. (Agua) Análisis completo de rutina	Unidad	S/	52.50	9	S/ 472.50
6.9. (Agua) Análisis de Cd	Unidad	S/	21.00	9	S/ 189.00
6.10. (Agua) Análisis de Pb	Unidad	S/	21.00	9	S/ 189.00
6.11. (Agua) Análisis de Cr	Unidad	S/	21.00	9	S/ 189.00
7. Servicios diversos					
7.1. Alquiler de GPS	Alquiler/día	S/	300.00	1	S/ 300.00
TOTAL					S/ 4,632.00

5.4. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

“DETERMINAR Y CUANTIFICAR LOS AGENTES CONTAMINANTES EN LAS AGUAS RESIDUALES UTILIZADAS PARA EL RIEGO QUE TIENEN EFECTOS NEGATIVOS SOBRE ALGUNAS PROPIEDADES QUIMICAS Y LA CONCENTRACION DE METALES PESADOS EN LOS SUELOS AGRICOLAS DEL DISTRITO DE LURIGANCHO-CHOSICA, PROVINCIA LIMA METROPOLITANA, PERÚ”										
ACTIVIDAD	AGO 2022	SEP 2022	NOV 2022	DIC 2022	ENE 2023	FEB 2023	MAR 2023	ABR 2023	MAY 2023	JUN 2023
Reconocimiento y selección de las áreas de investigación.	X									
Identificación del problema y determinación de los objetivos.	X									
Revisión y aprobación del proyecto.		X								
Delimitación del área de estudio y georreferenciación.			X							
Ubicación de las zonas de donde se tomarán las muestras.			X							
Toma de muestras del suelo en los 3 puntos de estudio.				X	X	X	X	X		
Toma de muestras de agua del Río Rímac en sus 3 puntos (baja, media, alta).				X	X	X	X	X		
Análisis de las muestras tomadas en un laboratorio certificado.								X		
Análisis de los resultados finales y procesamiento.									X	
Procesamiento de datos									X	
Resultados de investigación										X
Desarrollo del Informe Final										X

REVISION BIBLIOGRAFICA

Área de Edafología y Química Agrícola – Facultad de Ciencias - 2005, Universidad de Extremadura (España)

<https://www.eweb.unex.es/eweb/edafo/ECAP/ECAL4FaseGas.htm#:~:text=La%20fase%20gaseosa%20o%20%22atm%C3%B3sfera,plantas%20que%20cubren%20su%20superficie>

Ciclo del Nitrógeno – Tecnicoagricola, 2013

<https://www.tecnicoagricola.es/ciclo-del-nitrogeno-en-el-suelo/#:~:text=El%2090%2D95%25%20del%20nitr%C3%B3geno,y%20de%20nitrato%2C%20NO3%20%E2%80%93%20>

Consejo latinoamericano de ciencias sociales

<https://www.clacso.org/una-mirada-a-la-pequena-produccion-agricola-del-peru-en-tiempos-decuarentena/#:~:text=La%20producci%C3%B3n%20agr%C3%ADcola%20es%20la,m%C3%A1s%20empleo%20en%20el%20Per%C3%BA.&text=Sin%20embargo%2C%20cabe%20precisar%20que,unidades%20agropecuarias%20en%20el%20pa%C3%ADs.>

Contaminación agrícola por uso de aguas residuales.

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2664-09022021000100065&script=sci_arttext

Contaminación por metales pesados

<http://www.lineaverdehuelva.com/lv/consejosambientales/contaminantes/Contaminacion-por-metales-pesados.asp>

EDAFOLOGÍA, Manual de Prácticas – Universidad Nacional de Ucayali / Edgar J. Díaz Zúñiga – 2015

El fósforo en el suelo - Ing. Agr. MSc. Agustín Sanzano, 2015

<file:///C:/Users/USER/Downloads/El%20Fosforo%20del%20suelo.pdf>

Estrategia Nacional para la Gestión de los Recursos Hídricos Continentales del Perú

<http://siar.minam.gob.pe/puno/documentos/estrategia-nacional-gestion-recursos-hidricos-continentales-peru>

FAO. Portal de suelos de la FAO. Suelo

<http://www.fao.org/soils-portal/about/definiciones/es/>

Guía para muestreo de suelos – Reynaldo Mendoza y Ariel Espinoza (2017)

<https://repositorio.una.edu.ni/3613/1/P33M539.pdf>

Guía para muestreo de suelos – Ministerio del Ambiente (2014)

<https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/GUIA-PARA-EL-MUESTREO-DE-SUELOS-final.pdf>

Identificación de fuentes de contaminación en la cuenca de río Rímac Dirección General de Calidad Ambiental Ing. Carlos Alberto Alva Huapaya 25/06/2009

https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/resumen_ejecutivo_-_cuenca_rimac.pdf

Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura – INTAGRI PERU, 2017

<https://www.intagri.com/articulos/suelos/propiedades-fisicas-del-suelo-y-el-crecimiento-de-las-plantas>

José E. González Ramírez , Eliet Veliz Lorenzo , Luis Ruiz Martínez, Ángel Mollineda Trujillo³ y Daniel Rodríguez Pérez - Validación del potencial agronómico de las aguas residuales domésticas. Aplicación en viveros de papaya en suelo ferralítico rojo, Santo Domingo, Cuba – 2012

http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V39Numero_4/cag024121875.pdf

Jiménez, R. (2017). Introducción a la contaminación de suelo.

<https://books.google.com.pe/books?id=iZg6DwAAQBAJ&printsec=frontcover&q=que+es+el+suelo&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjGoY2FgoToAhW7HLkGHeRPDXyQ6AEIXDAG#v=onepage&q=que%20es%20el%20suelo&f=false>

Juárez, E. (2005). Mecánica de suelos, Tomo 1: Fundamentos de la mecánica de suelos.

<https://books.google.com.pe/books?id=3OPOaDHQC8wC&pg=PA51&dq=fases+del+suelo&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiQ2I2WoiToAhVwLLkGHZKzCLgQ6AEILjAB#v=onepage&q=fases%20del%20suelo&f=false>

La contaminación de los ríos de Lima Módulo para la creación de materiales de difusión sobre el problema hídrico en Lima y Callao

https://aquafondo.org.pe/wpcontent/uploads/2015/11/4._La_contaminacion_de_los_rios_de_Lima.pdf

La contaminación del suelo, sus efectos sobre nuestro futuro y qué podemos hacer para reducirla

<https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/contaminacion-del-suelo-causas-efectos-soluciones>

Las Aguas Residuales y sus consecuencias en el Perú (Revista de la Facultad de Ingeniería de la Universidad San Ignacio de Loyola Vol. 2, N° 2. Segundo semestre 2015. pp. 09-25)

<https://www.usil.edu.pe/sites/default/files/revista-saber-y-hacer-v2n2.2-1-19set16-aguas-residuales.pdf>

Maycotte Morales, C. - Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo – México, 2011

<https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4776/edafologia.pdf>

Organización de las naciones unidas para la alimentación y agricultura

<https://www.fao.org/ag/aqp/greenercities/es/CMVALC/lima.html>

Pascual Izquierdo, R. y Venegas Yuste, S. (2007)

<https://www.ugr.es/~cij/MO%20en%20suelos.pdf>

Protocolo de toma de muestras de Agua Residual – Instituto de Toxicología de la Defensa.

<https://www.defensa.gob.es/itoxdef/Galerias/documentacion/protocolos/ficheros/PROTOCOLO DE TOMA DE MUESTRAS DE AGUA RESIDUAL ver 2.pdf>

Protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los Recursos Hídricos superficiales - Dirección de ecología y protección del ambiente / Área de protección de los recursos hídrico (2007).

[http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes_tecnicos/PROTOCOLO-MONITOREO-CALIDAD-RECURSOS-HIDRICOS-SUPERFICIALES-\(CONTINENTALES\).pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes_tecnicos/PROTOCOLO-MONITOREO-CALIDAD-RECURSOS-HIDRICOS-SUPERFICIALES-(CONTINENTALES).pdf)

Raffino, M. (2020). Contaminación del suelo.

<https://concepto.de/contaminacion-del-suelo/>

Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias Vol. 4, Núm. 7 - 2015 CIBA, “Impacto del uso de agua residual en la agricultura”

<file:///C:/Users/USER/Downloads/Dialnet-ImpactoDelUsoDeAguaResidualEnLaAgricultura-5076403.pdf>

Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas, 1998

https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/geologia/v01_n2/contaminacion.htm

Santiago J. Jiménez (2015), Evaluación de la contaminación en el sistema de riego acequia el Tambo, para optimización del recurso hídrico.

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6951/1/03%20RNR%20213%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

Ramírez, R. (1997). Propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos.

http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6636/1/083.pdf?fbclid=IwAR1E_VVcyK8gEkQvtqkDIJhI4yN9sVbBEMoxy_931mQNL7v0zhmTyCZ5Ik

Yexenia I. Cárdenas (2018). Determinación de la contaminación microbiológica del agua de riego aplicando nuevas estrategias de análisis
[file:///C:/Users/USER/Downloads/YICY_TESIS%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/YICY_TESIS%20(1).pdf)

“DETERMINACION Y CUANTIFICACION DE AGENTES CONTAMINANTES POR INFLUENCIA DE LAS AGUAS RESIDUALES VERTIDAS EN EL RIO RIMAC, UTILIZADA EN LOS SUELOS AGRICOLAS POR SISTEMA DE RIEGO EN EL DISTRITO DE LURIGANCHO-CHOSICA, PROVINCIA LIMA METROPOLITANA, PERU”				
PRESENTADO POR: -ANCCASI RAMOS JESSENIA , -BARRERA QUEVEDO KAREN DANESSA				
DEFINICION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
PROBLEMA GENERAL:	OBJETIVO GENERAL:	Hipótesis General:	Independiente:	A. Ubicación y establecimiento de los puntos de muestreo. B. Verificar que dichas zonas cumplan con el propósito del estudio (uso de aguas residuales para su regadío) C. Recolección de muestras de agua de su fuente e riego para el análisis de sus propiedades químicas y concentración de metales pesados. D. Recolección de muestras de suelo para el análisis de sus propiedades químicas y concentración de metales pesados. E. Analizar los efectos de los agentes contaminantes en las aguas del regadío sobre los suelos agrícolas. F. Procesamiento de datos.
¿Las aguas utilizadas para el regadío en los suelos agrícolas del distrito de Lurigancho-Chosica, contiene agentes contaminantes?	Determinar y cuantificar los agentes contaminantes en las aguas residuales utilizadas para el riego en los suelos agrícolas del distrito de Lurigancho-Chosica.	Las aguas residuales utilizadas para el riego de suelo agrícola en el distrito de Lurigancho-Chosica contiene agentes contaminantes que tienen efectos negativos sobre algunas propiedades químicas y la concentración de metales pesados en el suelo.	Aguas Residuales	
PROBLEMA ESPECÍFICO:	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	Hipótesis Específicas:		
¿Cuáles serán los agentes contaminantes encontrados en el suelo agrícola en el distrito de Lurigancho-Chosica?	Determinar los agentes contaminantes encontrados en los suelos agrícolas en el distrito de Lurigancho-Chosica.	Los suelos agrícolas en el distrito de Lurigancho-Chosica contiene agentes contaminantes que altera sus propiedades químicas.	Agentes Contaminantes	
¿En qué medida afectan estos agentes contaminantes a los suelos agrícolas en el distrito de Lurigancho-Chosica?	Determinar el grado de contaminación en los suelos agrícolas producto del uso de aguas contaminadas y si estas superan los ECAS Suelos	El grado de contaminación en los suelos agrícolas por defecto de las aguas utilizadas para su riego superan los ECA Suelo.		

