



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS:

***RECUPERACIÓN DE CROMO TOTAL DE AGUAS
RESIDUALES DE LA CURTIEMBRE “INCAPIELES”
POR EL METODO DE PRECIPITACION QUIMICA
CON Na(OH) – AREQUIPA 2017.***

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

Marjorie Luz Estrella, Santos Pardo.

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AMBIENTAL

AREQUIPA - PERÚ

2018

DEDICATORIA

A Dios y a mi familia que con su ejemplo son los cimientos de mi desarrollo profesional y que día a día me brindan su inmenso apoyo para alcanzar mis sueños.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecer a Dios por haberme guiado por el camino de la fe y el esfuerzo.

En segundo agradezco a mi familia que siempre me dan su inmensurable apoyo, la fuerza y el coraje para seguir luchando por mis sueños.

Por último y no menos importante a la empresa INCAPIELES E.I.R.L. que me brindó su apoyo para poder realizar mi investigación en sus instalaciones y a las personas que me apoyaron para que este proyecto pueda realizarse.

INDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTOS.....	II
INDICE DE CONTENIDOS.....	III
GLOSARIO DE TERMINOS Y ABREVIATURAS.....	VIII
INDICE DE TABLAS.....	XIX
INDICE DE FIGURAS.....	XXI
RESUMEN.....	XXIV
ABSTRACT.....	XXVI
INTRODUCCION	XXVIII
CAPITULO I.....	1
1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	1
1.1. CARACTERIZACIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.-	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.-	8
1.2.1. PROBLEMA PRINCIPAL.-	8
1.2.2. PROBLEMAS SECUNDARIOS.-.....	8
1.3. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN.-	9
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.-	9
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.-	9
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.-	9
1.4.1. EN EL ASPECTO AMBIENTAL:.....	9
1.4.2. EN EL ASPECTO SOCIAL	10
1.4.3. EN EL ASPECTO TÉCNICO.....	10
1.5. IMPORTANCIA	11
1.6. LIMITACIONES	11
CAPITULO II	12
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.-	12
2.1. MARCO REFERENCIAL.-	12
2.1.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.-	12

2.1.2. REFERENCIAS HISTÓRICAS.-	14
2.2. MARCO LEGAL.-	15
2.3. MARCO CONCEPTUAL.-.....	16
2.3.1. EL CROMO.-	16
2.3.1.1. PROPIEDADES DEL CROMO.-	16
2.3.1.2. QUÍMICA DE LAS SOLUCIONES DE CROMO III.-.....	18
2.3.1.3. QUÍMICA DE LAS SOLUCIONES DE CR VI.-.....	19
2.3.2. HIDROXIDO DE SODIO	19
2.3.3. PROCESO DE CURTIDO DE PIELES	20
2.4. MARCO TEÓRICO.-	21
2.4.1. LA FUNCIÓN DE CROMO EN EL PROCESO DE CURTIDO.-.....	21
2.4.2. PROCESO DE CURTIEMBRE DE PIELES DE LA EMPRESA INCAPIELES.	24
2.4.2.1. FASE 1: RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA.-	25
2.4.2.2. FASE 2: REMOJO DE LA MATERIA PRIMA.-	26
2.4.2.3. FASE 3: PELAMBRE	26
2.4.2.4. FASE 4: DESCARNE	28
2.4.2.5. FASE 5: DESENCALADO.....	28
2.4.2.6. FASE 6: PIQUELADO	29
2.4.2.7. FASE 7: CURTIDO	29
2.4.2.8. FASE 8: REBAJADO.....	30
2.4.2.9. FASE 9 : NEUTRALIZADO.....	30
2.4.2.10. FASE 10: RECURTIDO	31
2.4.2.11. FASE 11: TEÑIDO	31
2.4.2.12. FASE 12: ENGRASE.....	32
2.4.2.13. FASE 13: SECADO	34
2.4.2.14. FASE 14: ESTIRADO	35
2.4.2.15. FASE 15: RECORTE Y ACABADO	35
2.4.2.16. FASE 16: ALMACENAMIENTO.....	38
2.4.3. CONTAMINACIÓN POR LA INDUSTRIA DE CURTIEMBRE.....	38
2.4.4. TOXICIDAD Y EFECTOS POR INTOXICACIÓN POR CROMO.-	39
2.4.4.1. SERES HUMANOS/ MAMÍFEROS.-.....	39
2.4.4.2. MANIFESTACIONES EN SERES VIVOS.-	40
2.4.4.3. EN FLORA.-	40

2.4.4.4.	IMPACTO DEL CROMO EN LOS ECOSISTEMAS.-	41
2.4.5.	RECUPERACIÓN DE CROMO DE EFLUENTES DE CURTIDO	41
2.4.5.1.	PRECIPITACIÓN.-	42
2.4.5.2.	MATERIALES ADSORBENTES	42
2.4.5.3.	BIOMATERIALES	43
2.4.5.4.	BIOTECNOLOGÍA.-	43
2.4.5.5.	ELECTROCOAGULACIÓN.-	44
2.4.5.6.	MEMBRANAS	44
2.4.6.	TRATAMIENTO TEÓRICO DE LA RECUPERACIÓN DEL CROMO DE AGUAS RESIDUALES DE CURTIEMBRES	45
CAPITULO III.....		48
3.	PLANTEAMIENTO METODOLOGICO	48
3.1.	METODOLOGIA	48
3.1.1.	METODO.-	48
3.1.1.1.	UBICACIÓN GEOGRAFICA.-	48
3.1.1.2.	PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA DE MUESTRAS.-	49
3.1.2.	TIPO DE LA INVESTIGACIÓN.-	50
3.1.3.	NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN.-	50
3.2.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	50
3.2.1.	PRIMERA VARIABLE : CONCENTRACIÓN DE Na(OH)	50
3.2.2.	SEGUNDA VARIABLE : TIEMPO	52
3.2.3.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	53
3.3.	HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION	56
3.3.1.	HIPOTESIS GENERAL.-	56
3.3.2.	HIPOTESIS ESPECIFICAS.-	56
3.4.	VARIABLES	57
3.4.1.	VARIABLE INDEPENDIENTE.-	57
3.4.2.	VARIABLE DEPENDIENTE.-	57
3.5.	COBERTURA DEL ESTUDIO	58
3.5.1.	UNIVERSO Y POBLACION.-	58
3.5.2.	MUESTRA.-	58
3.5.3.	MUESTREO.-	58
3.6.	TECNICAS E INSTRUMENTOS	58

3.6.1. TECNICAS DE LA INVESTIGACION.-	58
3.6.1.1. RECOJO DE MUESTRAS DE EFLUENTE.-	59
3.6.1.2. ACONDICIONAMIENTO DE MUESTRAS PARA ANALISIS.-	61
3.6.1.3. EXPERIMENTACION CON $\text{Na}(\text{OH})$ PARA REDUCCION DE CROMO EN EL EFLUENTE.- 63	
3.6.1.4. FILTRACIÓN DE SOLUCIÓN CONTAMINADA TRATADA CON $\text{Na}(\text{OH})$.-.....	66
3.6.2. ANÁLISIS EXPERIMENTAL..-	68
3.6.3. INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACION.-	71
3.6.4. MATERIALES EXPERIMENTALES.-	71
3.6.4.1. EQUIPOS DE LABORATORIO.-	71
3.6.4.2. REACTIVOS QUIMICOS E INSUMOS.-	72
3.6.5. FUENTES.-	72
3.7. PROCESAMIENTO ESTADISTICO DE LA INFORMACION	72
3.7.1. ESTADISTICOS	72
3.7.2. REPRESENTACION	72
CAPITULO IV	73
4. ORGANIZACIÓN, PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS	73
4.1. RESULTADOS	73
4.1.1. RECUPERACION DE CROMO.-	73
4.1.2. CARACTERIZACION DEL EFLUENTE.-	75
4.1.2.1. PROPIEDADES FÍSICAS.-	75
4.1.2.2. PROPIEDADES QUÍMICAS:	76
4.1.3. CONCENTRACION DE CROMO TOTAL , CROMO III Y VI INICIAL Y DESPUES DE LA EXPERIMENTACION Y EN RELACION A LOS LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES.-	79
4.1.3.1. CROMO TOTAL .-.....	79
4.1.3.2. CROMO VI Y CROMO III .-	85
4.1.4. CUANTIFICACION DE REMOCION DE CROMO TOTAL POR PRECIPITACION CON $\text{Na}(\text{OH})$	93
4.1.5. OPTIMIZACION DE VALORES.-	95
4.1.6. INFLUENCIA DE LAS VARIABLES .-.....	96
4.1.7. DISEÑO MATEMATICO.-	99
4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS:	100
4.3. ANÁLISIS ECONÓMICO.....	102

4.4.	BALANCE DE MASA	109
4.5.	CONSTRASTACIÓN DE HIPOTESIS	110
	CONCLUSIONES.....	112
	RECOMENDACIONES	114
	BIBLIOGRAFÍA.....	115
	ANEXOS.....	120
1.	ANEXO N°1: EMPRESAS REPRESENTATIVAS CURTIEMBRERAS EN AREQUIPA	120
2.	ANEXO N°2 : DECRETO SUPREMO N° 019-97-ITINCI.....	124
3.	ANEXO N°3: DECRETO SUPREMO N° 044-98-PCM.....	139
4.	ANEXO N°4 DECRETO SUPREMO N° 003-2002-PRODUCE.....	143
5.	ANEXO N°5 RESULTADOS DE ANALISIS DE LABORATORIO	151
6.	ANEXO N°6 RESULTADOS DE ANALISIS DE LABORATORIO	155

GLOSARIO DE TERMINOS Y ABREVIATURAS

1. Ácido.

Sustancia que en disolución aumenta la concentración de iones de hidrógeno y que se combina con las bases para formar sales.

2. Ácido aspártico.

EL ácido aspártico o su forma ionizada, el aspartato (símbolos Asp y D) es uno de los veinte aminoácidos con los que las células forman las proteínas.

3. Ácido glutamínico.

Uno de los veinte aminoácidos esenciales que componen las proteínas.

4. Acidófilo

Un Acidófilo (del griego, textualmente, "que ama el ácido") es un organismo, o la estructura del cual, que se desarrolla preferentemente en un medio ácido. Suele tratarse de bacterias y otros organismos muy simples que son capaces de desarrollarse en condiciones de pH demasiado bajo para la mayoría de formas de vida.

5. Adsorción.

La adsorción es un proceso por el cual los átomos, iones o moléculas de gases, líquidos o sólidos disueltos son atrapados o retenidos en una superficie.

6. Agua potable.

Llamamos agua potable al agua que podemos consumir o beber sin que exista peligro para nuestra salud. El agua potable no debe contener sustancias o microorganismos que puedan provocar enfermedades o perjudicar nuestra salud.

7. Amorfo

Amorfo (del griego, prefijo a, negación, y la palabra morfo, forma; literalmente, sin forma.) es una de las estructuras que pueden adoptar los materiales en estado líquido y en estado gaseoso.

8. Anaerobios

Adjetivo que significa ‘que no precisa oxígeno para vivir o para producirse’. Se aplica tanto a organismos vivos como a actividades o procesos: «El proceso lo llevaban a cabo microorganismos anaerobios» (Jarabo Energía [Esp. 1984]); «La digestión anaerobia consiste en la fermentación de residuos vegetales o animales y agua en ausencia de oxígeno» (Pardo Fuentes [Esp. 1993]).

9. Análisis.

Distinción y separación de las partes de algo para conocer su composición.

10. Basificar.

Hacer compuestos básicos.

11. Biomasa.

La biomasa es aquella materia orgánica de origen vegetal o animal, incluyendo los residuos y desechos orgánicos, susceptible de ser aprovechada energéticamente. Las plantas transforman

la energía radiante del sol en energía química a través de la fotosíntesis, y parte de esta energía queda almacenada en forma de materia orgánica.

12. Calibrar.

Establecer con exactitud la correspondencia entre las indicaciones de un instrumento de medida y los valores de la magnitud que se mide con él.

13. Calidad.

Conjunto de propiedades inherentes a una cosa que permite caracterizarla y valorarla con respecto a las restantes de su especie.

14. Colágeno.

Sustancia proteínica que se encuentra en el tejido conjuntivo, óseo y cartilaginoso, y que por la acción del calor se convierte en gelatina.

15. Coloide

El concepto de coloide se emplea para nombrar a aquella sustancia que, al encontrarse en un líquido, se dispersa poco a poco. Un coloide se compone de dos fases: una fase dispersora y una fase dispersa.

16. Cromo

Existen varios usos del término cromo, cuyo origen etimológico se encuentra en el vocablo latino chrôma (que puede traducirse como “color”). El concepto puede aludir al elemento químico de número atómico 24.

De símbolo Cr, el cromo es duro aunque se quiebra con facilidad. Sus sales pueden emplearse como mordientes (para la fijación de colores), mientras que sus óxidos y cromatos se utilizan en pinturas.

17. Curtir.

El verbo curtir procede del vocablo latino *conterere*, que puede traducirse como “machacar”. El término tiene varios usos de acuerdo al contexto. La primera acepción que menciona el diccionario de la Real Academia Española (RAE) alude a la preparación y el tratamiento que se le da a la piel que se obtiene de un animal para su conservación.

18. Curtiembre.

La noción de curtiembre, también mencionada como curtiduría, refiere al sitio donde se lleva a cabo el proceso que permite transformar la piel de un animal muerto en cuero.

19. Decantación.

Procede del vocablo latino *decantatio*. El concepto alude al acto y el resultado de decantar: lograr la separación de sustancias que presentan distinta densidad y se encuentran en un medio líquido. La decantación, por lo tanto, implica disociar un sólido de un líquido, o un fluido más denso de otro líquido.

20. Desechar.

El verbo deshacer tiene múltiples usos. Puede tratarse de la acción consistente en descomponer o desarmar algo, quitándole su estructura o forma.

21. Emulsión.

La etimología de emulsión nos lleva al latín *emusio*, derivado de *emulsus* (que se traduce como “ordeñado”). En el ámbito de la química, se llama emulsión a la dispersión de un fluido en otro con el cual no puede mezclarse.

22. Espectrofotometría.

La espectrofotometría es un método científico utilizado para medir cuanta luz absorbe una sustancia química, midiendo la intensidad de la luz cuando un haz luminoso pasa a través de la solución muestra.

23. Filtración.

Se denomina filtración al proceso unitario de separación de sólidos en una suspensión por medio de un medio mecánico poroso, también llamados tamiz, criba, cedazo o filtro.

24. Floculación.

La floculación es un proceso químico mediante el cual, con la adición de sustancias denominadas floculantes, se aglutinan las sustancias coloidales presentes en el agua, facilitando de esta forma su decantación y posterior filtrado.

25. Gama.

Serie de cosas pertenecientes a una misma clase o categoría, especialmente las que, dentro de ella, están clasificadas de acuerdo con la talla, el precio, la duración, etc.

26. Hidróxido.

Los hidróxidos son un grupo de compuestos químicos formados por un metal y el grupo funcional OH, (ión hidróxido, OH⁻), denominado grupo hidróxido o hidroxilo, que actúa con número de oxidación -1.

27. Hipótesis.

Suposición hecha a partir de unos datos que sirve de base para iniciar una investigación o una argumentación.

28. Hongos.

Reino al que pertenecen los organismos sin clorofila, provistos de talo, generalmente filamentosos y ramificados, mediante el cual absorben los principios orgánicos nutritivos del medio, de tamaño muy variado y reproducción preferentemente asexual (por esporas); viven parásitos o sobre materias orgánicas en descomposición o parásitas de vegetales o animales.

29. Insoluble.

Que no puede ser disuelto ni diluido.

30. Límites Máximos Permisibles (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.

31. Membrana.

Lámina de tejido orgánico, generalmente flexible y resistente, de los seres animales o vegetales, entre cuyas funciones están la de recubrir un órgano o un conducto o la de separar o conectar dos cavidades o estructuras adyacentes.

32. Microempresa.

Una micro empresa o microempresa es una empresa de tamaño pequeño. Su definición varía de acuerdo a cada país, aunque, en general, puede decirse que una microempresa cuenta con un máximo de diez empleados y una facturación acotada. Por otra parte, el dueño de la microempresa suele trabajar en la misma.

33. Molécula.

Agrupación definida y ordenada de átomos que constituye la porción más pequeña de una sustancia pura y conserva todas sus propiedades.

34. Nucleófilos.

Del reactivo químico capaz de ceder electrones a un átomo de carbono de un compuesto orgánico, formando un nuevo enlace.

35. Operación unitaria.

Una operación unitaria se define como un área del proceso o equipo donde se incorporan materiales, insumos o materias primas y ocurre una función determinada ya sean actividades básicas que forman parte del proceso donde solo ocurren cambios físicos.

36. Oxidación.

Fenómeno químico en virtud del cual se transforma un cuerpo o un compuesto por la acción de un oxidante, que hace que en dicho cuerpo o compuesto aumente la cantidad de oxígeno y disminuya el número de electrones de alguno de los átomos.

37. pH.

Coefficiente que indica el grado de acidez o basicidad de una solución acuosa.

38. Piel.

Capa de tejido resistente y flexible que cubre y protege el cuerpo del ser humano y de los animales.

39. Polaridad.

Propiedad que tienen algunos agentes físicos de acumular sus efectos en puntos opuestos de ciertos cuerpos.

40. Porosidad.

La porosidad o fracción de huecos es una medida de espacios vacíos en un material, y es una fracción del volumen de huecos sobre el volumen total, entre 0-1, o como un porcentaje entre 0-100 %. El término se utiliza en varios campos, incluyendo farmacia, cerámica, metalurgia, materiales, fabricación, ciencias de la tierra, mecánica de suelos e ingeniería.

41. Precipitación.

La precipitación es un proceso de obtención de un sólido a partir de una disolución. Puede realizarse por una reacción química, por evaporación del disolvente, por enfriamiento

repentino de una disolución caliente, o por cambio de polaridad del disolvente. El sólido así obtenido se denomina precipitado y puede englobar impurezas.

42. Proceso unitario.

Comprende la transformación o alteración en la estructura química de la materia a través de fenómenos químicos como son las reacciones químicas.

43. Protón.

Partícula elemental del núcleo del átomo y que tiene carga eléctrica positiva.

44. Reactivo.

Sustancia que, por su capacidad de provocar determinadas reacciones, sirve en los ensayos y análisis químicos para revelar la presencia o medir la cantidad de otra sustancia.

45. Remoción.

La palabra remoción proviene del acto de remover. Remover es justamente quitar o sacar algo de su lugar, independientemente de que sea reemplazado o no por otro.

46. Sedimentación.

La sedimentación es el proceso por el cual los materiales transportados por distintos agentes (escorrentía, glaciares, viento) y procedentes de la erosión y la meteorización de las rocas son depositados, pasando a ser sedimentos.

47. Solubilidad

Capacidad de una sustancia o un cuerpo para disolverse al mezclarse con un líquido.

48. Suelos.

El suelo es la capa superficial de la corteza terrestre en la que viven numerosos organismos y crece la vegetación. Es una estructura de vital importancia para el desarrollo de la vida. El suelo sirve de soporte a las plantas y le proporciona los elementos nutritivos necesarios para subdesarrollo.

49. Tecnología.

La tecnología es el conjunto de conocimientos con las que el hombre desarrolla un mejor entorno, más saludable, agradable y sobre todo cómodo para la optimización de la vida.

50. Temperatura.

La Temperatura es una magnitud que mide el nivel térmico o el calor que un cuerpo posee. Toda sustancia en determinado estado de agregación (sólido, líquido o gas), está constituida por moléculas que se encuentran en continuo movimiento. La suma de las energías de todas las moléculas del cuerpo se conoce como energía térmica; y la temperatura es la medida de esa energía promedio.

51. Toxicidad.

La toxicidad es la capacidad de alguna sustancia química de producir efectos perjudiciales sobre un ser vivo, al entrar en contacto con él.

52. Valores Máximos Admisibles (VMA)

Aquel valor de la concentración de elementos, sustancias o parámetros físicos y/o químicos, que caracterizan un efluente no domestico que va a ser descargado a la red de alcantarillado sanitario, que al ser excedido causa daño inmediato o progresivo a las instalaciones, infraestructura sanitaria, maquinarias y equipos de los sistemas de alcantarillado y

tratamiento de aguas residuales; y tiene influencias negativas en los procesos de tratamiento de las aguas residuales.

INDICE DE TABLAS

TABLA N° 1.- EVOLUCIÓN DE LAS EXPORTACIONES PERÚ - PIELES Y CUEROS	2
TABLA N° 2.-CANTIDAD DE CONTRIBUYENTES REGISTRADOS ANTE LA SUNAT DEDICADOS A ACTIVIDADES DE FABRICACIÓN DE ARTÍCULOS DE PIELES Y CUEROS	5
TABLA N° 3.- EMPRESAS DE CURTIEMBRE REPRESENTATIVAS A NIVEL NACIONAL.....	6
TABLA N° 4.- PROPIEDADES DEL CROMO	17
TABLA N° 5.- PRODUCTOS QUÍMICOS PARA EL PROCESO DE ENGRASE – TIPO CUERO FRISADO	33
TABLA N° 6.- LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS CONTAMINANTES DE LA INDUSTRIA CURTIEMBRE, SEGÚN EL DECRETO SUPREMO N° 003 – 2002 – PRODUCE	38
TABLA N° 7.- MASAS ATÓMICAS DE ELEMENTOS PRESENTES EN LA ECUACIÓN QUÍMICA.	51
TABLA N° 8.- VALORES ALTO, BAJO Y MEDIO PARA CONCENTRACIÓN DE Na (OH).....	52
TABLA N° 9.- VALORES ALTO, BAJO Y MEDIO PARA LA VARIABLE TIEMPO DE AGITACIÓN. .	53
TABLA N° 10.-MATRIZ EXPERIMENTAL.....	54
TABLA N° 11.- MATRIZ DE VALORES CODIFICADOS Y REALES DE VARIABLES.....	55
TABLA N° 12: RECUPERACIÓN DE CROMO EN SEDIMENTOS	73
TABLA N° 13.- PROPIEDADES FÍSICAS DEL EFLUENTE	75
TABLA N° 14.- DETERMINACIÓN DE METALES Y ELEMENTOS TRAZA EN AGUA Y AGUAS RESIDUALES POR ICP.OES.....	76
TABLA N° 15.- RESULTADO DEL ANÁLISIS DE CROMO TOTAL EN EFLUENTE DEL PROCESO DE CURTIDO	79
TABLA N° 16.- CONCENTRACIÓN DE CROMO TOTAL – RESULTADOS FINALES	81
TABLA N° 17.- PRUEBAS CON MENOR CONCENTRACIÓN DE CROMO TOTAL DESPUÉS DE LA EXPERIMENTACIÓN.	83
TABLA N° 18.- RESULTADO DEL ANÁLISIS INICIAL DE CROMO VI Y CROMO III EN EFLUENTE DEL PROCESO DE CURTIDO	85
TABLA N° 19.- CONCENTRACIÓN CROMO VI – RESULTADOS FINALES	87
TABLA N° 20 COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE ENSAYO Cr VI CON LMP PARA ACTIVIDADES INDUSTRIALES DE CURTIEMBRES.	89
TABLA N° 21.- CONCENTRACIÓN DE CROMO III – RESULTADOS FINALES	91
TABLA N° 22.-PORCENTAJE DE REMOCIÓN DE CROMO TOTAL – PRUEBA CON MAYOR CONCENTRACIÓN	93

TABLA N° 23.-PORCENTAJE DE REMOCIÓN DE CROMO TOTAL – PRUEBA CON MENOR CONCENTRACIÓN	94
TABLA N° 24.- OPTIMIZACIÓN DE FACTORES	95
TABLA N° 25 : ANÁLISIS DE VARIANZA PARA CONCENTRACIÓN DE CROMO	96
TABLA N° 26 : COSTOS DEL EQUIPO ESTUDIADO POR INDESGA S.R.L.	103
TABLA N° 27: ESTIMACIÓN DE COSTOS DIRECTOS EN FUNCIÓN DEL COSTO DE EQUIPO	104
TABLA N° 28 : ESTIMACIÓN DE COSTOS INDIRECTOS EN FUNCIÓN DEL COSTO DE EQUIPO..	105
TABLA N° 29: COSTOS DE MATERIA PRIMA.....	105
TABLA N° 30: COSTOS DE MANO DE OBRA	106
TABLA N° 31: COSTE PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO	106
TABLA N° 32: COSTE TOTAL DE INVERSION	107

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1: GRAFICO DE EXPORTACIÓN DE PIELS Y CUEROS A NIVEL INTERNACIONAL. ..3	3
FIGURA N° 2: GRAFICO DE LA EVOLUCIÓN DE IMPORTACIONES Y EXPORTACIONES DE PIELS Y CUEROS.....4	4
FIGURA N° 3 : ESTRUCTURAS DE LOS ÁCIDOS ASPÁRTICO (IZQUIERDA) Y GLUTÁMICO (DERECHA), DONDE SE RESALTAN LAS CADENAS LATERALES QUE CONTIENEN UN GRUPO CARBOXÍLICO.....21	21
FIGURA N° 4 INTERACCIÓN DEL CROMO EN LA FORMACIÓN DE ENTRECruzAMIENTOS DE CADENAS DE COLÁGENO.22	22
FIGURA N° 5 .- FORMAS DE ENTRECruzAMIENTO DEL CROMO CON EL COLÁGENO23	23
FIGURA N° 6 SECUENCIA DE pH NECESARIA PARA EL CURTIDO.....24	24
FIGURA N° 7 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CURTIDO DE LA EMPRESA “INCAPIELES E.I.R.L.”25	25
FIGURA N° 8: RECEPCIÓN DE PIELS DE RES – SALADAS26	26
FIGURA N° 9: PROCESO DE PELAMBRE.....27	27
FIGURA N° 10 : RESIDUOS PRODUCTO A LA FASE 4: DESCARNE28	28
FIGURA N° 11: CURTIDO CON SALES DE CROMO.....29	29
FIGURA N° 12: EQUIPO DE REBAJADO30	30
FIGURA N° 13: PIELS RETIRADAS DE LA FASE DE NEUTRALIZADO.....31	31
FIGURA N° 14: TEÑIDO32	32
FIGURA N° 15: CARPETEADORA: SECADO.....34	34
FIGURA N° 16: FASE ESTIRADO35	35
FIGURA N° 17: FASE DE RECORTE Y ACABADO.....35	35
FIGURA N° 18. : ESTIRADO Y SECADO DE PIEL EN EQUIPO PLANCHA.....36	36
FIGURA N° 19: SECADO FINAL36	36
FIGURA N° 20: EQUIPO DE TEXTURIZACION37	37
FIGURA N° 21: PLANCHAS TEXTURIZADAS PARA LOS CUEROS37	37
FIGURA N° 22: DIAGRAMA EH-pH PARA ESPECIES DE CROMO EN SOLUCIÓN ACUOSA.....45	45
FIGURA N° 23: UBICACIÓN DE LA EMPRESA INCAPIELES.48	48
FIGURA N° 24: DISEÑO EXPERIMENTAL.....56	56
FIGURA N° 25: DIAGRAMA DE LA TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN.....59	59
FIGURA N° 26: BOTAL DE CURTIDO DE CURTIEMBRE INCAPIELES E.I.R.L.60	60
FIGURA N° 27: EFLUENTE A MUESTREAR DEL PROCESO DE CURTIDO.....60	60

FIGURA N° 28: RECOJO DE MUESTRAS PARA EL ESTUDIO.	61
FIGURA N° 29: FILTRACIÓN PRIMARIA.....	62
FIGURA N° 30: PREPARACIÓN DE MUESTRAS EN VASOS PRECIPITADOS	63
FIGURA N° 31: MEDICIÓN DE TEMPERATURA	64
FIGURA N° 32: MEDICIÓN DE CONCENTRACIÓN DE Na(OH).....	64
FIGURA N° 33: ADICIÓN DE Na (OH)	65
FIGURA N° 34: PRINCIPIO DE LA PRECIPITACIÓN DE CROMO.....	65
FIGURA N° 35: MEDICIÓN DE TEMPERATURA EN LA EXPERIMENTACIÓN	66
FIGURA N° 36: FILTRACIÓN DE MUESTRA DE AGUA TRATADA.....	67
FIGURA N° 37: SEDIMENTOS OBTENIDOS DE LA FILTRACIÓN.....	67
FIGURA N° 38. ANÁLISIS POR ABSORCIÓN ATÓMICA EN LABORATORIOS UAP-AREQUIPA.	68
FIGURA N° 39: ESPECTROFOTÓMETRO	68
FIGURA N° 40: CALIBRACIÓN DEL ESPECTROFOTÓMETRO.....	69
FIGURA N° 41: PREPARACIÓN DE MUESTRAS PARA LA CUANTIFICACIÓN POR ESPECTROFOTOMETRÍA	70
FIGURA N° 42: CUANTIFICACIÓN DE CROMO POR ESPECTROFOTOMETRÍA.....	70
FIGURA N° 43: COMPOSICIÓN DEL EFLUENTE DE CURTIDO.....	78
FIGURA N° 44: GRAFICA DE COMPARACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE CROMO TOTAL DEL EFLUENTE Y LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE LA NORMATIVA PERUANA	80
FIGURA N° 45: CONCENTRACIÓN DE CROMO TOTAL DESPUÉS DE LA EXPERIMENTACIÓN CON Na (OH)	82
FIGURA N° 46: COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE ENSAYO CON LMP PARA LA ACTIVIDAD INDUSTRIAL DE CURTIEMBRES.....	84
FIGURA N° 47: COMPARACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE CROMO VI DE EFLUENTES EN RELACIÓN A LOS LMP.....	86
FIGURA N° 48: CONCENTRACIÓN DE CROMO VI MG/L DESPUÉS DE LA EXPERIMENTACIÓN CON Na(OH).-	88
FIGURA N° 49 : COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE ENSAYO Cr VI CON LMP PARA LA ACTIVIDAD INDUSTRIAL DE CURTIEMBRE.....	90
FIGURA N° 50: CONCENTRACIÓN DE CROMO III MG/L DESPUÉS DE LA EXPERIMENTACIÓN CON Na(OH)	92

FIGURA N° 51: DIAGRAMA DE PARETO ESTANDARIZADA PARA CONCENTRACIÓN DE CROMO	97
FIGURA N° 52: DIAGRAMA DE SUPERFICIE.....	98
FIGURA N° 53: BALANCE DE MASA	109

RESUMEN

Recuperación de cromo total de aguas residuales de la curtiembre “INCAPIELES” por el método de precipitación química con $\text{Na}(\text{OH})$, es una investigación científica motivada en conocer el proceso de curtido de pieles y uno de sus impactos ambientales significativos del proceso que es la concentración de cromo total en los efluentes después del proceso de curtido.

El alcance de investigación está centrado en obtener la concentración de cromo que puede ser recuperado del efluente del proceso de curtido después de la precipitación con $\text{Na}(\text{OH})$. Y con esto brindar una solución para reducir este elemento en los efluentes vertidos para su disposición final .

Tiene como objetivo principal recuperar la mayor concentración de cromo total de los efluentes del proceso de curtido de la empresa curtiembre “INCAPIELES” aplicando el método de precipitación química con $\text{Na}(\text{OH})$, con el fin de reducir la concentración de este elemento en los efluentes residuales, que de acuerdo al análisis en laboratorio la carga de cromo total en la descarga de los botales después del proceso de curtido genera 4334.07 mg/l. concentración elevada por sobre los límites máximos permisibles vigentes. La Hipótesis de la investigación, plantea que el proceso de precipitación con hidróxido de sodio ($\text{Na}(\text{OH})$) permita la recuperación del elemento en los sedimentos de precipitación y la reducción de cromo en los efluentes de la curtiembre INCAPIELES.

Esta investigación es de tipo aplicada y experimental, ya que su finalidad fue la resolución de un problema específico de la empresa de estudio: La recuperación de cromo de los efluentes del proceso de curtido y todo esto se realizó mediante el método experimental de precipitación química con $\text{Na}(\text{OH})$ donde se influyó en las variables tiempo y concentración de $\text{Na}(\text{OH})$ para probar la hipótesis planteada.

Después de la experimentación en laboratorio y su análisis, se determinó que los efluentes después del proceso de curtido presenta otros elementos residuales, sin embargo el cromo forma parte del %67 de su composición, con la experimentación se pudo recuperar hasta un 3% de cromo total en sedimentos, la efectividad de reducción del elemento en el efluente es hasta de un 99.97% demostrando ser un método para la remoción de cromo total en efluentes de este tipo de industrias. Las concentraciones iniciales de cromo total y sus valencias hexavalente y trivalente se redujeron por debajo de los límites máximos permisibles.

Con el uso del software estadístico Statgraphic se puso determinar valores óptimos para las variables que en teoría podrían reducir la concentración de cromo en los efluentes residuales hasta 0mg/l, sin embargo esto podría variar por la composición que presente el efluente. También con uso del software se determinó un modelo matemático que permita predecir la concentración de cromo indicando los valores de las variables de estudio.

Palabras Clave: Recuperación de cromo del curtido, remoción de cromo de efluente de curtiembre, precipitación con Na (OH) de cromo total.

ABSTRACT

Recovery of total chrome wastewater from tannery "INCAPIELES" by the method of chemical precipitation with Na (OH), is a scientific research motivated to know the process of tanning of skins and one of its significant environmental impacts of the process that is the concentration of total chromium in the effluents after the tanning process.

The scope of research is focused on obtaining the concentration of chromium that can be recovered from the effluent of the tanning process after the precipitation with Na (OH). And with this provide a solution to reduce this element in the effluents discharged for final disposal .

Its main objective is to recover the highest concentration of total chromium from the tanning process effluents of the tannery company "INCAPIELES" by applying the chemical precipitation method with Na (OH), which according to laboratory analysis the total chromium loading in the discharge of the botales after the tanning process generates 4334.07 mg / l. high concentration above current Imp. The hypothesis of the investigation, states that the process of precipitation with sodium hydroxide (Na (OH)) allows the recovery of the element in the sediments of precipitation and the reduction of chromium in the effluents of the tannery INCAPIELES.

This research is of applied and experimental type, since its purpose was the resolution of a specific problem of the study company: The recovery of chromium from the effluents of the tanning process and all this was done by the experimental method of chemical precipitation with Na (OH) where the time and concentration of Na (OH) variables were influenced to test the hypothesis.

After experimentation in the laboratory and its analysis, it was determined that the effluents after the tanning process have other residual elements, however the chromium is part of the% 67 of its composition, with the experimentation it was possible to recover up to ... % of total chromium in sediments, the effectiveness of reduction of the element is up to 99.97% proving to be a method for the removal of total chromium in effluents of this type of industries. The initial concentrations of total chromium and its hexavalent and trivalent valences were reduced below the maximum permissible limits.

With the use of Statgraphic statistical software, optimal values were determined for the variables that could theoretically reduce the chromium concentration in the residual effluents up to $0\text{mg} / \text{l}$, however this could vary due to the composition of the effluent. Also with the use of the software a mathematical model was determined that allows to predict the chromium concentration indicating the values of the study variables.

Key Words: Recovery of chromium from tanning, removal of chromium from summit effluent, precipitation with $\text{Na}(\text{OH})$ of total chromium.

INTRODUCCION

La presente investigación que tiene por objetivo principal Recuperar la mayor concentración de cromo total de los efluentes del proceso de curtido de la empresa curtiembre “INCAPIELES” aplicando el método de precipitación química con Na(OH).

Para ello se dispuso de muestras, que provenían de los efluentes residuales después del proceso de curtido de la empresa INCAPIELES E.I.R.L. Dichas muestras fueron analizadas para determinar características iniciales en composición y concentraciones del cromo total y sus valencias (III y IV) como datos referenciales.

Las muestras fueron sometidas a la experimentación con Na(OH), que funciona como un precipitante químico, facilitando su recuperación en los sedimentos y con ello la reducción de la concentración de Cr en el efluente.

La información recopilada, son de fuentes bibliográficas de tipo primaria y secundaria, la información proviene en forma directa de la empresa INCAPIELES E.I.R.L. y de libros, revistas, páginas web, investigaciones y reportes de noticias sobre la problemática, la industria de curtiembre y sus procesos, efectos del cromo, contrastado con la realidad de nuestro país y ciudad Arequipa.

El trabajo presenta los siguientes capítulos:

En el capítulo I, se presenta la descripción de la Realidad Problemática, la formulación del problema, objetivos y justificación de la investigación, así como su importancia y las limitaciones que se tuvo.

En el capítulo II, se abordó los fundamentos teóricos y conceptuales, con el fin de ampliar los conocimientos sobre la industria del curtiembre las implicancias del cromo, efectos, y la relevancia en el proceso de curtido, también se ve el marco legal que aplica en materia ambiental a este sector económico.

En el capítulo III, se presenta el planteamiento metodológico, describiendo la metodología, el diseño de la investigación, las hipótesis, variables y cobertura de estudio; se detalla la técnica e instrumentos usados para la experimentación en laboratorio y para el procesamiento y análisis de resultados.

En el capítulo IV, se muestran los resultados obtenidos y su discusión , la contrastación de hipótesis , las conclusiones y recomendaciones de esta investigación.

CAPITULO I

1. Descripción de la Realidad Problemática

1.1. Caracterización de la Realidad Problemática.-

En la industria del procesamiento de pieles para su posterior obtención de cueros tratados usados generalmente como materia prima para la elaboración de accesorios como calzados, carteras, ropa, etc. Se ha convertido en una preocupación pública respecto al impacto ambiental de las empresas de curtiembre por la generación de efluentes y alta contaminación de cuerpos de agua a causa de vertidos no tratados.

El tratamiento y procesado de pieles y cueros de animales puede originar un notable impacto sobre el medio ambiente. Las aguas residuales evacuadas contienen contaminantes como materia orgánica producto de los pelos, carnaza y productos químicos, así como varias soluciones que se utilizan para la preparación del cuero. También pueden producirse residuos sólidos y algunas emisiones a la atmósfera. (Organizacion Internacional del Trabajo, 2001).

La mayor preocupación recae en los elementos químicos característicos de esta industria, puesto que, de acuerdo al tipo de aditivo usado en el proceso de curtido, el efluente residual es toxico para su área de impacto ecológico y salud pública, tal como es el caso del cromo, que de acuerdo a su valencia es toxico, debido a que puede atravesar membranas celulares con facilidad. Está comprobado que afecta cuerpos de agua, fauna, flora, y por su capacidad de ingresar a la cadena alimenticia puede llegar a un consumidor final (hombre). (Díaz-Báez, Bustos López, & Espinosa Ramírez, 2004)

En el Perú, la demanda de productos a base de cuero, ha fomentado el crecimiento de las exportaciones a nivel internacional de cuero que destina este producto para la elaboración de calzado y otros artículos, a continuación se muestra en la Tabla N° 1.- Evolución de las Exportaciones Perú - Pieles y Cueros a países como China, España, Hong Kong, México, Italia, Ecuador, Vietnam, India, Estados Unidos, Alemania y otros países.

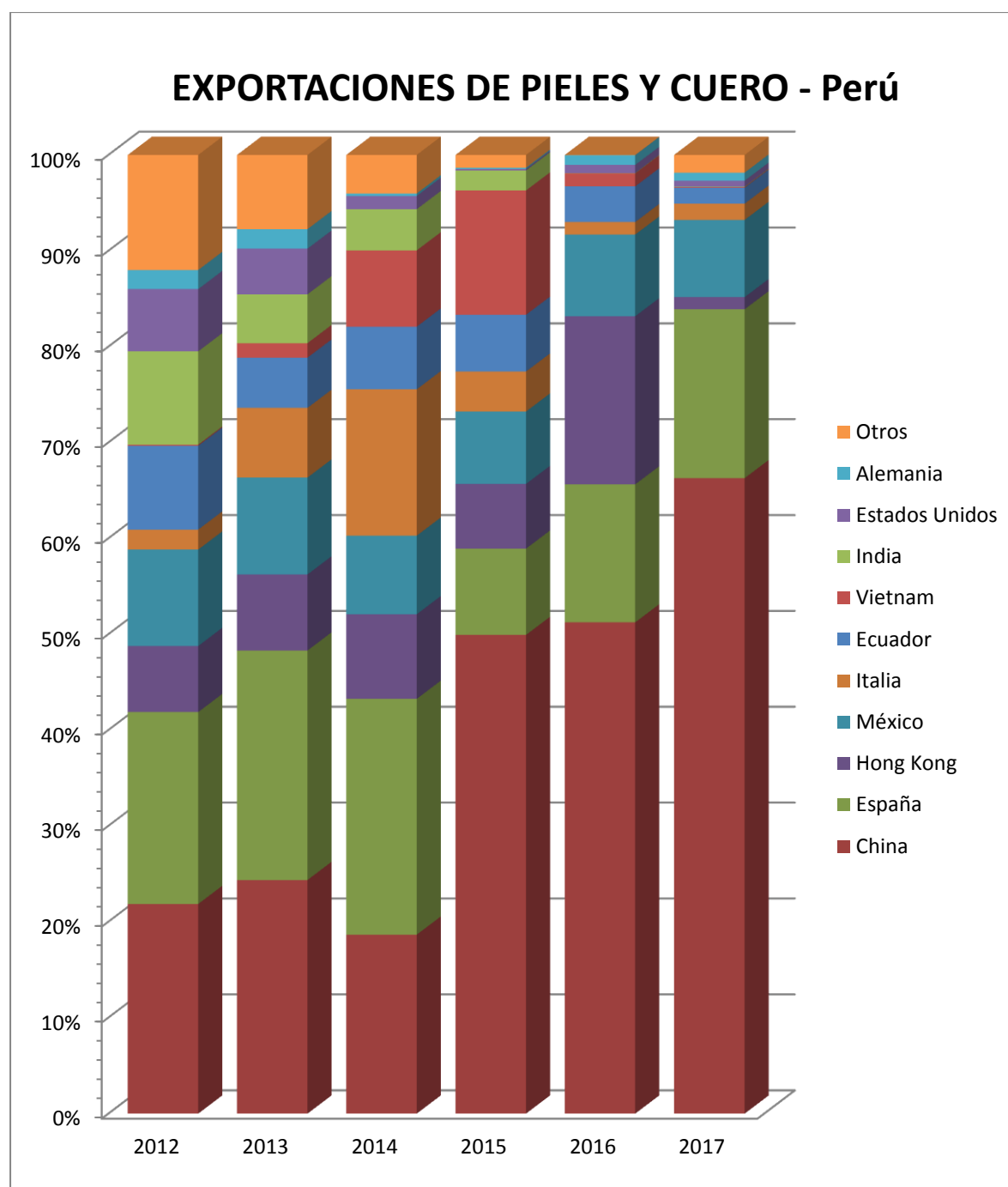
Tabla N° 1.- Evolución de las Exportaciones Perú - Pieles y Cueros

País	Fecha	2012	2013	2014	2015	2016	2017
China		5.400.386	6.385.183	6.666.523	21.838.745	17.064.417	13.243.992
España		4.950.635	6.280.128	8.798.141	3.939.197	4.795.359	3.521.315
Hong Kong		1.704.143	2.080.921	3.157.060	2.953.785	5.842.074	253.281
México		2.486.880	2.651.965	2.932.191	3.304.462	2.839.356	1.610.276
Italia		515.493	1.906.777	5.460.554	1.824.614	434.982	338.437
Ecuador		2.162.149	1.374.816	2.337.067	2.593.155	1.239.852	332.216
Vietnam		29.237	396.035	2.846.567	5.674.164	450.103	14.351
India		2.406.393	1.335.571	1.536.735	913.854	117.88	79.120
Estados Unidos		1.605.573	1.249.482	495.557	65.728	282.818	124.645
Alemania		492.665	534.677	925.52	567.69	342.928	168.499
Otros		2.968.358	2.031.496	1.437.495	588.321	569.6	368.889
Total		24.721.914	26.227.051	36.593.409	44.263.716	33.979.368	20.055.021

* Datos obtenidos hasta el año 2017 – Inversión Dólares, Precio FOB.

Fuente: Trade .Nosis. Com – Exportación e Importación de cueros y pieles Perú.

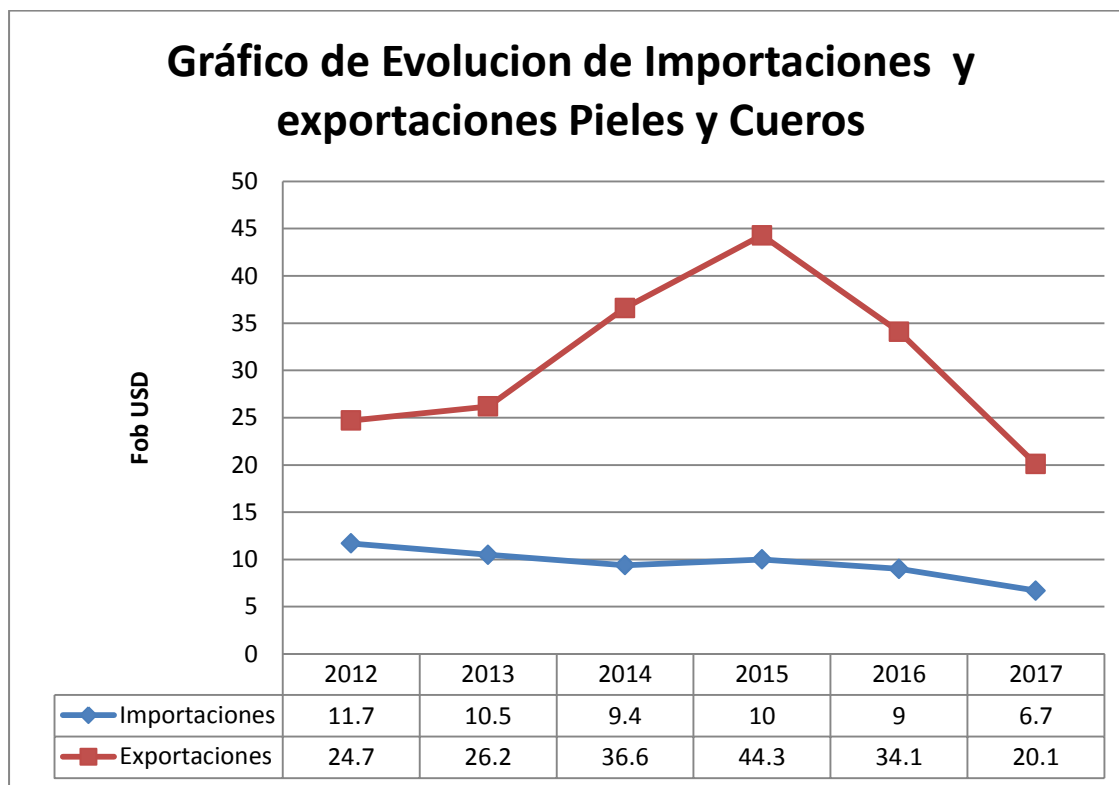
FIGURA N° 1: Grafico de exportación de pieles y cueros a nivel internacional.



Fuente: Elaboración propia.

A nivel internacional, los países donde se exporta la mayor cantidad de pieles y cueros son los países de China, India y México. Tal como se puede apreciar en la Tabla N° 1.- Evolución de las Exportaciones Perú - Pieles y Cueros y la FIGURA N° 1: Grafico de exportación de pieles y cueros a nivel internacional.

FIGURA N° 2: Grafico de la evolución de Importaciones y Exportaciones de Pielés y Cueros



Fuente: Trade .Nosis. Com – Exportación e Importación de cueros y pieles Perú.

El crecimiento en la industria de cuero y pieles a nivel nacional, tuvo su mayor aportación en las exportaciones internacionales en el 2015 con 44.3 millones de dólares, este crecimiento tuvo su declive en el año 2016 y 2017 con una baja del 55%, esta baja es debido a la alta competencia que sufre el cuero con las fibras sintéticas que revolucionan con la calidad de sus modelos y semejanza al cuero de ovino.

En la ciudad de Arequipa, se ha establecido la Asociación de Pequeña y Mediana Empresa de Curtiembres (APYMECO), sector conformado por empresas dedicadas al curtido de pieles, con un aproximado de 79 empresas, ubicadas en Cerro Colorado en el Parque Industrial de Rio Seco (PIRS), con cercanía a la quebrada de Añashuayco. (Zevallos Valdivia, 2013)

Tabla N° 2.-Cantidad de contribuyentes registrados ante la SUNAT dedicados a actividades de fabricación de artículos de pieles y cueros

CIU (Rev.3)	DESCRIPCIÓN	Total Registrados *	Registrados en Arequipa **
1820	Fabricación de artículos de piel	168	21
1911	Curtido y adobo de cueros	636	190

* Corresponde a los contribuyentes activos registrados ante la SUNAT -2017.

** Considera aquellos que registran domicilio fiscal ubicado en el provincia de Arequipa.

Fuente: SUNAT - 2017

En la Tabla N° 2.-Cantidad de contribuyentes registrados ante la SUNAT dedicados a actividades de fabricación de artículos de pieles y cueros, muestra la cantidad de empresas registradas ante la Superintendencia Nacional de Aduanas y Administración Tributaria a nivel nacional, un total de 636 registradas en el rubro de Curtido y Adobo de Cueros.

Arequipa cuenta con el 30% de empresas curtidoras, con un total de 190 registradas en la SUNAT; realizando una comparación bibliográfica el PIRS tiene un aproximado de 79 empresas registradas con la Asociación APYMECO, un 42 % de la industria de cueros en este punto de la ciudad.

En el Anexo N°1 Empresas Curtiembreras Representativas se muestran las empresas más importantes en la ciudad de Arequipa dedicadas a la curtición de cueros.

A nivel nacional, existen empresas con mayor participación en este rubro, realizando exportaciones a nivel internacional.

Tabla N° 3.- Empresas de Curtiembre representativas a nivel nacional

EMPRESA	PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN ANUAL
Peruvian leather company s.a.c.	58%
Maite de haro s.a.c.	22%
Rm export s.a.c.	11%
Firststone trading s.a.c.	4%
Curtiduría el porvenir s a	2%
Inversiones harod s.a.c	1%
Cueros latinoamericanos s.a.c.	1%
Comercialización de productos agr...	1%

Fuente: SUNAT -2016

En la Tabla N° 3.- , se muestra las empresas con mayor participación en la exportación de pieles y cueros, pero existen un mayor número que trabajan y cubren una demanda a nivel nacional entre medianas y pequeñas curtiembres además de pequeños artesanos.

En Arequipa el Parque Industrial de Rio Seco (PIRS), se encuentra ubicado al noreste del centro de la ciudad de Arequipa, distrito de Cerro Colorado, provincia y departamento de Arequipa, geográficamente se encuentra entre la costa y la meseta de la sierra baja del Perú en el margen derecha del Rio Chili, con bastante cercanía a las Quebradas de Añashuayco, considerado parte de la Ruta Turística del Sillar. Su altitud promedio es de 2 250 m.s.n.m.; y alberga a la mayor cantidad de empresas dedicadas al rubro del curtido de pieles.

Históricamente el cuero arequipeño fue un producto estrella durante gran parte del siglo pasado. Además de su elevada calidad, su proceso de elaboración, entre 1950 y 1990, era menos contaminante que el de hoy, pues se usaba extracto de un árbol sudamericano Quebracho colorado (*Schinopsis balansae*), en lugar del proceso industrial a base de cromo, sulfuro y cal de nuestros días que resulto ser 40 veces más barato.

Entre 300 a 400 empresas de curtido de pieles estuvieron ubicadas a lo largo de toda la avenida La Marina junto con la emblemática fábrica de Cueros “Las Américas” propiedad de Pedro P. Díaz, convirtiendo a la ciudad en la principal abastecedora de cuero del país para la fabricación de calzado, que posteriormente fue a competir la producción de cuero nacional con Trujillo y Lima.

En el año 1990 las curtiembres se trasladaron masivamente al distrito de cerro colorado al conocido actualmente Parque Industrial. (La Republica, 2014) .

El compromiso del gobierno regional (antes Consejo Transitorio de Administración Regional) fue construir seis lagunas de oxidación y una planta de tratamiento con el fin de tratar los efluentes de la industria de curtiembres. Sin embargo hasta la actualidad, solo se ha construido dos lagunas de oxidación que sirven como depósito para una capacidad de 28 mil m³ que contienen una alta carga orgánica, sulfuros y concentraciones de cromo, y que ya ha sido rebasada, con ello se ha identificado que se descargan de 4 a 100 litros/segundo a las quebradas de Añashuayco y con ello se contaminan los sembríos de la parte baja como la Joya antigua y nueva, San Camilo y algunas zonas de Sachaca. (Barcena, 2015)

Se detectó el incremento de la contaminación por Cromo, sobrepasando los Límites Máximos Permisibles (LMP), para agua potable y de regadío, debido a distintas fuentes de contaminación, por efluentes de aguas negras, curtiembres, talleres de galvanoplastia y uso de insecticidas que son usados en la agricultura; la detección de estos contaminantes se realizó en un estudio de monitoreo de contaminación de la cuenca Rio Chili – Vitor y Quilca. (Fernandez P. de Vizcardo , 2004)

Usualmente en los cursos de agua el cromo trivalente se encuentra como hidróxido insoluble dado el pH común en este medio. Sin embargo cuando se introducen insumos industriales siendo el caso de las curtiembres, el pH se modifica y es común encontrar una concentración elevada de cromo hexavalente por encima de los valores permitidos. Es por esto que los residuos de las curtiembres constituyen un problema importante que debe tratarse.

El cromo utilizado es trivalente (Cr III) y es un oligoelemento indispensable en los procesos bioquímicos de nuestro cuerpo ya que participa del metabolismo de la glucosa, el colesterol, proteínas y ácidos grasos. A grandes concentraciones es toxico. Sin embargo el

romo hexavalente (Cr VI) es 30 veces más tóxico y ha sido clasificado como cancerígeno y mutagénico.

En la industria de Curtiembre de pieles existen diferentes alternativas tecnológicas, si bien actualmente se están dedicando sostenidos esfuerzos para desarrollar procesos alternativos a *la curtir con sales básicas de cromo (III)*, y no obstante, de existir algunos ejemplos en producción industrial sobre la elaboración de cueros sin dichas sales, *el proceso de curtir con cromo es aún el más utilizado en el mundo para producir los diversos tipos de cueros* que requieren los usuarios.

La industria de la curtiembre tiene un enorme impacto desde el punto de vista ambiental, dadas las características de los efluentes que elimina a los cursos de agua o a la atmósfera. Por ello durante los últimos años, se ha desarrollado distintos productos menos agresivos con el ambiente y adecuados para la demanda de producción.

Con la siguiente investigación se usará efluentes del proceso de curtido de la empresa “Inca Pielés”, se disminuirá la concentración de cromo total con el fin de recuperarlo por el método de precipitación y reinsertarlo en el proceso de curtido. Este método representa una ventaja en el ahorro de insumos y la disminución del metal en el efluente a un nivel permitido por la legislación Peruana Ambiental.

1.2. Formulación del Problema.-

1.2.1. Problema principal.-

- ¿Cuánto se puede recuperar de cromo total para que los efluentes no presenten alta carga del elemento mediante la precipitación química con Na (OH).?

1.2.2. Problemas secundarios.-

- a) ¿Cuál es la composición físico - química del efluente generado por la empresa Incapielés E.I.R.L. del proceso de curtido?
- b) ¿La concentración de cromo total, VI y III después de la precipitación química con Na(OH) superará los límites máximos permisibles?
- c) ¿Cuál será el porcentaje de reducción con precipitación con Na(OH) de cromo total en el efluente?

- d) ¿Cuáles serán los factores óptimos de las variables para reducir el máximo de cromo total?
- e) ¿Serán influyentes las variables masa de hidróxido de sodio y tiempo de reacción frente a la recuperación de cromo en la precipitación química?
- f) ¿Cuál será el modelo matemático del diseño de experimentos establecido?

1.3. Objetivos de investigación.-

1.3.1. *Objetivo general.-*

- Recuperar la mayor concentración de cromo total de los efluentes del proceso de curtido de la empresa curtiembre “INCAPIELES” aplicando el método de precipitación química Na (OH).

1.3.2. *Objetivos específicos.-*

- a) Caracterizar el efluente del proceso de curtido de la empresa Incapieles E.I.R.L. para identificar que elementos existen aparte del Cromo.
- b) Identificar si la presencia de Cromo total, Cromo VI y Cromo III en los efluentes del proceso de curtido de la empresa Incapieles E.I.R.L. se encuentra en los límites máximos después de la experimentación con Na (OH).
- c) Cuantificar el porcentaje de reducción de Cromo Total en el efluente.
- d) Determinar la concentración de Na (OH) y tiempo de agitación óptimas para la reducción máxima de cromo en el efluente.
- e) Identificar la influencia de las variables: Concentración de Na(OH) y tiempo de agitación en la experimentación.
- f) Establecer el modelo matemático para la reducción de cromo que involucre las variables de Concentración de Na(OH) y tiempo de agitación.

1.4. Justificación de la investigación.-

1.4.1. *En el aspecto ambiental:*

La industria de curtiembre genera una gran cantidad de residuos sólidos y líquidos que necesitan tratamiento adecuado antes de ser vertidos a los alcantarillados.

El proceso de curtiembre tiene como objetivo transformar la piel de un animal (vacuno) para ello la piel debe pasar por distintas etapas que le brindaran propiedades adecuadas para

el producto final: cuero, pero durante este proceso pasara por el proceso de curtido donde se usara el cromo para poder dar a la piel flexibilidad, suavidad y darle propiedades resistentes a la temperatura mayor a 80°C sin descomponerse ni gelatinizarse.

Los efluentes productos de este proceso contienen niveles altos de cromo, por lo que es necesario reducir su concentración y evitar que estos lleguen a los alcantarillados o cuerpos de agua.

En la actualidad, los efluentes de las empresas de curtiembre del Parque Industrial de Rio Seco desembocan en las pozas de oxidación; y hay evidencia de que efluentes contaminados del sector curtiembre han llegado al rio Chili, contaminando este cuerpo de agua; debido a que, al no realizar un tratamiento de reducción de cromo total del efluente en el punto de generación (Empresa de Curtido), todo se direcciona a las pozas de oxidación que en la actualidad ya ha superado sus límites de contención.

Estos efluentes contaminados contienen metales como cromo, sulfuro y azufre, dañinos para el entorno ambiental y la salud pública. (Bárcena, 2015)

1.4.2. *En el aspecto social*

La medición de la exposición a numerosos factores ambientales es compleja porque no disponemos de sistemas adecuados de información y vigilancia sanitaria que permitan valorar la magnitud y gravedad de los riesgos.

Debido a su degradación, el cromo generalmente no permanece en la atmosfera, sino que se deposita en el suelo y en el agua; y puede cambiar de una forma a otra en el agua y el suelo, dependiendo de las condiciones presentes de este modo llegar a la cadena alimenticia y afectar al ser humano.

Considerando lo mencionado en el aspecto ambiental, el rio Chili alimenta los sembríos de la parte baja de la provincia y conforme el cuerpo de agua avanza los principales afectados son los agricultores de la Joya Antigua y Nueva, San Camilo y zona de Sachaca. (Bárcena, 2015).

1.4.3. *En el aspecto técnico*

A través de esta investigación se podrá determinar la eficiencia de recuperación de cromo total de los efluentes de la industria de curtiembre en Arequipa y la reducción de carga

contaminante por este metal, que adecuándose a la industria de la curtiembre podrían evitar sanciones por parte de entidades fiscalizadoras ambientales, optimizar su proceso de curtido y poder certificarse como una empresa con responsabilidad ambiental.

1.5. Importancia

El presente proyecto de investigación es importante porque al recuperarse el cromo total presente en los efluentes del proceso de curtido de pieles se contribuirá con la conservación del ambiente, la protección de la población y a la optimización de uso de recursos y costos de producción por parte de la empresa de curtiembre.

1.6. Limitaciones

El presente proyecto tuvo las siguientes limitaciones:

- Debido al coste de los análisis de laboratorio, la toma de muestras no se realizó de acuerdo al estándar de muestreo para cromo, usando aditivos de conservación como el ácido nítrico, sin embargo se enviaron a su análisis de manera inmediata.
- Debido a que el límite de detección del equipo de espectrofotometría era mayor al de la concentración en las muestras enviadas a analizar, se debió utilizar dos metodologías de detección para cromo en aguas: ICP – Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales y el método de ensayo estándar para cromo en agua por Absorción Atómica.
- Debido a la cantidad de muestras a analizar de acuerdo al diseño experimental, no se contaba con material suficiente para poder realizar la experimentación, por lo que se requirió la participación de colaboradores.

CAPITULO II

2. Fundamentos Teóricos.-

2.1. Marco Referencial.-

2.1.1. *Antecedentes de la Investigación.-*

Curtir es el proceso mediante el cual se convierten las pieles de los animales (bovinos, ovinos y porcinos). Una de las principales preocupaciones relacionada con su procesamiento es el uso de técnicas de producción que disminuyan la contaminación residual, sea sólida o líquida. En el proceso de pieles saladas, sólo una parte es transformada en cuero; el resto es eliminado bajo forma de desecho sólido o como efluente en solución. (Chavez Porras, 2010)

La dificultad que presenta el uso de sales de Cr en el curtido es la cantidad de curtiente que no se fija, y que permanece en los reflujos y los lodos de depuración, lo cual impide la utilización de los materiales residuales, principalmente de este metal. La magnitud de este residual dependerá de la eficiencia del proceso particular del curtido y es determinada por algunas variables: la oferta del metal, el tiempo de operación, la temperatura y el pH del baño de curtido. (Chavez Porras, 2010)

En estos efluentes, el cromo (Cr) puede encontrarse como hexavalente Cr^{6+} (en forma de ion cromato CrO_4^{-2} o del ion dicromato $\text{Cr}_2\text{O}_7^{-2}$; o como trivalente Cr^{3+} ; este último es más estable y 1.000 veces menos tóxico que el Cr^{6+} . En la mayoría de casos, el nivel de Cr total que se encuentra en los cuerpos de agua es bajo ($10 \mu\text{g/L}$), dado que en el rango de pH en los que se encuentra el agua, el Cr^{3+} se encuentra en la forma de $\text{Cr}(\text{OH})_3$, que es insoluble. El Cr^{6+} es soluble predominando la forma de CrO_4^{2-} y donde a pH ácidos solo existe el $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$. Sin embargo, cuando se vierten a los ríos los efluentes, la contaminación alcanza concentraciones superiores a los $25 \mu\text{g/L}$. (Chavez Porras, 2010)

Por ejemplo en el sector de San Benito localidad de Usme, (Bogotá) se encuentran registradas 265 curtiembres que representan más del 50% de las industrias curtidoras que hay en el país, estas aportan grandes cargas contaminantes a las aguas del río Tunjuelito que a su vez vierte sus aguas al Río Bogotá, uno de los principales afluentes del Río Magdalena; sus vertimientos tienen concentraciones de cromo trivalente entre 2000 y 8000 mg/L, siendo la concentración máxima permisible de 1 mg/L. Para ello se realizó una investigación donde se desarrolló un método de precipitación con soda caustica y regeneración con sulfato de sodio y

ácido fórmico para reutilizar el cromo recuperado en el proceso de curtido y remover el cromo del efluente en casi un 99.9%. (ORTIZ PENAGOS, 2013)

En Santa Cruz, Bolivia, se percibe la misma realidad que en Perú, donde se ha implementado un sistema de tratamiento por medio de lagunas de oxidación para tratar parcialmente las aguas residuales de diversos tipos de industrias, incluyendo las curtiembres ubicadas en un parque industrial; las aguas residuales son previamente tratadas en cada curtiembre para retirar sólidos en suspensión producto de pelos y restos orgánicos; y de grasas, sin embargo la oxidación posterior en las lagunas de oxidación es insuficiente para producir agua residual con parámetros de calidad exigidos por la normatividad ambiental. (ORTIZ PENAGOS, 2013)

La distribución del metal depende de la dinámica y características propias del cuerpo de agua, sus orígenes y la capacidad de bioacumulación por la biota, por lo que se considera que los procesos mixtos de curtiembre vegetal y sales de aluminio son una alternativa válida para evitar el impacto ambiental. (Chavez Porras, 2010)

El uso del cromo (Cr) como agente se debe a la calidad del cuero que se genera; las sales generan un curtido más uniforme y rápido, y se obtiene, además, una mayor superficie. En contraste con las sales de aluminio, estas hacen que el cuero se "hinche" y en ebullición se convierta en un material de consistencia gelatinosa, debido a que los complejos de Al que se unen a las proteínas se hidrolizan fácilmente. Con SiO₂, la penetración del agente es irregular, haciendo cueros duros, de menor resistencia al desgarre y poca afinidad con los colorantes. Con agentes vegetales es lenta, tanto que puede durar desde 70 días hasta dos años. (Chavez Porras, 2010)

La industria tiene un enorme impacto, dadas las características de los efluentes que elimina; ello determinó que se hicieran esfuerzos para el desarrollo en el área de los insumos químicos, para responder por productos menos agresivos. (Chavez Porras, 2010)

El aporte del metal en el curtido se distribuye así: baño de curtido 60%; escurrido y reposo 20%; re-curtido 18%; y lavado final 2%. Para aumentar la fijación y disminuir la carga en los efluentes, se dispone de varios métodos, como la separación por precipitación, el reciclado del baño de curtido, el curtido de alto agotamiento y el curtido vegetal. (Chavez Porras, 2010)

2.1.2. *Referencias Históricas.-*

En la antigüedad el curtido se consideraba una industria nociva y era relegada a las afueras de las ciudades, las zonas pobres. De hecho, los antiguos métodos de curtido eran tan malolientes que las tenerías que los emplean aún siguen estando aisladas de las ciudades. Los antiguos usaban el cuero para odres, bolsos, arneses, botes, armaduras, aljabas, vainas, botas y sandalias. Sobre 2500 a. C., los sumerios empezaron a usar el cuero, tachonado con cobre, en las ruedas de los carros. (Eduardosalg, 2017)

Como elementos de curtición empleaban: orina, baños en soluciones salinas (sal), estiércol, sesos de animales, aceite de cedro, alumbre y taninos. (Eduardosalg, 2017) Hoy en día se usan baños de sal para preparar las pieles, enzimas para ablandarlas, biocidas para evitar el crecimiento bacteriano y para el proceso de curtido puede emplearse métodos vegetales o minerales. Los taninos vegetales naturalmente provienen de la corteza de algunos árboles castaño (*Castanea*), roble (*Quercus*), tanoak (*Sequoia sempervirens*), pinabete (*Abies alba*) quebracho (*Schinopsis balansae*), manglar (*Rhizophora mangle*), zarzo (*Acacia pycnantha*) y cerezo (*Prunus cerasus*). Para el curtido con minerales se suele usar el cromo. (Eduardosalg, 2017).

En realidad, el origen del uso de las pieles animales como elemento para el uso humano se remonta a la Prehistoria. El cazador anónimo que un buen día, tras comparar su cuerpo desnudo con el de un animal recién abatido, constató su evidente inferioridad en cuanto a protección térmica y, saqueando a su víctima, se cubrió con una masa caliente de pelo y sangre, no es otro que el inventor de la piel, la materia más aislante jamás hallada. (MARROQUINERIA)

Es en el antiguo Egipto donde tuvieron lugar las grandes innovaciones: se ha constatado el primer curtidor en un sarcófago de Ti, hacia el 2850-2700 aC. También, en las antecámaras de la sepultura de Tutankamon, abundan objetos de piel, destacando un fragmento de cinturón de cuero rojizo, con repujados representando pavos reales, que data de la dinastía SVII, es decir, unos 1500 años antes de Cristo. (MARROQUINERIA)

En el mundo persa, un relieve de alabastro del siglo VII a.C. proclama la importancia de la piel en dicha sociedad: representa al rey asirio Asurbanipal en una cacería de leones, vistiendo un ancho cinturón-de piel- y botas acordonadas - de piel-, rodeado por un grupo de

sirvientes que portan carcajes -de piel- llenos de flechas, y van calzados con botas -de piel- o sandalias -también de piel. (BOCANEGRA HENAO, 2008)

En la edad media hasta el siglo XVI los romanos a modo de burla contra los germanos, que usaban pieles para protegerse contra las condiciones climáticas de las remotas tierras de allende el Rin, empezaron a usar pieles y trajes durante sus días de carnavales como una parodia a la vestimenta casi salvaje de los germanos, sin embargo el uso de cueros y pieles de animales empezó a hacerse masivo en la población. (MARROQUINERIA)

Para el año 1000, la moda de las pieles se había impuesto en todo el Occidente cristiano incluyendo, con sus lógicas variantes, a la Península Ibérica, así como en el mundo árabe del Oriente Próximo, norte de África y España musulmana. Durante la Edad Media, el papel de la piel en tanto que material para la confección de un sinfín de objetos no cesó de cobrar importancia. La industria de la piel se diversificó en gran medida, y dio lugar no sólo a objetos de consumo habitual, sino también a otros destinados al lujo. (MARROQUINERIA)

Las artes de la piel entran en el siglo XIX convertidas en un elemento cultural de primer orden: el hallazgo de nuevos extractos curtientes significó una innovación de vital importancia. (BOCANEGRA HENAO, 2008)

2.2. Marco Legal.-

- Constitución Política
- Código Del Medio Ambiente Y Los Recursos Naturales
- Decreto legislativo N° 757 - aprueban Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada.
- Decreto Supremo N° 019-97-ITINCI Reglamento de Protección Ambiental para el Desarrollo de Actividades de la Industria Manufacturera. (*Ver Anexo 2*).
- Decreto Supremo N° 044-98-PCM Reglamento Nacional para la Aprobación de Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles. (*Ver Anexo 3*).
- Decreto Supremo N° 003-2002-PRODUCE – Límites Máximos Permisibles y Valores Referenciales para las actividades industriales de cemento, cerveza, CURTIEMBRE y papel. (*Ver Anexo 4*).
- Régimen de sanciones e incentivos del reglamento de protección ambiental para el desarrollo de las actividades de la industria manufacturera aprobado mediante D.S. N° 025-2001-ITINCI

2.3. Marco Conceptual.-

2.3.1. *El cromo.-*

Se encuentra en rocas, plantas, suelos, animales y en los humos 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, o cromo (III), y las del cromo hexavalente, o cromo (VI). El cromo trivalente es un nutriente esencial para los seres humanos, en los que promueven la acción de la insulina. El cromo metálico, los derivados del cromo hexavalente, usualmente son de origen antropogénico. (Lilia, 2000)

Cromo proveniente del nombre griego *chromos* que significa “color” y se debe a los vivos colores de sus compuestos. El elemento fue descubierto en 1762 o 1798 por el químico francés Vauquelin en Siberia en forma de mineral rojo (crocoita) de fórmula $PbCrO_4$. El cromo es el sexto elemento en abundancia en la corteza terrestre, en donde se encuentra como óxido crómico (Cr_2O_3) y, combinado con hierro y oxígeno, en el mineral cromita. (Lilia, 2000)

Es un metal pesado de la primera serie de metales de transición, a lo que se debe sus principales propiedades químicas y bioquímicas. Entre ellas destacan que tiene varios estados de oxidación, algunos de sus compuestos son paramagnéticos, muchos de ellos son coloridos, por lo que algunos minerales y piedras preciosas deben su color al cromo, por otra parte, el Cr tiende a formar iones complejos. (Lilia, 2000)

Los estados de oxidación van desde -2, 0, +2, +3 y +6; de ellos destacan la forma trivalente como la más estable y la hexavalente de propiedades marcadamente oxidantes, ambas especies se usan ampliamente a nivel industrial. (Pazos Capeáns, 2007). En valencia 0 corresponde al cromo metálico. (Lilia, 2000).

2.3.1.1. *Propiedades del Cromo.-*

Metal que es de color blanco plateado, duro y quebradizo cuando se encuentra en estado metálico. Sin embargo, es relativamente suave y dúctil cuando no está tensionado o cuando está muy puro. El cromo elemental no se encuentra en la naturaleza. Su mineral más importante por abundancia es la cromita ($FeCr_2O_4$). Es de interés geoquímico el hecho de que se encuentre 0.47% de Cr_2O_3 (Óxido crómico) en el basalto de la Luna, proporción que es de 3-20 veces mayor que el mismo espécimen terrestre. (Lenntech BV)

Tabla N° 4.- Propiedades del Cromo

PROPIEDADES FISICO.QUIMICAS DEL CROMO	
Símbolo químico	Cr
Numero Atómico	24
Grupo	6
Periodo	4
Peso Atómico	51.996 u
Punto de Fusión	2130 K° - 1857.85 C°
Punto de Ebullición	2945 K° - 2672.85 C°
Densidad (kg/m ³)	7190 (20°C)
Electrones en los niveles de Energía	2, 8, 13,1
Estados de Oxidación	0 -+2 +3 +6
Abundancia del elemento corteza terrestre	185 ppm
Abundancia del elemento en océanos	0.00005 ppm

Fuente: Adaptado. (Enig, 2017)

En la Tabla N° 4.- Propiedades del Cromo , se presentan las propiedades características del Cromo.

Existen cuatro isótopos naturales del cromo, ⁵⁰Cr, ⁵²Cr, ⁵³Cr, ⁵⁴Cr, Se han producido diversos isótopos inestables mediante reacciones radioquímicas. El más importante es el ⁵¹Cr, el cual emite rayos gamma débiles y tiene un tiempo de vida media aproximadamente de 27 días. (Lenntech BV)

Sus propiedades mecánicas, incluyendo su dureza y la resistencia a la tensión, determinan la capacidad de utilización. El cromo tiene una capacidad relativa baja de forjado, enrollamiento y propiedades de manejo. Sin embargo, cuando se encuentra absolutamente libre de oxígeno, hidrógeno, carbono y nitrógeno es muy dúctil y puede ser forjado y manejado. Es difícil de almacenarlo libre de estos elementos. (Lenntech BV)

El cromo es capaz de formar compuestos con otros elementos en estados de oxidación (II), (III) y (VI). Estos se representan en términos de los óxidos de cromo:

- Cromo con valencia II: CrO, óxido de Cr (II) u óxido cromoso.
- Cromo con valencia III: Cr₂O₃, óxido de Cr(III) u óxido crómico
- Cromo con valencia IV: CrO₃, anhídrido de Cr (VI) o anhídrido de ácido crómico.

Se conocen también los peróxidos, ácido per crómico y perchromatos. Los halogenuros (fluoruro, cloruro, yoduro y bromuro) de cromo son compuestos bastante comunes de este metal. El cloruro, por ejemplo, se utiliza en la producción de cromo metálico mediante la reducción del cloruro cromoso, CrCl₂, con hidrógeno. (Lenntech BV).

En las sales crómicas y en la cromita con valencia III . La mayoría de estos compuestos son de color verde, pero algunos son de color rojo o azul, EL óxido de cromo Cr₂O₃ es un sólido verde. En cromatos y dicromatos, el cromo en valencia VI como el dicromato de potasio K₂Cr₂O₇ es un sólido rojo, soluble en agua. (Llor & R. Paéz, 2004)

El cromo es un metal blanco, duro, frágil y brillante, que funde a 1880-1900 °C. Es extremadamente resistente a los agentes corrosivos ordinarios. El metal se disuelve con cierta facilidad en ácidos minerales no oxidantes: HCl, H₂SO₄, pero no es atacado por agua regia, ni por HNO₃, ni concentrado ni diluido (Lenntech BV).

El Cr VI solo existe como oxoespecie: CrO₃, (CrO₄)²⁻, CrO₂F₂ y un oxidante fuerte. (Lilia, 2000)

Las especies de Cr⁴⁺ y Cr⁵⁺ se forman como intermedios transitorios en la reducción de soluciones de Cr(VI); son estados de oxidación inestables en solución acuosa, debido a que se desproporciona rápidamente a Cr(III) y Cr(VI). (Lilia, 2000)

2.3.1.2. *Química de las soluciones de Cromo III.-*

Para el elemento en general y para sus soluciones acuosas, este es el estado de oxidación más estable e importante, debido a que forma un gran número de complejos relativamente inertes, propiedad que ha permitido la separación como sólidos de los mismos.

El Cr₂O₃, es de color verde y posee la estructura del corindón. Se forma al quemar el metal en oxígeno, por la descomposición térmica del CrO₃, o del dicromato de amonio; o por la

tostación del $\text{Cr}(\text{OH})_3$. Este último precipita al alcalinizar soluciones de sales de Cr^{3+} . Si se calcina a temperaturas demasiado elevadas, el óxido resulta inerte frente a ácidos y bases. Tanto el óxido, como el hidróxido, son anfóteros; estos se disuelven fácilmente en ácidos para dar aquo-iones $(\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6)^{3+}$, y en soluciones alcalinas concentradas para dar cromitos. El Cr_2S_3 no puede precipitarse a partir de soluciones acuosas por la prevalencia del proceso hidrolítico, que lo transforma en $\text{Cr}(\text{OH})_3$ y H_2S . (Lilia, 2000)

2.3.1.3. *Química de las soluciones de Cr VI.-*

En su estado de oxidación más alto, el cromo forma compuestos que con la única excepción del CrF_6 (fluoruro de cromo), son todos oxocompuestos y todos ellos son oxidantes muy potente. El CrO_3 (óxido crómico) puede obtenerse como precipitado de color rojo-naranja, añadiendo H_2SO_4 a las soluciones acuosas de dicromato de sodio o potasio. El Cr (VI) es fácilmente soluble en agua. Es sumamente venenoso. Por encima de su punto de fusión (197°C) no es térmicamente estable, pierde oxígeno para dar Cr_2O_3 . Oxida vigorosamente la materia orgánica en casi todas sus formas. (Lilia, 2000)

La química en soluciones acuosas de Cr (VI) es muy importante. En soluciones alcalinas se encuentra como ion cromato, $(\text{CrO}_4)^{2-}$, tetraédrico, de color amarillo. De estas soluciones se pueden precipitar los cromatos insolubles de Ba, Pb y Ag. Si se disminuye el pH, las soluciones toman color anaranjado y dan por deshidratación el dicromato, $(\text{Cr}_2\text{O}_7)^{2-}$. (Lilia, 2000)

2.3.2. *Hidroxido de Sodio*

El Hidróxido de Sodio (NaOH), también conocido como sosa cáustica es un sólido blanco cristalino sin olor que absorbe humedad del aire (higroscópico). El hidróxido de sodio es muy corrosivo, generalmente se usa en forma sólida o como una solución de 50%. Es usado en la industria (principalmente como una base química) en la fabricación de papel, tejidos, y detergente. (EcuRed, 2018). En las industrias del sector secundario de actividades económicas se puede observar con mucha frecuencia su uso para poder elaborar una gran diversidad de productos, tales como: Adhesivos, productos químicos sellantes, Adsorbentes y absorbentes, Productos químicos agrícolas (no plaguicidas), Agentes antiadherentes,

Agentes de intercambio de iones, Productos químicos de laboratorio, Agentes oxidantes / reductores, Plastificantes, Agentes de recubrimiento y agentes de tratamiento de superficies, Agentes de separación de sólidos, Disolventes (para limpieza o desengrase), entre otros. (PubChem, 2017)

2.3.3. *Proceso de Curtido de pieles*

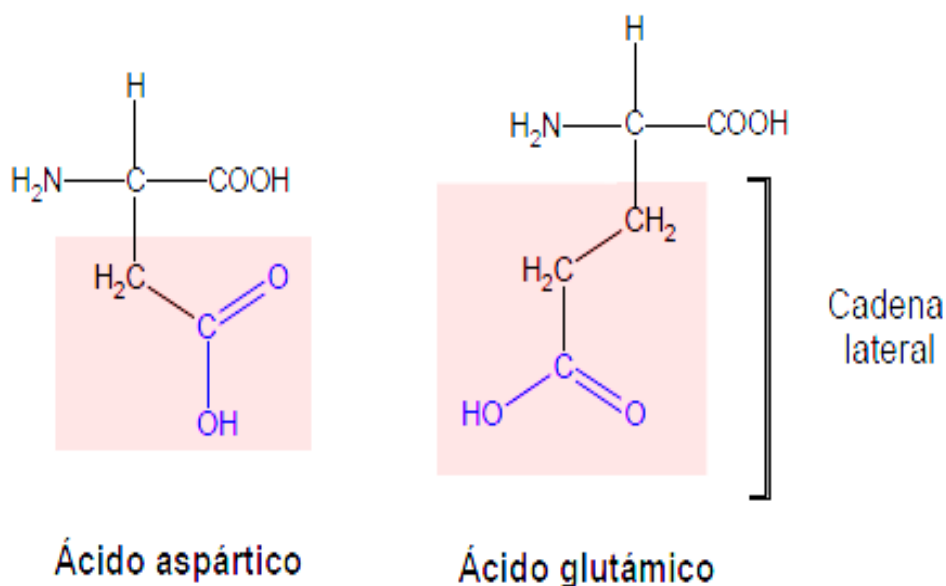
El proceso de curtir pieles tiene como finalidad transformar la piel de un animal en un producto imputrescible y con mejores propiedades. Para esto, la piel pasa por una serie de etapas que la acondicionan y transforman hasta obtener el producto final. Existe un procedimiento general para el proceso que las curtidorías suelen modificar, ya sea alterando la secuencia de etapas a seguir o utilizando diferentes reactivos, para poder diferenciar su producto. Este hecho es muy importante pues, si la diferenciación es efectiva y produce un cuero de alta calidad y buenas propiedades, la curtidoría será más competitiva frente a las demás. Pero, al no existir un proceso estandarizado, no se puede generalizar las propiedades de los efluentes y habrá gran variabilidad en la matriz del efluente de cada empresa de curtido. (Santiago, 1999)

2.4. Marco Teórico.-

2.4.1. *La función de cromo en el proceso de curtido.-*

El colágeno es la principal proteína de la piel, cuya función es primariamente estructural. Está compuesta por fibras polipeptídicas de triples hélices que se unen por medio de puentes de hidrógeno para formar una red de fibras de colágeno. Como se puede visualizar en la FIGURA N° 3 : Estructuras de los ácidos aspártico (izquierda) y glutámico (derecha), donde se resaltan las cadenas laterales que contienen un grupo carboxílico, los ácidos glutámico o aspártico en la estructura primaria contienen un grupo carboxílico libre en sus cadenas laterales. Estos grupos -COOH son claves para la coordinación del cromo en la estructura de la piel, para poder curtirla y darle el cambio de propiedades. (Covington, 1997)

FIGURA N° 3 : Estructuras de los ácidos aspártico (izquierda) y glutámico (derecha), donde se resaltan las cadenas laterales que contienen un grupo carboxílico

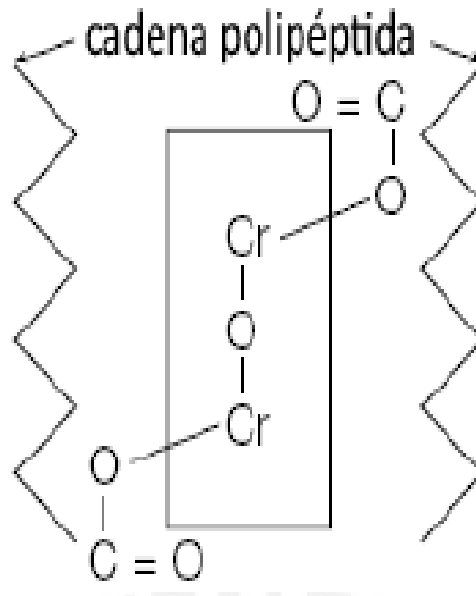


Fuente:
(Rosas, 2013)

En teoría, los grupos -COOH podrían interactuar con el Cr (III) ya que hay dos pares libres de electrones en el átomo de oxígeno del -OH, que podrían coordinar con el metal. Sin embargo, los grupos -COOH no hidrolizados y sin carga no tienen gran afinidad por el ion metálico. Por eso, si se quiere una buena interacción, los -COOH deben desprotonarse primero y obtener una carga negativa que incremente su afinidad al complejo metálico positivo. Así será más fácil que el oxígeno coordine al cromo, según se muestra en FIGURA

N° 4 Interacción del cromo en la formación de entrecruzamientos de cadenas de colágeno..
(Rosas, 2013)

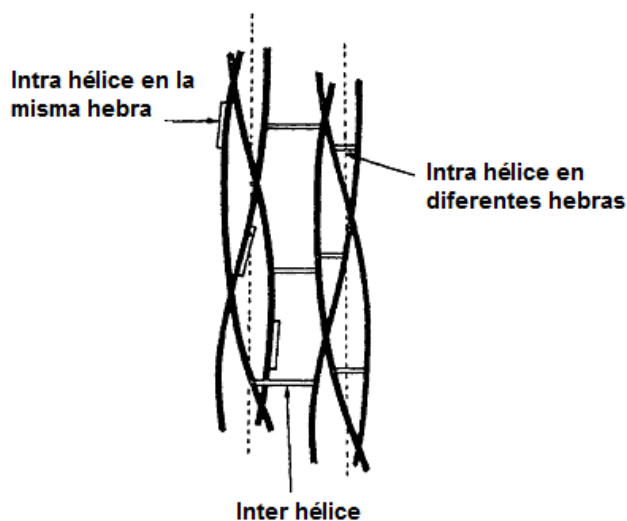
FIGURA N° 4 Interacción del cromo en la formación de entrecruzamientos de cadenas de colágeno.



Fuente (Cox, 2004)

Se piensa que la coordinación del cromo al colágeno puede darse de tres formas, según se muestra en la FIGURA N° 5 .- Formas de entrecruzamiento del cromo con el colágeno. El cromo puede coordinarse dentro de una triple hélice, ya sea haciendo un entrecruzamiento entre dos puntos de la misma fibra o entre fibras distintas de la hélice. Otra posibilidad es que el cromo coordine dos fibras provenientes de hélices distintas. (IPPC, 2003).

FIGURA N° 5 .- Formas de entrecruzamiento del cromo con el colágeno



Fuente: (IPPC, 2003)

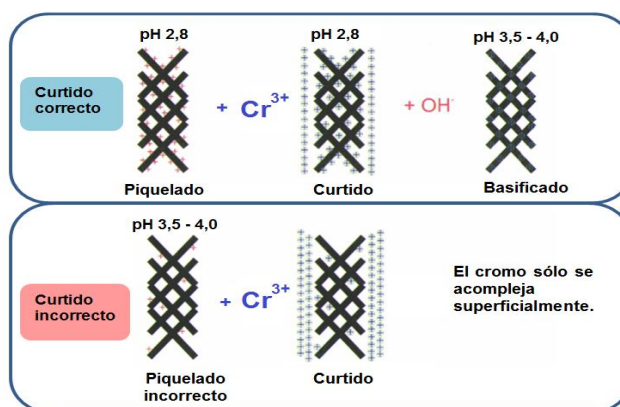
Una vez que el cromo se ha incorporado en la estructura del colágeno, se obtiene un cuero térmicamente estable que puede resistir temperaturas de hasta 100°C sin tener un cambio estructural. La piel se vuelve más firme, capaz de mantener su forma, impermeable y resistente a la descomposición por vías bacterianas. (Perinat, 2009)

Para que una sal sea efectiva como agente curtiente debe penetrar adecuadamente en la estructura de la piel y acomplejarse a las fibras de la misma. Asimismo, antes de haber penetrado, debe mantenerse soluble pues, si precipita, será eliminada de la solución y ya no podrá interaccionar con las fibras de piel. Esto limita el rango de pH en que debe realizarse el curtido dado que el cromo (III) forma hidróxidos insolubles a pHs básicos. Sin embargo, se necesita asegurar un ambiente ligeramente menos ácido para que los grupos -COOH puedan desprotonarse y así puedan ser Nucleófilos más efectivos que logren coordinar al cromo. Es por esto que el curtido comienza a un pH entre 2,5 y 3, dejando que las pieles se remojen en los baños de cromo por varias horas. Esto da tiempo para que las especies de cromo puedan dispersarse adecuadamente y penetrar profundamente en la piel. Una vez que se ha logrado esto, el pH de la solución es aumentado de modo que los carboxilos del colágeno se desprotonen y puedan reaccionar con el cromo. Esta etapa de basificado es sumamente importante en la fijación del cromo. (Borges Vilches, 2015-2016)

El curtido y basificado deben darse con sumo cuidado, teniendo en cuenta la variación de los parámetros para poder producir los cueros deseados. Si el pH comienza siendo muy alto,

la reactividad de la piel aumentará antes de que el cromo haya penetrado lo suficiente, con lo cual se dará un curtido superficial. Si se lleva a cabo el proceso en pH muy bajo, se tendrán velocidades de reacción muy bajas y no habrá una fijación adecuada del cromo. Este proceso se detalla en la FIGURA N° 6 Secuencia de pH necesaria para el curtido, donde también se muestra como no se debe hacer el curtido. (Davila, 2015)

FIGURA N° 6 Secuencia de pH necesaria para el curtido



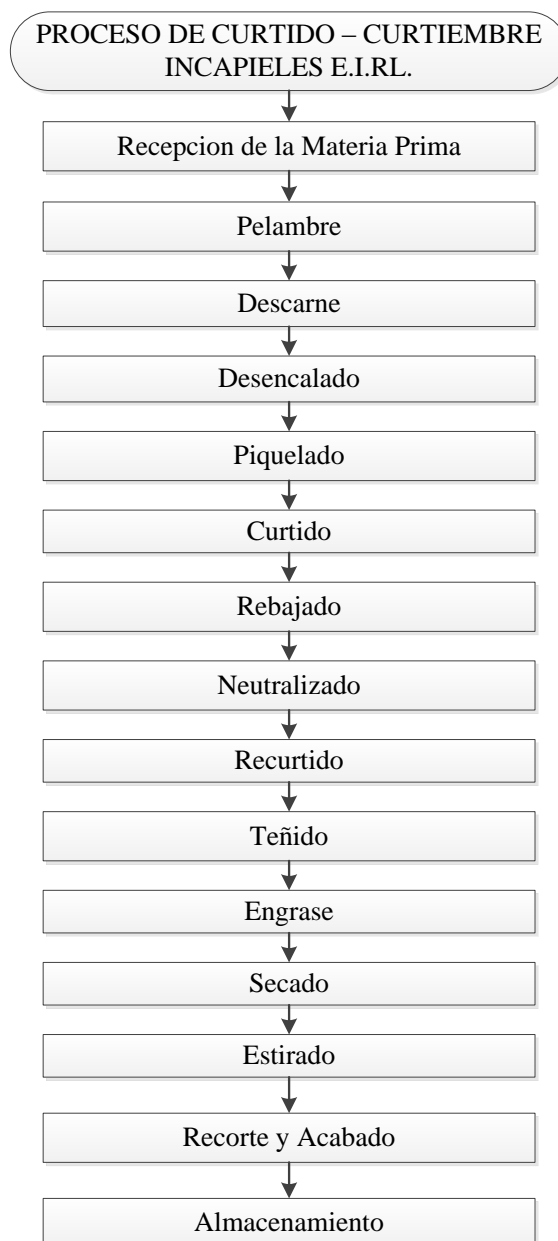
Fuente: (BLC, 2002)

2.4.2. **Proceso de curtiembre de pieles de la empresa INCAPIELES.**

Curtiembre Incapieles E.I.R.L. es una empresa que se dedica a la curtiembre de pieles de res, con la finalidad de obtener cueros con la mejor calidad que después serán distribuidos a sus clientes para la elaboración de distintas prendas de vestir a base de cuero como zapatos y carteras.

El proceso de curtiembre es tal como se detalla en la FIGURA N° 7 Diagrama de Flujo del Proceso de Curtido de la empresa "Incapieles E.I.R.L.":

FIGURA N° 7 Diagrama de Flujo del Proceso de Curtido de la empresa “Incapieles E.I.R.L.”



Fuente: (INCAPIELES, 2016)

2.4.2.1. Fase I: Recepción de Materia Prima.-

La materia prima está constituida por piel de Res, tales pieles deben encontrarse saladas con sal industrial, y luego que pasa por un proceso de clasificación y selección, es llevada al área de producción, según las condiciones en las que se encuentre. (INCAPIELES, 2016)

En la FIGURA N° 8: Recepción de pieles de Res – Saladas, se puede apreciar las pieles saladas.

FIGURA N° 8: Recepción de pieles de Res – Saladas



Fuente: (INCAPIELES, 2016)

2.4.2.2. *Fase 2: Remojo de la Materia Prima.-*

La conservación de las pieles de animales se efectúa mediante una deshidratación total o parcial de ellos, esto hace que pierdan la suavidad y flexibilidad natural.

El remojo tiene como objetivo, devolver a las pieles conservadas por deshidratación, las cualidades de suavidad y flexibilidad que poseían. Además sirve para limpiar la suciedad que traen consigo y para eliminar del interior del mismo, esto se realiza en un botal. (INCAPIELES, 2016).

2.4.2.3. *Fase 3: Pelambre*

El pelambre incluye una serie de operaciones y efectos originados por principios mecánicos y particularmente químicos. Esta operación tiene como finalidad quitar el pelo o lana y la epidermis de la piel procedente de la fase 2: Remojo, además de abrir y separar las fibras por medio del hinchamiento para dar al cuero sus propiedades de flexibilidad en el grado requerido. Para ello se somete a un ataque con cal (encalado). La temperatura del agua es de 28 grados Celsius C°. (INCAPIELES, 2016)

Luego de la operación de remojo, las pieles suficientemente hidratadas, limpias, con algunas proteínas eliminadas de su estructura, pasan a las operaciones de pelado, donde fundamentalmente se pretende, por un lado eliminar del *corium*, la epidermis junto con el pelo o la lana, y por otro aflojar las fibras de colágeno con el fin de prepararlas apropiadamente para los procesos de curtido, pasan por el equipo mostrado en la FIGURA N° 9: Proceso de Pelambre . En general, la concentración de los productos químicos involucrados así como el tiempo y tipo de proceso serán determinantes del tipo de curtido, y particularmente de la blandura y resistencia físico-mecánica de los artículos finales. (INCAPIELES, 2016)

FIGURA N° 9: Proceso de Pelambre



Fuente: (INCAPIELES, 2016)

En este proceso se disuelve el pelo utilizando cal y sulfuro de sodio, produciéndose además, al interior del cuero, el desdoblamiento de fibras a fibrillas, que prepara el cuero para la posterior curtición. Tiene una doble misión. Eliminar la epidermis junto con el pelo y producir un aflojamiento de la estructura fibrosa del colágeno para prepararla para los procesos de curtición, eliminando parte del tejido conjuntivo y adiposo. Los procesos normales en piel vacuna usan de la acción conjunta del sulfuro sódico y el hidróxido cálcico. Sus efectos además de eliminar el pelo producen un hinchado y aflojamiento de la estructura

fibrosa, eliminando proteínas solubles y saponificando parcialmente la grasa natural de la piel. (Flores Cepeda, 2015)

2.4.2.4. *Fase 4: Descarne*

En esta etapa se elimina de la piel, mediante cuchillas, el tejido subcutáneo (restos de músculos y nervios), las grasas o cualquier otro elemento indeseado. (INCAPIELES, 2016)

Proceso que consiste en la eliminación mecánica de la grasa natural, y del tejido conjuntivo tal como se muestra en la FIGURA N° 10 : Residuos producto a la fase 4: Descarne , esencial para las operaciones secuenciales posteriores hasta el curtido. El descarnado es una operación mecánica que elimina de la piel restos de tejido subcutáneo y adiposo. (Flores Cepeda, 2015)

FIGURA N° 10 : Residuos producto a la fase 4: Descarne



Fuente: (INCAPIELES, 2016)

2.4.2.5. *Fase 5: Desencalado*

El propósito de la operación de desencalado es el de eliminar la cal y productos alcalinos del interior del cuero, para evitar posibles interferencias en las etapas posteriores del curtido, para ello se utilizan soluciones acuosas de ácidos para neutralizar la piel eliminando la cal y los productos alcalinos formados.

Para una adecuada respuesta, se utiliza agua a 38°C,° sulfato de amonio y bisulfito de Sodio. (INCAPIELES, 2016)

Se realiza para eliminar la cal y los productos alcalinos del interior de la piel, disminuir el pH y anular al mismo tiempo el hinchamiento alcalino. Es una acción conjunta de neutralizado con productos químicos, aumento de temperatura suave y efecto mecánico. (Flores Cepeda, 2015)

2.4.2.6. *Fase 6: Piquelado*

Tiene como objetivo el acondicionar las pieles para el curtido, así como interrumpir la acción de las enzimas sobre el colágeno y esto se lleva a cabo sometiéndolas a un tratamiento ácido en solución salina, se elimina totalmente el álcali que queda en la piel.

Otro objetivo es preparar las pieles para no fijar tan rápidamente las sales de cromo y así obtener un rápido avance de las mismas a través del espesor de las pieles. (INCAPIELES, 2016)

2.4.2.7. *Fase 7: Curtido*

El curtido es la transformación de la piel en el cuero comercial por medio de la estabilización del colágeno de la piel mediante agentes curtientes (sal de cromo). Esta operación se realiza durante 3 horas en botales de madera, tal como se muestra en la FIGURA N° 11: Curtido con sales de cromo. (INCAPIELES, 2016)

FIGURA N° 11: Curtido con sales de cromo



Fuente: (INCAPIELES, 2016)

2.4.2.8. *Fase 8: Rebajado*

Operación mecánica que torna uniforme el grosor del cuero y produce aserrín o viruta de cuero. Se realiza en máquinas denominadas rebajadoras, tal como se muestra en la FIGURA N° 12: Equipo . (INCAPIELES, 2016).

La finalidad de este proceso es la conseguir cueros de espesura uniforme, en esta operación se ajusta el cuero al espesor deseado, antiguamente se rebajaba a cuchillo (Shoes, 2011).

FIGURA N° 12: Equipo de rebajado



Fuente: (INCAPIELES, 2016)

2.4.2.9. *Fase 9 : Neutralizado*

El tiempo promedio que se deja el cuero en reposo después del curtido es de 24 horas, logrando el cuero una mayor fijación de cromo después de estar curtido el cuero, éste se encuentra en medio ácido (pH= 3.0-4.0).

Por ello es necesaria la neutralización, para que los productos utilizados en las siguientes etapas penetren despacio y uniformemente al cuero.

Esta operación se inicia dando un lavado al cuero ya rebajado por diferentes factores, como son: darle al cuero la humedad suficiente, eliminar las rebajaduras que pueda contener el cuero, la eliminación de las sales neutras que contiene la piel y sales de cromo no fijadas al cuero. Es un pre neutralización.

Después de efectuar el lavado, el cuero rebajado se trata en el botal con sales alcalinas como formiato y bicarbonato de sodio, y bicarbonato de amonio; y agua a 35°C para continuar separando las sales neutras y preparar al cuero para las fases siguientes: recurtido, teñido y engrase. (INCAPIELES, 2016)

FIGURA N° 13: Pieles retiradas de la fase de Neutralizado.



Fuente: (INCAPIELES, 2016)

2.4.2.10. *Fase 10: Recurtido*

Una vez que se lleva a cabo la clasificación en el proceso de fabricación, se destina los cueros al tipo de cuero más apropiado. Es aquí en donde las características y propiedades específicas que exige cada tipo de piel exigen la forma de realizar la recurtición. (INCAPIELES, 2016)

La recurtición consiste en el tratamiento del cuero curtido con uno o más productos químicos con el objeto de obtener un cuero más lleno, con mejor resistencia al agua, mayor blandura. Se utiliza sales minerales diferentes al cromo y curtientes sintéticos. Esta operación se realiza a 40 grados Celsius °C y se utiliza recurtientes vegetales, sintéticos y acrílicos. (INCAPIELES, 2016)

2.4.2.11. *Fase 11: Teñido*

Es la operación cuyo objeto es dar un color determinado al cuero. Se emplea colorantes sintéticos ácidos y básicos además se utiliza ácido fórmico y agua a de 20 -65 grados Celsius °C. Se utiliza un equipo de teñido , tal como se muestra en la FIGURA N° 14: Teñido.

De acuerdo a las necesidades se realizará:

- Teñido de la superficie para igualación y profundo cubrimiento de defectos en la flor
- Profundizar la coloración para disminuir las partes claras visibles (INCAPIELES, 2016)

FIGURA N° 14: Teñido



Fuente: (INCAPIELES, 2016)

2.4.2.12. Fase 12: Engrase

El cuero obtenido es duro, con muy poca flexibilidad y nada agradable al tacto por ello es necesario engrasarlo para recuperar tales propiedades. El engrase es el último proceso en fase acuosa en la fabricación del cuero y precede al secado. Junto a los trabajos de remojo y de curtición es el proceso que sigue en importancia, influenciando las propiedades mecánicas y físicas del cuero. (INCAPIELES, 2016)

Si el cuero se seca después del curtido se hace duro porque las fibras se han deshidratado y se han unido entre sí, formando una sustancia compacta. A través del engrase se incorporan sustancias grasas en los espacios entre las fibras, donde son fijadas, para obtener entonces un cuero más suave y flexible. (INCAPIELES, 2016)

Para ello se utilizan grasas sintéticas y naturales con agua a 65 grados Celsius °C. Este proceso exige un determinado control para obtener partidas uniformes. (INCAPIELES, 2016)

Su finalidad es dar el aspecto físico final al cuero, tanto en color como en flexibilidad y tacto. Se utilizan materias grasas, aceites sulfatados, sulfonados y sulfitados, colorantes sintéticos aniónicos y catiónicos, ácidos minerales u orgánicos, amoníaco y aminas oxietilenadas. (Flores Cepeda, 2015)

Para la generación de Cuero tipo Frisado son necesarios los productos que se muestran en la Tabla N° 5.- Productos químicos para el proceso de engrase – Tipo Cuero , insumos que brindaran el color y la consistencia al cuero de piel para su comercialización.

Tabla N° 5.- Productos químicos para el proceso de engrase – Tipo Cuero Frisado

PRODUCTO QUIMICO	CARACTERISTICAS BRINDADAS AL CUERO
Ácido Acético	Agente descalcificante en el curtido del cuero.
Sulfato de Cromo	Recurtiente
Formiato	Neutralizante
Smartan NT	Tamponante
Lh-40	Acrílico
Filler FJ	Se encarga de darle carne al cuero
Quebracho	Tanino – Vegetal duro
Mimosa Weillbull Black	Tanino – Vegetal blando
Tanigan PR	Dispersante
THN	Anilina
Ácido Fórmico	Agente descalcificante y neutralizante
Pardo T3GN	Color Amarillo patito
Trupocor TS	Color Amarillo patito
Pardo GMG	Color Amarillo patito

Fuente: (INCAPIELES, 2016)

2.4.2.13. *Fase 13: Secado*

El cuero que ha sido curtido, teñido y engrasado, está listo para secarlo. Los materiales curtientes, colorantes y lubricantes están colocados en íntimo contacto con las fibras. Estos materiales se encuentran todavía en solución y su reacción con las fibras está incompleta. El secado no es sólo la eliminación de la humedad del cuero para transformarlo en cuero más utilizable, sino que también contribuye a la realización completa de las reacciones químicas que hacen el cuero.

Durante el secado se producen cambios físicos y químicos como la reducción del contenido de humedad del cuero y la contracción de su superficie. Además de esto, también se suceden como mencionábamos anteriormente migraciones de las materias solubles, se modifica el punto isoeléctrico del cuero y se forman diversos tipos de enlaces entre fibras y productos. (INCAPIELES, 2016)

Tal como se muestra en la FIGURA N° 15: Carpeteadora: Secado, se utiliza dicho equipo para eliminar la humedad del cuero, los dos rodillos del equipo generan presión sobre el cuero escurriéndolo.

FIGURA N° 15: Carpeteadora: Secado



Fuente: (INCAPIELES, 2016)

2.4.2.14. *Fase 14: Estirado*

En esta fase el cuero seco se somete a presiones de estiramiento para optimizar su distribución uniforme y evitar que existan dobleces en el cuero. Tal como se muestra en la FIGURA N° 16: Fase Estirado, se usa un equipo. (INCAPIELES, 2016)

FIGURA N° 16: Fase Estirado



Fuente: (INCAPIELES, 2016)

2.4.2.15. *Fase 15: Recorte y Acabado*

Esta fase incluye la eliminación de trozos o partes de cuero curtido que representan aspectos estéticos negativos en la presentación del cuero, es decir, es más una actividad estética y de uniformizado. (INCAPIELES, 2016)

FIGURA N° 17: Fase de Recorte y Acabado



Fuente: (INCAPIELES, 2016)

En la figura FIGURA N° 17: Fase de Recorte y Acabado , se puede visualizar al operario realizando los recortes del cuero.

FIGURA N° 18. : Estirado y Secado de piel en equipo Plancha



Fuente: (INCAPIELES, 2016)

Otro proceso para el acabado, es el uso del equipo de la plancha, se estira todo el cuero, eliminando dobleces y se baja la plancha, tal como se muestra en la FIGURA N° 18. : Estirado y Secado de piel en equipo Plancha

Se cuelga en el equipo de secado y se deja secar naturalmente por 1 semana, tal como se muestra en la FIGURA N° 19: Secado final.

FIGURA N° 19: Secado final



Fuente: (INCAPIELES, 2016)

FIGURA N° 20: Equipo de texturización



Fuente: (INCAPIELES, 2016)

FIGURA N° 21: Planchas texturizadas para los cueros



Fuente: (INCAPIELES, 2016)

Los últimos acabados para el cuero es darle a flexibilidad y la texturización al cuero, de acuerdo a lo solicitado por el cliente. Para la texturización se hace uso del equipo mostrado en la FIGURA N° 20: Equipo de texturización y haciendo uso de las planchas de la FIGURA N° 21: Planchas texturizadas para los cueros.

2.4.2.16. *Fase 16: Almacenamiento*

Los cueros ya preparados, se almacenan en un ambiente lo suficientemente ventilado y se empacan para su traslado al cliente.

2.4.3. *Contaminación por la Industria de Curtiembre*

Las diferentes etapas de la curtiembre generan una gran variedad de residuos sólidos y líquidos que necesitan un tratamiento adecuado antes de ser vertidos a los cuerpos receptores. Se estima que, para procesar una tonelada de piel desde el proceso de remojo hasta el proceso final de acabados, se usan entre 15 y 40m³ de agua fresca, lo que genera, en consecuencia, un volumen semejante de residuos líquidos. (Moreno Grijalba & Risco Morales, 2016)

Estos residuos han sido parametrizados por diferentes entidades ambientales, estableciéndose límites máximos permisibles por rubro industrial para evitar la contaminación de las aguas naturales.

En Perú, estos LMP han sido modificados en diversas ocasiones, estableciéndose los más recientes en el Decreto Supremo N° 003 – 2002 – PRODUCE (*ver Anexo 4*). Dichos límites son mostrados en la Tabla N° 6.- Límites máximos permisibles de parámetros contaminantes de la industria curtiembre, según el Decreto Supremo N° 003 – 2002 – PRODUCE muestran los parámetros para los efluentes en la industria del Curtiembre, que posteriormente nos servirá como referencia para comparar los niveles de cromo total, antes y después del ensayo experimental. (Moreno Grijalba & Risco Morales, 2016)

Tabla N° 6.- Límites máximos permisibles de parámetros contaminantes de la industria curtiembre, según el Decreto Supremo N° 003 – 2002 – PRODUCE

Parámetros	Límites Máximos Permisibles de efluentes	
	Para alcantarillado	Para aguas superficiales
Ph	6.5 – 9.5	6.0 – 8.6
Temperatura °C	35	35
Solidos suspendidos Totales (mg/L)	1000	35

Parámetros	Límites Máximos Permisibles de efluentes	
	Para alcantarillado	Para aguas superficiales
Aceites y grasas (mg/L)	100	25
DBO ₅ (mg/L)	1000	50
DQO (mg/L)	2500	250
Sulfuros (mg/L)	10	1
Cromo VI (mg/L)	0.5	0.3
Cromo total (mg/L)	5	2.5
N – NH ₄ (mg/L)	50	20

Fuente: (Peruano, 2002)

2.4.4. Toxicidad y efectos por intoxicación por cromo.-

2.4.4.1. Seres humanos/ mamíferos.-

Puede entrar al cuerpo humano y de cualquier mamífero cuando se respire, coma o tome líquido que lo contenga. El Cromo (VI) entra más fácilmente al cuerpo que el Cromo (III), pero rápidamente pasa al estado trivalente (forma estable) por reducción.

Debido a su insolubilidad, el cromo metálico no es tóxico en el agua. Los diversos compuestos del cromo hexavalente representan la mayor amenaza, especialmente debido a sus efectos genéticos. Los compuestos del cromo (VI) actúan en casi todos los sistemas de ensayo diseñados para determinar sus efectos mutagénicos. El hecho comprobado de que atraviesa la placenta significa un alto riesgo para los embriones y fetos. El efecto carcinógeno de los compuestos del cromo (VI) no sólo ha sido demostrado experimentalmente con animales, sino también ha sido confirmado por los resultados de estudios epidemiológicos realizados con grupos humanos expuestos a esta sustancia en su lugar de trabajo. Se considera que el período de latencia correspondiente oscila entre 10 y 27 años. Las intoxicaciones con este metal pueden ser agudas o crónicas, con carácter local o sistémico; en la población en general, salvo accidentes o contaminaciones masivas suelen ser de carácter crónico. (Horton, Thompson, & Sheridan, 2006)

2.4.4.2. *Manifestaciones en Seres Vivos.-*

- *Intoxicación aguda.-*

La ingestión de pequeñas dosis de cromo hexavalente por largo tiempo, produce un cuadro gastrointestinal en forma de vómitos, dolores abdominales, diarreas, y hemorragias intestinales. Se han descrito casos de muerte, por colapso cardiocirculatorio; si el paciente sobrevive, puede aparecer una insuficiencia renal aguda debido a necrosis tubular aguda. También puede ocasionar un fallo hepático, coagulopatía, o hemólisis intra vascular.

- *Intoxicación crónica.-*

El contacto cutáneo con compuestos trivalentes como hexavalentes de cromo puede producir conjuntivitis con lagrimeo y dolor, úlceras de 5 a 10 mm, no dolorosas, a veces pruriginosas, que suelen afectar al dorso de las manos y de los dedos, reciben el nombre de úlceras en "nido de paloma". También pueden ocasionar dermatitis de contacto (irritativas y alérgicas) y afección nasofaríngea con dolor, edema, enrojecimiento y ulceración de la mucosa, que finaliza con alteración del olfato, rinitis y perforación del tabique nasal. Las intoxicaciones crónicas pueden producir acumulaciones en el hígado, en el riñón, en la glándula tiroides y en la médula ósea. El índice de eliminación es lento. (Loor & R. Paéz, 2004)

Cuando los polvos del cromo hexavalente se reciben por inhalación, además de las manifestaciones que se producen por contacto, provoca alteraciones en el tracto respiratorio, tales como laringitis y bronquitis crónicas, fibrosis pulmonar y cáncer pulmonar primario, éste último en una frecuencia 20 a 30 veces mayor en la población ocupacional expuesta que en la población en general, y en el caso de cáncer de pulmón se ha implicado además al cromo trivalente. Se han descrito alteraciones en la sangre, tales como leucocitosis, monocitosis y eosinofilia, y una posible nefrotoxicidad. (Loor & R. Paéz, 2004)

2.4.4.3. *En Flora.-*

En las plantas se conocen, entre otras, lesiones en el sistema radicular, originadas principalmente por el cromo (VI). No sólo las distintas especies sino también las distintas partes internas de las plantas difieren considerablemente en el modo de asimilar el cromo y en el tipo de lesiones que acusan. Los efectos tóxicos que el cromo ejerce sobre las plantas han sido descritos, fundamentalmente, en base a ensayos vasculares. En la avena pudo

comprobarse que las raíces no se desarrollaban y que las hojas se mantenían angostas, tomando una coloración pardo-rojiza con aparición de pequeñas manchas necróticas. (Loor & R. Paéz, 2004)

2.4.4.4. *Impacto del cromo en los ecosistemas.-*

En los ecosistemas acuáticos, el Cr (VI) se encuentra principalmente en forma soluble, que puede ser lo suficientemente estable como para ser transportado por el agua. Sin embargo, éste finalmente se convierte en Cr(III) mediante la reducción de especies tales como las sustancias orgánicas, el ácido sulfhídrico, el azufre, el sulfuro de hierro, el amonio y el nitrito. Por lo general, esa forma trivalente no migra de manera significativa sino que se precipita rápidamente y se adsorbe en partículas en suspensión y sedimentos del fondo. Se ha comprobado que se acumulan en muchas especies acuáticas, especialmente en peces que se alimentan del fondo, como el bagre (*Ictalurus nebulosus*), en los bivalvos, como la ostra (*Crassostrea virginica*), el mejillón azul (*Mytilus edulis*) y la almeja de caparazón blando. (DIGESA)

En los suelos, el Cr³⁺ es relativamente inmóvil debido a su gran capacidad de adsorción en los suelos, pero el Cr⁶⁺ es muy inestable. Las reacciones redox afectan la biodisponibilidad y la toxicidad del mismo. La oxidación puede ocurrir en presencia de óxidos de Fe y Mg, en suelos frescos y húmedos (anaeróbicos) y en condiciones levemente ácidas. La reducción puede ocurrir en presencia de sulfuros y Fe (II) (condiciones anaeróbicas) y se acelera en presencia de materia orgánica. Debido a esta razón, aunque el Cr³⁺ (en muy bajas dosis) constituye un microelemento esencial en los animales, el Cr⁶⁺ es no esencial y tóxico en concentraciones bajas; por lo cual deben controlarse las actividades antrópicas que liberan Cr³⁺. Aun cuando se libera al ambiente, no existe garantía alguna de que permanezca en ese estado químico. Por ejemplo, la práctica de depositar residuos en rellenos sanitarios con contenido de Cr³⁺ provenientes de curtiembres, junto con otros desechos industriales ácidos o con desechos cloacales, que crean condiciones ácidas al descomponerse, puede transformar el Cr³⁺ en Cr⁶⁺. (Horton, Thompson, & Sheridan, 2006)

2.4.5. *Recuperación de cromo de efluentes de curtido*

Con el paso de los años se ha entendido mejor la química del cromo y sus efectos tóxicos sobre los organismos vivos por lo que las principales autoridades de salud y ambiente han ido modificando los límites permisibles de concentración de cromo en diferentes matrices. El

nivel máximo de cromo total permitido en el agua potable en Estados Unidos es 100 ppm, según las regulaciones de la EPA. Sin embargo, las industrias de curtiembre suelen producir efluentes con cargas de cromo (III) que emiten entre 15 000 a 30 000 veces más cromo que el permitido por la EPA. Debido a la alta toxicidad es necesario que se traten los efluentes para eliminar el cromo de las aguas y, en el mejor de los casos, lo reinserten en el proceso de curtiembre. (Martinez, 2008)

Se han realizado diversos estudios sobre métodos de remoción del cromo de las aguas residuales, sugiriendo métodos de adsorción y bioadsorción, de intercambio iónico y de precipitación para eliminar el contenido de cromo. Después de la remoción selectiva se procede a acondicionar el cromo para reinsertarlo en los baños de curtido y/o recurtido. (Martinez, 2008)

2.4.5.1. *Precipitación.-*

La recuperación de Cr por este método, se lleva a cabo una reacción de precipitación de Cr(III) como $\text{Cr}(\text{OH})_3$ posteriormente disolviéndolo con H_2SO_4 . Esta relación puede ejecutarse con cualquier ácido que incremente el pH hasta un valor de 9. La solubilidad del $\text{Cr}(\text{OH})_3$ en agua es 1.24×10^{-8} M, luego se puede recuperar con baños agotados hasta el 99%, controlando la redisolución del precipitado. Para estos casos los agentes precipitantes más utilizados en pruebas son el hidróxido de sodio por adición en solución acuosa, hidróxido de calcio por adición sólida estequiometría y urea, todos agitados mecánicamente a temperatura de 80 grados centígrados. (Martinez, 2008)

Los parámetros que se tienen en cuenta para calcular la eficiencia de cada agente precipitante son el tiempo de decantación, el volumen del precipitado (altura en el vaso de precipitados), el contenido de material en el filtrado obtenido y el contenido de éste en el precipitado seco. (Martinez, 2008)

2.4.5.2. *Materiales adsorbentes*

La adsorción es un proceso de separación mediante el cual ciertos componentes de una fase fluida (líquida o gaseosa) son transferidos hacia un sustrato sólido, quedando física o químicamente enlazados en la superficie del adsorbente. Es un método efectivo de eliminación con bajos niveles de iones metálicos. Según plantea (Treybal, 1988) el adsorbente se caracteriza por su alta porosidad, con poros de tamaño extremadamente pequeños que dan lugar a que la superficie interna del adsorbente sea mucho mayor que la

externa. Diferencias en el peso molecular o polaridad hacen que unas moléculas sean más fuertemente retenidas que otras, lo que hace que el proceso de adsorción sea selectivo. Existen dos tipos de adsorción: La adsorción física o adsorción de “Van der Waals”: es un fenómeno fácilmente reversible, es el resultado de las fuerzas intermoleculares de atracción entre las moléculas de un sólido y de la sustancia adsorbida. (Treybal, 1988). La adsorción química o adsorción activada: es el resultado de la interacción química entre el sólido y la sustancia adsorbida. La resistencia de la unión química puede variar considerablemente, pudiendo los compuestos químicos identificables en el sentido usual no tomar realmente forma pero la fuerza adhesiva es generalmente mucho más grande que la encontrada en la adsorción física. El sólido adsorbente universalmente utilizado en el tratamiento de aguas contaminadas para la remoción de metales pesados es el carbón activado, el cual debido a su bajo costo y a su superficie no polar, es el adsorbente elegido para eliminar una amplia gama de contaminantes; sin embargo, como no es selectivo puede adsorber componentes inocuos que se encuentren en proporciones más elevadas que otros contaminantes más peligrosos como los metales pesados. (Martinez, 2008)

2.4.5.3. *Biomateriales*

Los procesos de remoción de metales por biomateriales están basados en la natural y fuerte afinidad de sus componentes celulares por los iones metálicos. En estos, el uso de sistemas inactivos puede presentar varias ventajas, ya que no requieren de un pretratamiento con nutrientes para mantener su actividad. Con biomasa inmovilizada también han probado ser de utilidad en la remoción y recuperación de metales en sistemas continuos. (Chavez Porras, 2010)

Este tipo de tecnologías es novedoso y su desarrollo puede ser particularmente competitivo en el tratamiento de efluentes industriales, ya que permiten la recuperación de los metales, la reutilización de la biomasa y el agua. (Chavez Porras, 2010)

2.4.5.4. *Biotecnología.-*

Esta nueva metodología está basada en técnicas biotecnológicas, donde se pretende tratar las aguas residuales mediante el secuestro específico del Cr por hongos acidófilos para posteriormente proceder a su separación. Los hongos se desarrollan en medio ácido, en presencia de Cr; después de la inducción al medio son capaces de secuestrarlo y, por lo tanto,

de eliminarlo. De los primeros estudios realizados se deduce que existen posibilidades para su aplicación a aguas residuales de curtición. (Chavez Porras, 2010)

2.4.5.5. *Electrocoagulación.-*

La electrocoagulación es un método electroquímico usado para el tratamiento de aguas residuales que ha sido utilizado para remover un amplio número de contaminantes. Éste ha logrado ser comercializado, pero ha sido poco estudiado, a pesar de que tiene un gran potencial para eliminar las desventajas de los tratamientos clásicos para aguas residuales. Implica varios fenómenos químicos y físicos, y usa electrodos para proveer iones al agua residual que se desea tratar. Según los autores en esta técnica el coagulante es generado ‘*in situ*’, debido a una reacción de oxidación del ánodo. Las especies cargadas o metales pesados pueden ser removidos del efluente debido a la reacción entre iones con carga opuesta o a la formación de flóculos de hidróxidos metálicos. Las etapas implican que debido a la oxidación del electrodo se presenta la formación de coágulos: desestabilización del contaminante, partículas en suspensión y rompimiento de emulsiones; formación de flóculos agregando partículas desestabilizadas; y remoción del material contaminante por flotación y sedimentación. (Chavez Porras, 2010)

En esta técnica cuando un potencial es aplicado a los electrodos, los cuales son hechos de diferentes metales, especialmente Fe y Al, se genera el siguiente proceso:

- El metal del ánodo se disuelve dando origen a iones metálicos, los cuales son hidrolizados inmediatamente para formar hidróxidos o polihidróxidos; estas sustancias son excelentes agentes coagulantes;
- La coagulación ocurre cuando estos cationes (hidróxidos y polihidróxidos) son atraídos por las partículas negativas presentes en la solución;
- Los contaminantes presentes en el agua residual son tratados por medio de reacciones químicas y precipitación o combinación con material coloidal;
- Para después ser removidos por electroflotación, sedimentación o filtración. (Gil, 2012)

2.4.5.6. *Membranas*

Es un proceso novedoso, bastante costoso, que tiene por finalidad separar el agua de las sales inorgánicas a través de una membrana que permite el paso del agua; impide el paso de las sales; trabaja a presiones entre 400 y 800 psi, generadas por bombas a fin de impulsar el

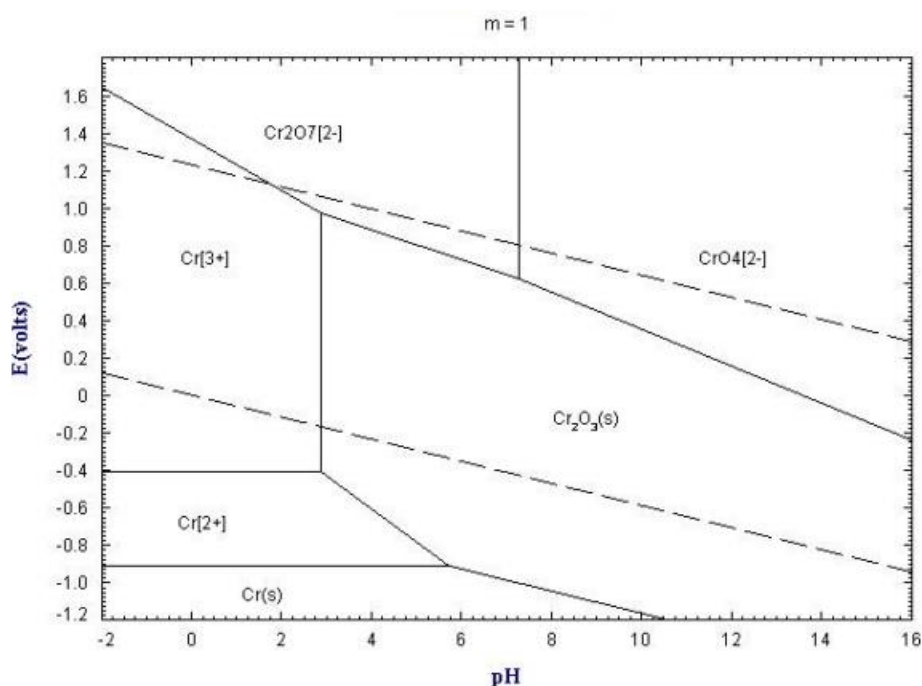
agua para que pase a través de una membrana y deje tras sí el líquido. Las membranas son de acetato de celulosa y su costo puede representar más del 50% del costo del equipo; este procedimiento es muy sensible a las variaciones bruscas de temperaturas. (Cholh, Zhang, Dionysion, & Oerther & Sorial, 2005)

2.4.6. *Tratamiento teórico de la recuperación del cromo de aguas residuales de curtiembres*

La precipitación química es el método más usado para quitar los iones solubles de los metales y luego recuperarlos como hidróxido metálico. Este proceso es controlado por medio del pH, en el caso del cromo se puede explicar usando un diagrama de Pourbaix (Eh-pH).

En el diagrama de la FIGURA N° 22: Diagrama Eh-pH para especies de cromo en solución acuosa, es una gráfica de potencial redox en función del pH, donde se muestran las principales especies termodinámicamente estables para el cromo en solución. (Martinez, 2008)

FIGURA N° 22: Diagrama Eh-pH para especies de cromo en solución acuosa

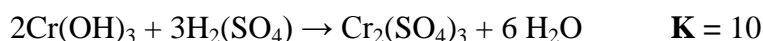


Fuente: (Martinez, 2008)

Puede observarse en el grafico que a intervalos de pH entre 7 y 11, la forma predominante es Cr(OH)_3 y la solubilidad del hidróxido es mínima, en cambio a mayores valores de pH se forma Cr(OH)_4 , aumentando la solubilidad del cromo. (Martinez, 2008)

Los precipitantes más usados para la remoción del cromo trivalente son los hidróxidos y óxidos, pero también pueden ser utilizados los carbonatos. El precipitado de Cr(OH)_3 puede ser recuperado con ácido sulfúrico para obtener sulfato de cromo que puede ser reintegrado al proceso de curtido. (Manahan, 2006)

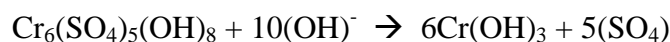
La recuperación del cromo de los baños agotados, se basa en su precipitación como Cr(OH)_3 (que es escasamente soluble) por efecto de la adición de un álcali y su posterior redisolución de acuerdo a las siguientes reacciones:



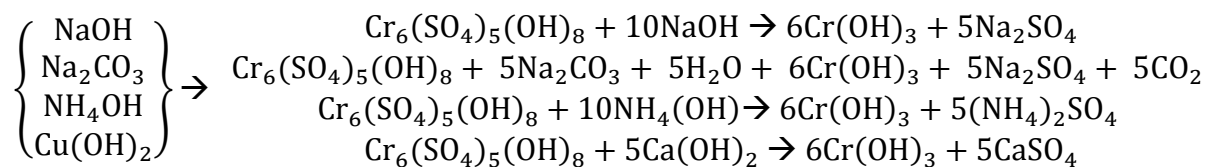
De estos dos procesos fundamentales en el proceso de recuperación, el que requiere especial atención es la formación del Cr(OH)_3 , debido que éste se forma a un determinado intervalo de pH (8 a 10), siendo el valor óptimo de 9. A este valor de pH, para una concentración total de cromo de 0.04M (equivalente a 3 g/litro en Cr_2O_3) la especie predominante corresponde a Cr(OH)_3 de concentración igual a 1.45×10^{-7} M. (Martinez, 2008)

A pH menores a 7 y mayores a 10, empiezan a predominar especies solubles, de aquí que el proceso de precipitación debe tenerse cuidado de realizarse en el rango de pH indicado. Por otro lado, el precipitado de Cr(OH)_3 no deja de ser un ejemplo más de un precipitado gelatinoso, voluminoso y de estructura amorfa por retener grandes cantidades de agua, por lo que para su separación de la fase acuosa se debe recurrir a periodos de envejecimiento o tratamiento térmico que permitan desarrollar sólidos con estructura cristalina que faciliten procesos de decantación y filtración. En este entendido, la precipitación del Cr(OH)_3 debe ocurrir en caliente. (Martinez, 2008)

En cuanto se refiere a la redisolución del $\text{Cr}(\text{OH})_3$, este se produce espontáneamente con soluciones concentradas o diluidas (1:3) de ácido sulfúrico con desprendimiento de calor, que ayuda en la disolución del precipitado. Se recomienda re disolver el precipitado tan pronto como sea posible debido a que se hace menos soluble a medida que transcurre el tiempo. Se considera que el sulfato de cromo se encuentra al 44% es decir como $\text{Cr}_6(\text{SO}_4)_5(\text{OH})_8$ entonces para pasarlo a Cr^{+3} como $\text{Cr}(\text{OH})_3$, se dará según la siguiente reacción: (Martinez, 2008)



→ Las 10 moles de $(\text{OH})^-$. Lo pueden proporcionar las siguientes especies y generarían las reacciones a continuación:



(Martinez, 2008)

CAPITULO III

3. Planteamiento Metodologico

3.1. Metodologia

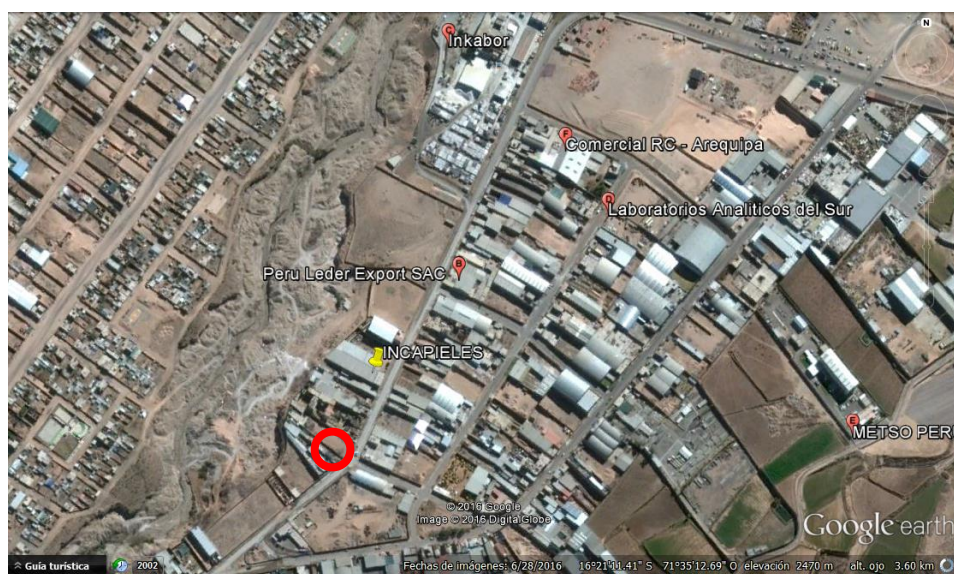
3.1.1. *Metodo.-*

Es una investigación experimental en la cual se analizaron las variables y datos obtenidos, los cuales servirán como base de datos para el desarrollo de la investigación. La matriz de consistencia se muestra en el Anexo N°5: Matriz de consistencia.

3.1.1.1. *Ubicación Geografica.-*

Se obtuvo los efluentes líquidos de curtiembre de la empresa INCAPIELES ubicada en el parque industrial de río seco en el distrito de Cerro Colorado Arequipa.

FIGURA N° 23: Ubicación de la empresa INCAPIELES.



Fuente: Google Earth

En la FIGURA N° 23: Ubicación de la empresa INCAPIELES., se muestra la ubicación de la empresa de Curtiembre “Incapieles E.I.RL. En un círculo de color Rojo.

La ubicación según la razón social se encuentra ubicada en el Parque Industrial de Río Seco, ubicado en el distrito de Cerro Colorado, en la ciudad de Arequipa.

3.1.1.2. *Procedimiento para la toma de muestras.-*

Para la toma de muestras del efluente, se preparó los materiales y herramientas necesarias, tales como:

- Implementos para recolección
 - Envase para colección de efluente.
 - 1 Bidón de 10 litros.
 - 2 Botellas de plástico de polietileno o similar de 500 ml c/u.
 - Plumón indeleble.
 - Etiqueta de codificación.
 - Termómetro.
 - Bandas de Ph y Ph-metro.
- Implementos de seguridad
 - Guantes de nitrilo.
 - Botas de jebe.
 - Respirador descartable.

La muestra se tomara de los efluentes del proceso de curtido.

Se dejara correr el efluente por 02 minutos y luego se colocara un envase contra el sentido de salida del efluente para recolectar la cantidad necesaria para llenar el bidón y las botellas de muestra, mantener en un ambiente frio, las muestras pueden conservarse en condiciones adecuadas hasta por 6 meses como máximo.

Las muestras tomadas en las botellas se enviaran a analizar al laboratorio inmediatamente para definir concentraciones iniciales.

Para evitar confusión se colocara una etiqueta de codificación con la que será enviada a analizar a laboratorio.

Se toman los datos necesarios para nuestros análisis:

- Ph.
- Temperatura Inicial.
- Colorimetría.

3.1.2. *Tipo de la Investigación.-*

Por su finalidad: se trata de una investigación aplicada y experimental, ya que se enfoca a la solución real de un problema específico que es el reducir la concentración de cromo total del efluente del proceso de curtido de la empresa INCAPIELES y las variables serán analizadas a nivel de laboratorio.

3.1.3. *Nivel de la Investigación.-*

El nivel del estudio es Descriptivo, explicativo y predictivo a través de diversos datos obtenidos y su sustentación.

3.2. **Diseño de la Investigación**

El estudio de investigación es analítico - experimental, asociando las variables de estudio mediante la revisión documentaria.

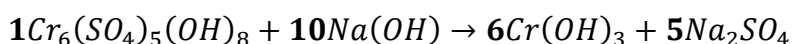
Las variables de nuestro diseño experimental, están en relación de concentración de Na(OH) y el tiempo de agitación después de agregar el aditivo para la reducción de cromo en el efluente contaminado.

3.2.1. *Primera variable : Concentración de Na(OH)*

Para determinar concentraciones de Na(OH) adecuados se deberá determinar por estequiometria, a partir de la siguiente reacción:



Primero se deberá balancear la ecuación, se usó el método por tanteo sistemático, dando como resultado:



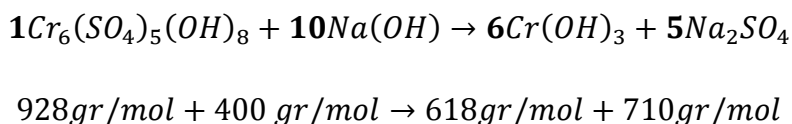
Para el cálculo estequiométrico gramos, y obtener la cantidad de Na (OH) necesario se usara la Tabla N° 7.- Masas Atómicas de elementos presentes en la ecuación química., donde se muestra las masas atómicas de los elementos químicos presentes en la ecuación química.

Tabla N° 7.- Masas Atómicas de elementos presentes en la ecuación química.

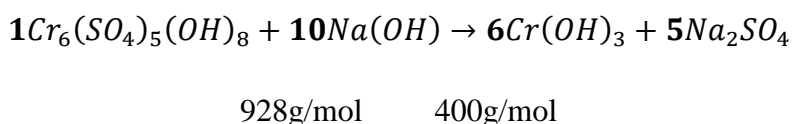
Elemento	Masa Atómica
Cromo (Cr)	51,9961
Azufre (S)	32,065
Oxígeno (O)	15,9994
Hidrogeno (H)	1,00794
Sodio (Na)	22.9898

Fuente: (Ptable, 2017)

Reemplazando en la ecuación las masas atómicas aproximadas, obtenemos:

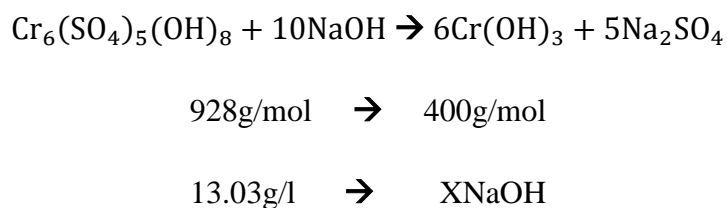


Para el caso de la masa de hidróxido de sodio se calcula por estequiometria a partir de la siguiente reacción:



Sabiendo que el cromo en la ecuación $Cr_6(SO_4)_5(OH)_8$ equivale al 33% de la masa del compuesto total, lo cual consideraremos para el cálculo correspondiente de hidróxido de sodio necesario.

Luego se sabe que en promedio se tiene 4303.7 mg/l de cromo III en los efluentes que equivale a 4.3 g/l, y este contenido de cromo equivale a la tercera parte, lo cual en masa del compuesto seria 13.03 g/l, y reemplazando en la ecuación de reacción:



$$XNaOH = (13.03g/l)(400 g/mol) / (928 g/mol) \rightarrow X NaOH = 5.61 g/l$$

Además las pruebas se desarrollaran en volúmenes de 500 ml, por lo que la masa a usar para un litro de efluentes será:

$$X_{\text{NaOH}} = (5.51 \text{ g/l}) / 2$$

Masa de NaOH = 2.8 g/l

Para obtener combinaciones de concentración de hidróxido de sodio (Na(OH)) adecuado, se trabajara con un 20% más y menos como incertidumbre para obtener valores de las variables mínimas y máximas de la concentración de Na(OH) para el ensayo de laboratorio, estos valores se muestran en la Tabla N° 8.- Valores Alto, bajo y medio para concentración de Na (OH).

Tabla N° 8.- Valores Alto, bajo y medio para concentración de Na (OH)

CONCENTRACION DE Na(OH)		
Alto	Medio	Bajo
3.36	2.8	2.24

Fuente: Elaboración Propia.

3.2.2. *Segunda variable : Tiempo*

Para la variable Tiempo, se considera como una hora referencial de 60 minutos, suficiente tiempo para que el reactivo reaccione con el cromo total del efluente del proceso de curtido.

Para obtener combinaciones de tiempo de agitación adecuadas, se trabajara con un 20% más y menos como incertidumbre para obtener los valores máximos y mínimos para la variable Tiempo de agitación para los ensayos en laboratorio, estos valores se muestran la Tabla N° 9.- Valores Alto, bajo y medio para la Variable Tiempo de agitación.

Tabla N° 9.- Valores Alto, bajo y medio para la Variable Tiempo de agitación.

TIEMPO Hora / Minutos					
Alto (Hora)	Alto (Min)	Medio (Hora)	Medio (Min)	Bajo (Hora)	Bajo (Min)
1.2	72 min	1	60 min	0.8	48 min

Fuente: Elaboración Propia

Los valores mostrados en la tabla se muestran en unidades de medida: horas y minutos correspondientes.

Para el diseño experimental se tomara como referencia la unidad de medida en hora.

3.2.3. *Diseño Experimental*

El diseño aplicable para la experiencia será “DISEÑO COMPOSICION CENTRAL (CCD)”. El diseño CCD es compuesto de un modelo factorial 2^K con n_f corridas, y 2_p puntos axiales o estrellas y n_c corridas en el punto central representado por:

$$CCD = n_f + 2p + n_c$$

Dónde:

- Para n_f (número de corridas en el diseño k), se tiene $k = 2$, por los factores de variabilidad (Concentración de Na(OH) y tiempo de agitación), por lo que :

$$n_f = 2^k = 2^2 = 4$$

- Para los puntos axiales se considera:

$$2p = 2(2) = 4$$

- Y se considera finalmente para puntos centrales:

$$n_c = 2$$

Por lo que reemplazando en el diseño compuesto central, nos muestra que se tendrá 10 combinaciones en el diseño experimental.

$$CCD = n_f + 2p + n_c \rightarrow CCD = 4 + 4 + 2 \rightarrow CCD = 10$$

La matriz del diseño experimental será tal como se muestra en la Tabla N° 10.-Matriz Experimental:

Tabla N° 10.-Matriz Experimental

Corridas experimentales	Concentración Na(OH) (gramos)	Tiempo (Hora)
1	0	0
2	+	-
3	+	+
4	-	-
5	-	+
6	0	$+\alpha$
7	$+\alpha$	0
8	$-\alpha$	0
9	0	$-\alpha$
10	0	0

Fuente: Elaboración propia

- Dónde:

$-\alpha$: Puntos axiales menores

$+\alpha$: Puntos axiales menores

0 : Puntos medios

El diseño base consistirá en:

- Número de factores experimentales (concentración de Na(OH) y tiempo): 2
- Número de niveles por variable (altos y bajos): 2
- Puntos axiales: 4.
- Número de corridas experimentales: 10, incluyendo 2 puntos centrales.

Tabla N° 11.- Matriz de valores codificados y reales de variables

N° Prueba	Concentración Na(OH) (gramos)	Tiempo (Hora)	Concentración Na(OH) (gramos)	Tiempo (Hora)
1	0	0	2.8	1
2	+	-	3.36	0.8
3	+	+	3.36	1.2
4	-	-	2.24	0.8
5	-	+	2.24	1.2
6	0	$+\alpha$	2.8	1.28284
7	$+\alpha$	0	3.59196	1
8	$-\alpha$	0	2.00804	1
9	0	$-\alpha$	2.8	0.717157
10	0	0	2.8	1

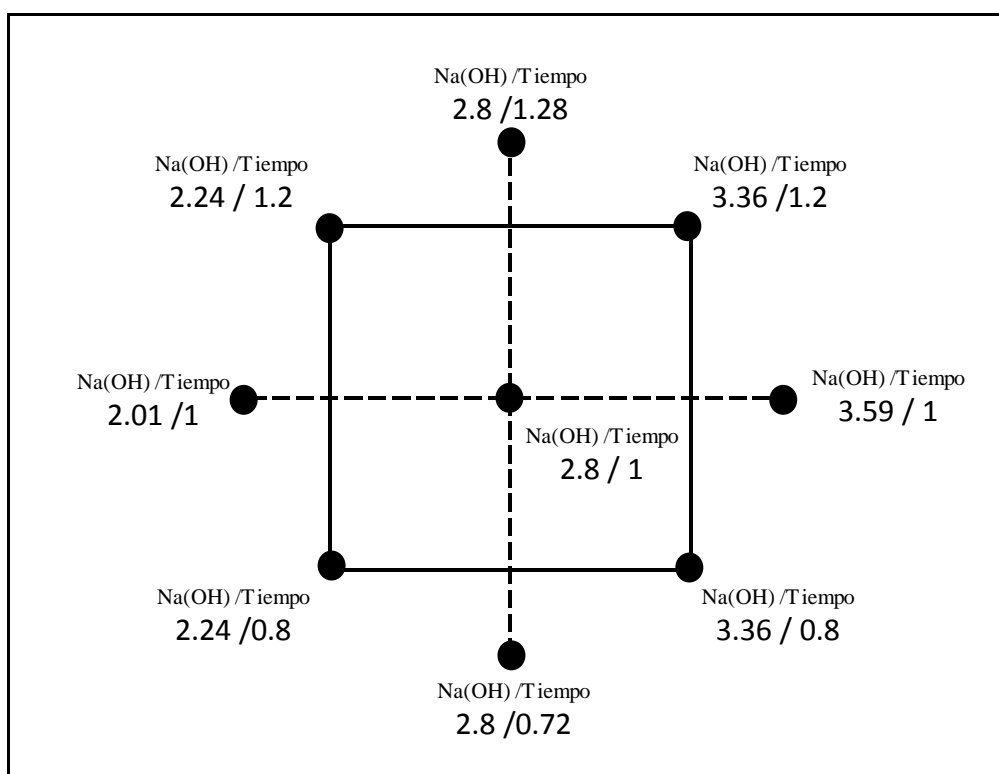
Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla N° 11.- Matriz de valores codificados y reales de variables , se muestra la matriz completa con nuestros valores para concentración de Na(OH) y tiempo de agitación necesarios para la experimentación. Para la obtención de los valores de grados de libertad se

usó el software Statgraphics, donde agregamos los datos mínimos y máximos de nuestras variables y escogimos el diseño experimental de diseño compuesto central.

En la FIGURA N° 24: Diseño Experimental, se muestra el diseño experimental completo con los rangos de libertad, de acuerdo al diseño experimental.

FIGURA N° 24: Diseño Experimental



Fuente: Elaboración Propia

3.3. Hipotesis de la Investigacion

3.3.1. Hipotesis General.-

Es probable que el proceso de precipitación con hidróxido de sodio permita la recuperacion de cromo total de los efluentes de la curtiembre INCAPIELES mayor a un 50% del contenido de cromo identificado inicialmente.

3.3.2. Hipotesis Especificas.-

- a) Es probable que al realizar un análisis de características físico-químicas, se encuentre otros elementos en el efluente recogido del proceso de curtido de la empresa Incapieles E.I.R.L.
- b) Es probable que la concentración de cromo total, Cromo III y Cromo VI en los efluentes del proceso de curtido supere los 1mg/l y que al realizar la experimentación las concentraciones disminuyan hasta niveles aceptables.
- c) Es probable que el proceso de precipitación con hidróxido de sodio permita la reducción de cromo total en los efluentes de la curtiembre INCAPIELES hasta en un 90%.
- d) Es probable que al precisar el desarrollo experimental y el uso del software Statgraphic se pueda lograr la obtención de datos óptimos para la reducción de cromo.
- e) Es probable que la variable concentración de $\text{Na}(\text{OH})$ y la variable tiempo de agitación influyan en el proceso de precipitación de cromo.
- f) Es probable que se pueda generar un diseño matemático para la reducción de cromo en efluentes mediante el programa Statgraphic.

COMENTARIO

Para el punto de contrastación de hipótesis, se define como hipótesis de trabajo las mencionadas en el punto 3.3.1 y 3.3.2, y se planteó una hipótesis nula para cada una, que se refiere a la negación de las hipótesis de trabajo planteadas.

3.4. Variables

3.4.1. *Variable independiente.-*

Concentración de cromo total en los efluentes.

3.4.2. *Variable dependiente.-*

Las variables dependientes dependerán del método escogido para el tratamiento el cual es el de precipitación química y estas son:

- Cantidad de Hidróxido de Sodio.
- Tiempo de reacción.

3.5. Cobertura del Estudio

3.5.1. *Universo y Poblacion.-*

Nuestro Universo es la Empresa Incapieles , debido a que nuestro tipo de investigacion esta haciendo frente a la problemática de concentracion de Cromo en el efluente de esta empresa.

3.5.2. *Muestra.-*

Se recolecta muestra de los efluentes líquidos contaminados con Cromo, directamente de los botales de la empresa INCAPIELES, que luego del proceso de curtición de las pieles, estos líquidos son desechados.

3.5.3. *Muestreo.-*

Para el muestreo se uso un muestreo aleatorio simple , se utilizo el programa statgraphics que genero una matriz para el diseño experimental y asi obtener un método preciso. Y se recolecto las muestras del efluente para su posterior corrida experimental.

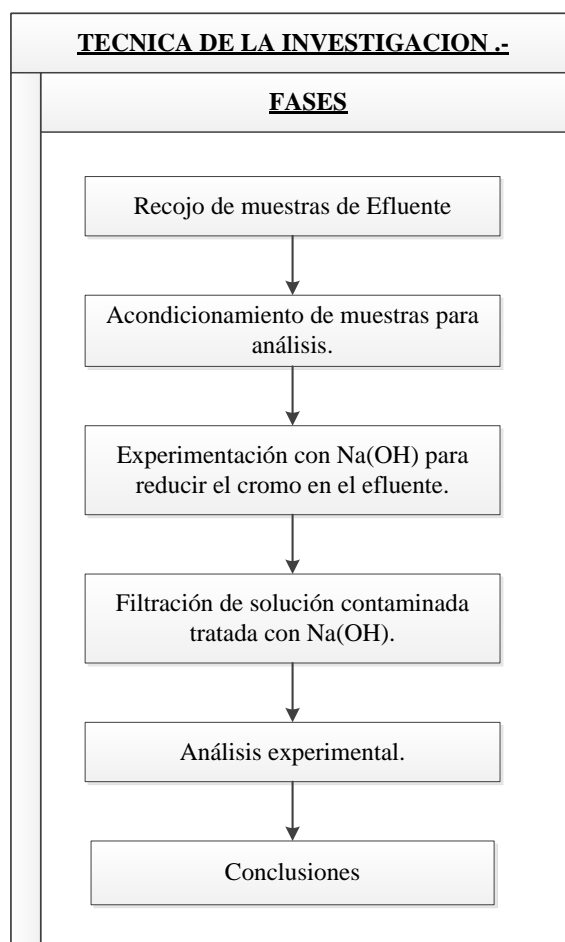
3.6. Tecnicas e Instrumentos

3.6.1. *Tecnicas de la Investigacion.-*

La técnica de la experimentación está dividida en cinco fases, las que se muestran en la FIGURA N° 25: Diagrama de la Técnica de Investigación:

- Recojo de muestras de efluente
- Acondicionamiento de muestras para análisis inicial
- Experimentación con Na(OH) para reducir el cromo en el efluente
- Filtración de solución contaminada tratada con Na(OH)
- Análisis experimental.
- Conclusiones.

FIGURA N° 25: Diagrama de la Técnica de Investigación



Fuente: Elaboración propia.

3.6.1.1. *Recojo de Muestras de Efluente.-*

Bajo la autorización del Gerente general de la empresa Incapieles E.I.R.L. se tomó la muestra de agua de uno de los botaes incluidos en el proceso de curtido.

En la FIGURA N° 26: Botal de Curtido de Curtiembre Incapieles E.I.R.L. podemos ver uno de los botaes que son trabajados en el proceso de curtido, una vez pasada las 8 horas en el que las pieles han tenido contacto con el cromo para la curtiembre y luego de comprobar que la piel ya se encuentra curtida, estos líquidos son desechados.

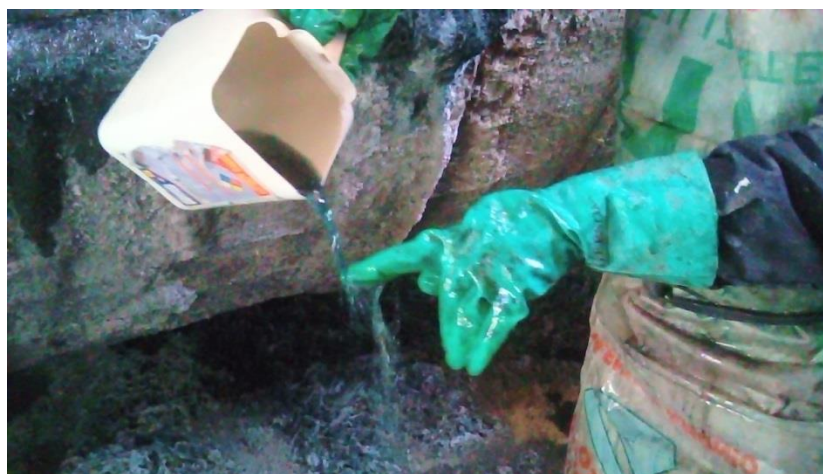
FIGURA N° 26: Botal de Curtido de Curtiembre Incapieles E.I.R.L.



Fuente: Fotografías propias.

Con apoyo de los trabajadores se tomó la muestra de agua en un bidón.

FIGURA N° 27: Efluente a muestrear del proceso de Curtido.



Fuente: Fotografías propias.

En la FIGURA N° 27: Efluente a muestrear del proceso de Curtido., se aprecia el color verde, indicador de la presencia de cromo en la solución. Es necesario el uso de equipo de protección personal para el personal que estará expuesto.

Se recoge el efluente en un bidón cerrado de 10 litros y se transporta para su estudio en laboratorio, como se visualiza en la FIGURA N° 28: Recojo de muestras para el estudio.

FIGURA N° 28: Recojo de muestras para el estudio.



Fuente: Fotografías propias.

3.6.1.2. *Acondicionamiento de Muestras para Analisis.-*

Las muestras de agua tomadas del proceso de curtido de la empresa Incapieles, se trasladan a laboratorio, para proceder con el acondicionamiento de la muestra para su posterior análisis.

- **Filtración.-**

La muestra de agua, presenta presencia de restos de partículas suspendidas, por lo que se realizara una filtración primaria, para eliminar todo desecho que haya sido recolectado en el muestreo, tales como: pajas, insectos muertos, partículas de piel o carne, etc.

Para ello se usara papel de filtración rápida, como se observa en la FIGURA N° 29: Filtración Primaria, donde se aprecia una proporción del efluente filtrándose para eliminar sólidos en suspensión de la muestra.

FIGURA N° 29: Filtración Primaria



Fuente: Fotografías propias

- **Análisis Iniciales.-**

Una vez filtrado 500 ml de agua, se envió a laboratorio para analizar:

- Barrido Inicial.
- Concentración Cromo total Inicial.
- Cromo VI y Cromo III.
- Sólidos suspendidos.

Mediante un barrido de elementos por el método de ICP – AES Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales y determinación de Cromo VI y III en agua por el método de fotometría, con el fin de identificar todos los elementos químicos en el efluente.

Para la medición de la densidad de la muestra se hará uso de una probeta de 10 ml, balanza digital y la muestra de efluente.

Como primer paso se debe identificar la masa de la solución para ello se pesó la probeta sin solución primero y luego se pesó con 10 ml de la muestra del efluente.

Se restó para obtener el resultado de la masa total de la muestra del efluente y se dividió entre el volumen que sería 10 ml.

Se reemplazó en la siguiente ecuación:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{masa}}{\text{Volumen}} = \frac{(\text{masa de la probeta} + \text{muestra}) - (\text{masa de la probeta})}{\text{Volumen}}$$

3.6.1.3. *Experimentación con Na(OH) para reducción de cromo en el efluente.-*

Luego de la filtración se pasó a la experimentación para evaluar la capacidad de recuperación de Cromo por el método de precipitación química con hidróxido de sodio. Se realizaron combinaciones en 10 vasos de precipitados, donde se vertió 500 ml del efluente de la empresa INCAPIELES tal como se muestra en la FIGURA N° 30: Preparación de muestras en vasos precipitados.

FIGURA N° 30: Preparación de muestras en vasos precipitados



Fuente: Fotografías propias

Antes de iniciar se coloca un termómetro para observar si hay algún cambio de temperatura inicial y durante la experimentación, tal como se muestra en la FIGURA N° 31: Medición de Temperatura.

FIGURA N° 31: Medición de Temperatura



Fuente: Elaboración Propia

Posteriormente se pesó las concentraciones de Na (OH) como se muestra en la FIGURA N° 32: Medición de concentración de Na(OH), de acuerdo a nuestro diseño experimental. Revisar Tabla N° 11.- Matriz de valores codificados y reales de variables y se colocó en cada vaso precipitado con la muestra. La solución se colocó sobre el agitador magnético a 100 rpm.

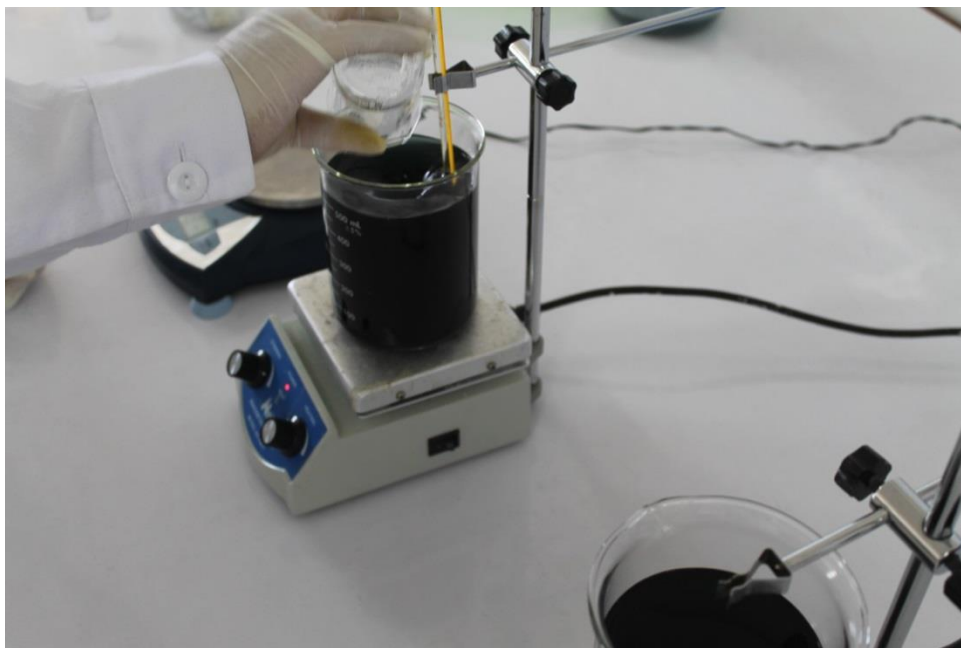
FIGURA N° 32: Medición de concentración de Na(OH)



Fuente: Fotografías Propias

Se adiciono el Hidróxido de Sodio ($\text{Na}(\text{OH})$) en la muestra correspondiente y se colocó en el agitador magnético a 100 rpm.

FIGURA N° 33: Adición de Na (OH)



Fuente: Fotografías propias

En la FIGURA N° 33: Adición de Na (OH), se aprecia la adición de la concentración de $\text{Na}(\text{OH})$ correspondiente al número de prueba.

FIGURA N° 34: Principio de la precipitación de cromo



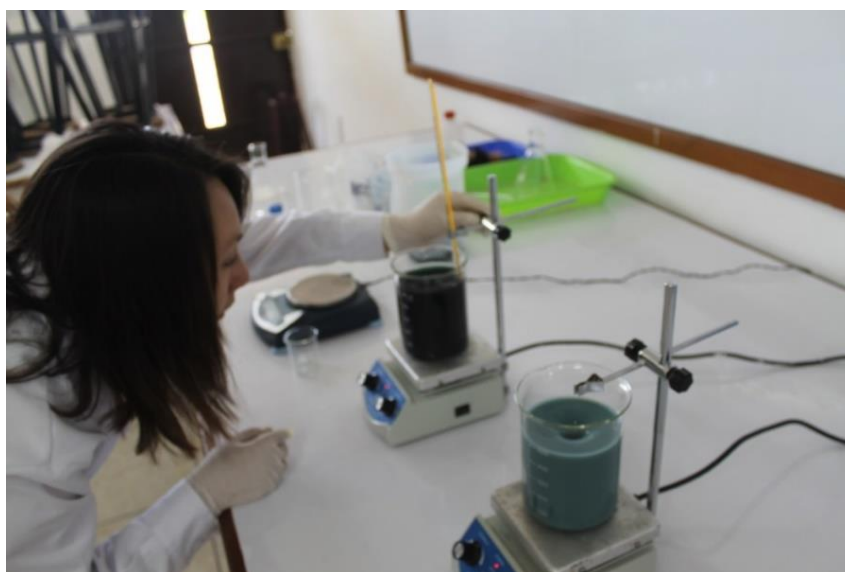
Fuente: Fotografías Propias.

En la FIGURA N° 34: Principio de la precipitación de cromo, se aprecia como el aditivo químico empieza a reaccionar con la muestra. Se presenta cambios en el color de la muestra.

Durante la experimentación, se controla:

- Temperatura
- Ph
- Color.
- Tiempo de Agitación

FIGURA N° 35: Medición de temperatura en la experimentación



Fuente: Fotografías Propias.

En la FIGURA N° 35: Medición de temperatura en la experimentación, se aprecia la verificación de los controles de las muestras durante la experimentación.

3.6.1.4. *Filtración de solución contaminada tratada con Na(OH).*-

Una vez pasado el tiempo indicado, se prepara 10 matraz de 500 ml, se colocó un embudo y un papel filtro para comenzar con la filtración de nuestra solución tratada y se comenzó a filtrar el cromo precipitado producto de la reacción química, como se muestra en la FIGURA N° 36: Filtración de muestra de agua tratada..

FIGURA N° 36: Filtración de muestra de agua tratada.



Fuente: Fotografías Propias.

Al terminar el filtrado, se obtendrá un sedimento tal como se muestra en la FIGURA N° 37: Sedimentos obtenidos de la filtración., de un color verde azulado pastoso, este sedimento se guardó en un envase y se envió a laboratorio para su análisis.

FIGURA N° 37: Sedimentos obtenidos de la filtración.



Fuente: Fotografías Propias.

3.6.2. *Análisis experimental..-*

Las muestras de agua tratada con Na (OH) , después de la filtración, se enviaron a analizar por el método de absorción atómica y por el método de ICP . Se realizó un primer análisis en los laboratorios UAP tal como se ve en la FIGURA N° 38. Análisis por Absorción Atómica en laboratorios UAP-Arequipa., con ayuda de un equipo de espectrofotometría como se ve en la FIGURA N° 39: Espectrofotómetro y para validar datos obtenidos también se enviaron a analizar en un laboratorio particular.

FIGURA N° 38. Análisis por Absorción Atómica en laboratorios UAP-Arequipa.



Fuentes: Fotografías Propias

FIGURA N° 39: Espectrofotómetro



Fuentes: Fotografías Propias

En laboratorios de la Universidad Alas Peruanas, se utilizó el espectrofotómetro de la figura N°43 Marca ZUZI, modelo 4200.

Para el análisis en el laboratorio particular para el análisis por absorción atómica se usó el espectrofotómetro modelo HACH Modelo DR/ 2000 y para el análisis por ICP se usó el modelo ICAP 6500 de la marca THERMO.

Para la experiencia en laboratorios UAP, se revisó el manual del equipo y se procedió de acuerdo a lo siguiente:

- Se realizaron las experiencias por triplicado por cada muestra para disminuir o eliminar el rango de error.
- Antes de medir la absorbancia de cada muestra se calibro el espectrofotómetro con un blanco (5ml de agua destilada) como se muestra en la FIGURA N° 40: Calibración del espectrofotómetro.
- Se preparó las muestras para la cuantificación de cromo, se vació 100 ml en un vaso precipitado y se extrajo 5ml con ayuda de una pipeta, como se muestra en la FIGURA N° 41: Preparación de muestras para la cuantificación por espectrofotometría.
- Se vació en el muestreador del espectrofotómetro y se tomaron los resultados obtenidos, tal como se muestra en la FIGURA N° 42: Cuantificación de cromo por espectrofotometría.

FIGURA N° 40: Calibración del espectrofotómetro



Fuente: Fotografías propias

FIGURA N° 41: Preparación de muestras para la cuantificación por espectrofotometría



Fuentes: Fotografías Propias

FIGURA N° 42: Cuantificación de cromo por espectrofotometría



Fuentes: Fotografías Propias

Para obtener los datos de la concentración de cromo en nuestras muestras las absorbancias obtenidas se multiplicó por el factor de cromo.

3.6.3. *Instrumentos de la Investigación.-*

Bernardo y Calderero (2000) consideran que los instrumentos es un recurso del que puede valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información.

Los instrumentos utilizados:

- Material experimental.- Consta de los materiales y equipos requeridos para desarrollar la experimentación en laboratorio.
- Reactivos químicos.- Necesarios para la experimentación en laboratorio
- Tablas para la recolección de datos experimentales.- Tablas que se utilizan para anotar los valores que se vayan recogiendo de la experimentación desarrollada.
- Fotografía, grabaciones de audio y video. (Material que se utiliza para poder identificar en donde se originan los efluente de acuerdo a la línea productiva de la empresa. Para este instrumento se cuenta con la aprobación del gerente de la empresa).
- Software estadístico (Excel, Statgraphic). (instrumentos que nos permitirán almacenar y procesar los datos de acuerdo a la técnica de procesamiento estadístico necesaria)

3.6.4. *Materiales Experimentales.-*

Para el desarrollo experimental en laboratorio será necesario, los siguientes implementos:

- Baguetas
- 10 Botellas de 500 ml
- Pipetas 10 ml.
- Vasos de precipitado de 100 y 500ml
- 10 Lunas de reloj o cristal de reloj
- Soporte universal
- Nueces, aros, pinzas para buretas
- Matraz de Erlenmeyer de 100, 150 m

3.6.4.1. *Equipos de Laboratorio.-*

- Balanza analítica.
- pH-metro.
- Espectrofotómetro
- Equipo ICP

3.6.4.2. *Reactivos Químicos e Insumos.-*

- Hidróxido de sodio en lentejas
- Ácido Nítrico
- Agua destilada
- Difenilcarbazida
- Papel filtro.

3.6.5. *Fuentes.-*

Las fuentes de información usadas para esta investigación son de tipo:

Primaria: Se realizó visitas a la curtiembre Incapieles E.I.R.L., donde se obtuvo información directa sobre los procesos, reactivos e información relevante para la investigación.

Secundaria: Se buscó información en libros, revistas, páginas web, noticias, estudios realizados y artículos sobre la reducción de cromo, contaminación por cromo, métodos de descontaminación para la industria de curtiembre entre otros; que son detallados en las fuentes bibliográficas.

3.7. Procesamiento estadístico de la Información

3.7.1. *Estadísticos*

Para el procesamiento estadístico de los datos obtenidos se usó el programa estadístico de Statgraphic, y se usa el método de análisis de varianza (ANOVA) para evaluar la importancia de los factores al comparar las medias de la variable de respuesta en los diferentes niveles de los factores.

3.7.2. *Representación*

Se representarán gráficamente los resultados obtenidos, mediante diagramas de barras, lineales, de serie de datos, de superficie y de Pareto, con el fin de que los resultados obtenidos puedan ser asimilados y entendidos fácilmente.

CAPITULO IV

4. ORGANIZACIÓN, PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS

En este capítulo mencionaremos los resultados obtenidos y su correspondiente análisis para la comprobación de hipótesis además de la realización de los objetivos planteados para la recuperación de cromo en los efluentes del proceso de curtido de la empresa Incapieles E.I.R.L. por el método de precipitación química con Na(OH).

4.1. Resultados

Los resultados se presentaran en el orden de acuerdo a las hipótesis planteadas en el orden correspondiente. Adicional los resultados de laboratorio se encontraran en el Anexo N°6.

4.1.1. *Recuperacion de Cromo.-*

Para la hipótesis general “Es probable que el proceso de precipitación con hidróxido de sodio permita la recuperación de cromo total de los efluentes de la curtiembre INCAPIELES mayor a un 50 % del contenido de cromo identificado inicialmente.”

Para ello se analizó el resultado de presencia de cromo total en los sedimentos de las muestras que representaban el alto y más bajo resultado de precipitación de cromo en el efluente. Tal como se muestra en la Tabla N° 12: Recuperación de cromo en sedimentos.

Tabla N° 12: Recuperación de cromo en sedimentos

Nombre de Muestra	Cromo Total			Cromo III			Cromo IV		
	Inicial (mg/l)	Sedimentos (mg/Kg)	%	Inicial (mg/l)	Sedimentos (mg/Kg)	%	Inicial (mg/l)	Sedimentos (mg/Kg)	%
Muestra N°3	4334.07	124.6	3%	3360	124.6	4%	120	<0.05	0%
Muestra N° 8		96	2%		96	3%		<0.05	0%

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede visualizar en la Tabla N° 12: Recuperación de cromo en sedimentos existe una recuperación de cromo total con un valor mínimo 2% hasta un máximo de 3%. Lo cual hace suponer que el cromo en sedimentos ha formado enlaces con otros elementos, por lo que no puede ser leído en el análisis Determinación de metales y elementos traza en suelos y sedimentos por ICP-OES.

4.1.2. *Caracterización del Efluente.-*

Para la hipótesis “Es probable que al realizar un análisis de características físico-químicas, se encuentre otros elementos en el efluente recogido del proceso de curtido de la empresa Incapieles E.I.R.L..”

Recordemos que para el proceso de curtido de pieles se encuentran etapas en las que las pieles entran a los botales ya sea para el proceso de pelambre (eliminación de los pelos de la piel), así como para el proceso de curtido al cromo de las pieles, y luego los líquidos cargados con los químicos empleados para cada proceso son desechados pues ya no tienen capacidad eficiente para las etapas mencionadas. Estos efluentes son los que se estudió, presentando las siguientes características:

4.1.2.1. *Propiedades Físicas.-*

En la Tabla N° 13.- Propiedades Físicas del Efluente se muestran los resultados de las características físicas obtenidas de nuestra muestra de efluente del proceso de curtido.

Tabla N° 13.- Propiedades Físicas del Efluente

Descripción del Parámetro	Valor
Densidad	1.105 Kg/l
Ph	3
Temperatura	20°
Sólidos en suspensión	67 mg/l

Fuente: Elaboración Propia

Al efluente se le tomó la densidad de forma física.

El pH tomado del efluente, indica que nos encontramos ante una solución ácida.

La temperatura se encuentra a nivel ambiente.

Al realizar la filtración primaria de 500 ml que se filtraron, se obtuvo 33.5 mg de sólidos suspendidos, que como resultado nos daría 67 mg/L.

El efluente muestra un color verde oscuro y olor fuerte *sue generis*.

4.1.2.2. *Propiedades Químicas:*

El efluente fue enviado a analizar a un laboratorio particular para caracterizar los elementos químicos presentes. Los cuales se muestran en la Tabla N° 14.- Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP.OES .

Tabla N° 14.- Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP.OES

Elemento Químico	Concentración (mg/L)
Ag (mg/l)	0.0229
Al (mg/l)	1.52
B (mg/l)	23.15
Ba (mg/l)	0.20730
Be (mg/l)	a<0.000079 (*)
Elemento Químico	Concentración (mg/L)
Ca (mg/l)	>250 (*)
Cd (mg/l)	0.02740
Co (mg/l)	a<0.000094
Cr total(mg/l)	>50 (*) / 4334.07(**)
Cu (mg/l)	0.1242
Fe (mg/l)	6.76
K (mg/l)	>250 (*)
Li (mg/l)	2.9783
Mg (mg/l)	>250 (*)
Mn (mg/l)	0.32756
Mo (mg/l)	a<0.00038 (*)
Na (mg/l)	>1250 (*)
Ni (mg/l)	0.70346

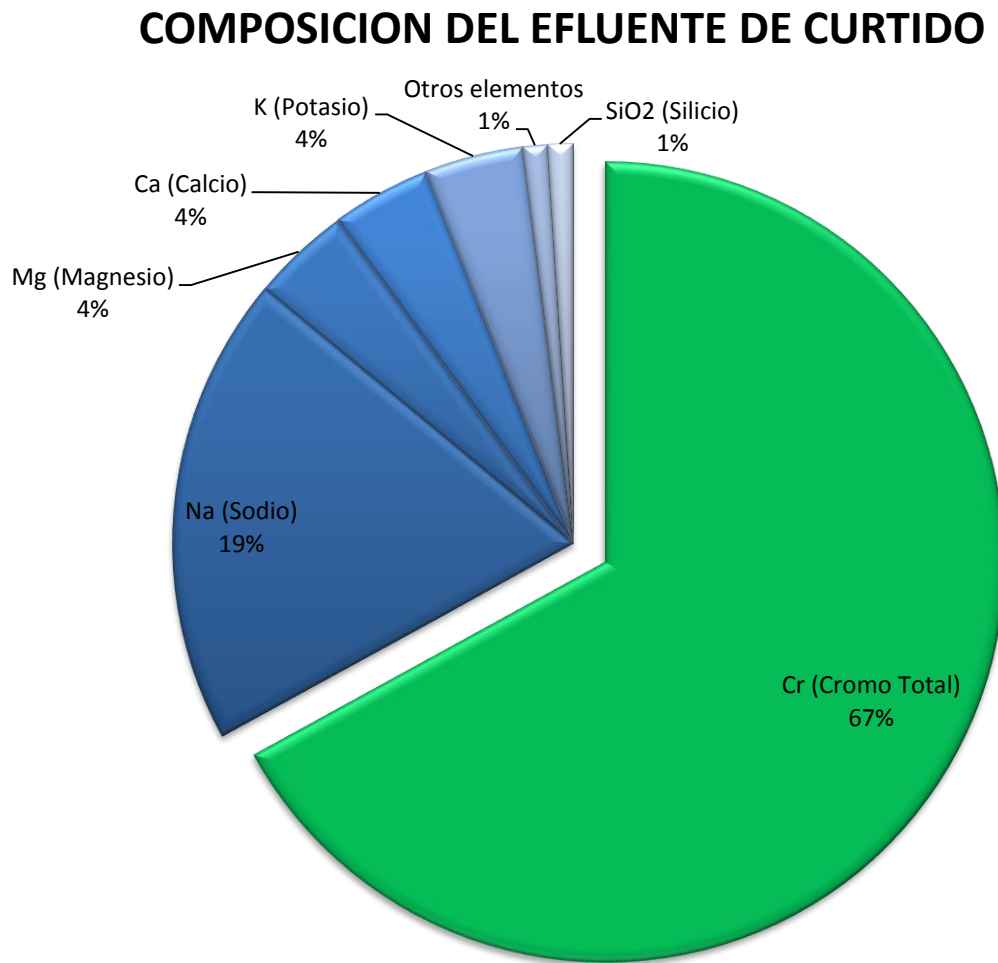
P (mg/l)	11.20
Pb (mg/l)	0.0374
Sb (mg/l)	5.0566
Se (mg/l)	a<0.002 (*)
SiO₂ (mg/l)	69.88
Sn (mg/l)	a<0.00085 (*)
Sr (mg/l)	2.191
Ti (mg/l)	0.31410
Tl (mg/l)	0.9811
V (mg/l)	a<0.00014 (*)
Zn (mg/l)	1.302

Fuente: Elaboración Propia

NOTA: (*) Para los casos el equipo no puede dar lectura precisa a dichos valores mencionados pues no puede cuantificar mayor o menores valores a los indicados debido a límite de detección del equipo.

NOTA: (**) Por el método de análisis para la determinación de elementos en el efluente, el límite de detección para el cromo total no puede leer la concentración real si supera los 50 mg/L , en el análisis específico de concentración de cromo que se verá en el punto 4.1.4 , nos arroja un promedio de 4334.07 mg/L de cromo total inicial, que es reemplazado en la Tabla N° 14.- Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP.OES para poder visualizar la composición en el efluente como se muestra en la FIGURA N° 43: Composición del efluente de curtido.

FIGURA N° 43: Composición del efluente de curtido



Fuente: Elaboración propia

4.1.3. ***Concentración de Cromo Total , Cromo III y VI inicial y después de la experimentación y en relación a los límites máximos permisibles.-***

Los siguientes ensayos buscan responder a la hipótesis “Es probable que la concentración de cromo total, Cromo III y Cromo VI en los efluentes del proceso de curtido supere los límites y que al realizar la experimentación las concentraciones disminuyan hasta niveles aceptables.”

4.1.3.1. ***Cromo Total .-***

- Análisis Concentración de Cromo Total Inicial.-

En la Tabla N° 15.- Resultado del Análisis de Cromo Total en efluente del proceso de curtido se muestran los resultados obtenidos.

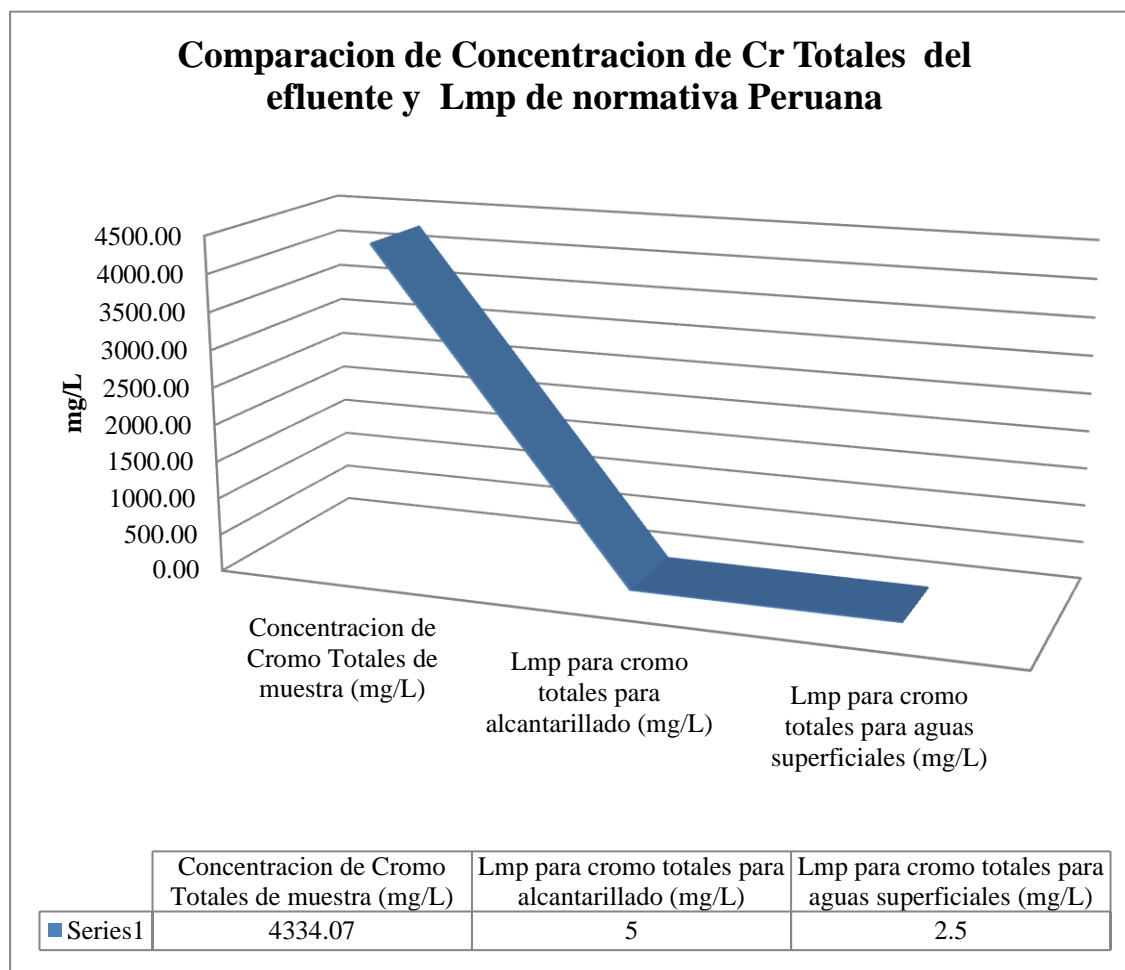
Tabla N° 15.- Resultado del Análisis de Cromo Total en efluente del proceso de curtido

Muestra	Tipo de muestra	Lugar de muestra	Punto de muestreo	Cr (mg/l) Totales	Ph
1	Agua Residual industrial	Curtiembre INCAPIELES	Botales de INCAPIELES	5728	2.5
2	Agua Residual industrial	Curtiembre INCAPIELES	Botales de INCAPIELES	3480	3
3	Agua Residual industrial	Curtiembre INCAPIELES	Botales de INCAPIELES	3794.2	3
			Promedio	4334.07	3

Fuente: Elaboración Propia

Los efluentes recogidos se enviaron a analizar a un laboratorio particular, el ensayo se realizó por el método de ASTM D 1678 -02 Método de Ensayo estándar para cromo en agua por absorción atómica, por determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales ICP – AES.

FIGURA N° 44: Grafica de comparación de Concentración de Cromo Total del efluente y límites máximos permisibles de la normativa peruana



Fuente: Elaboración Propia.

Como se puede visualizar en la FIGURA N° 44: Grafica de comparación de Concentración de Cromo Total del efluente y límites máximos permisibles de la normativa peruana, se realiza una comparación de la concentración de cromo total existente en la muestra recogida del efluente del proceso de curtido y los permitidos por lmp máximos permisibles mencionados en el Decreto Supremo N° 003 – 2002 – PRODUCE.

- **Cromo total (efluentes de la empresa INCAPIELES): 4334.07 mg/l**
- **Cromo total (LMP según D.S. N° 003 – 2002 – PRODUCE – Anexo 3): 2.5 mg/l**

Se muestra que supera por 4331.07 mg/L las concentraciones de cromo total permitidas por la normativa peruana.

- Análisis de Concentraciones de Cromo total después de la experimentación.-

Para este ítem es necesario analizar los resultados de las muestras tratadas con Na(OH) con respecto a las concentraciones de Cromo total.

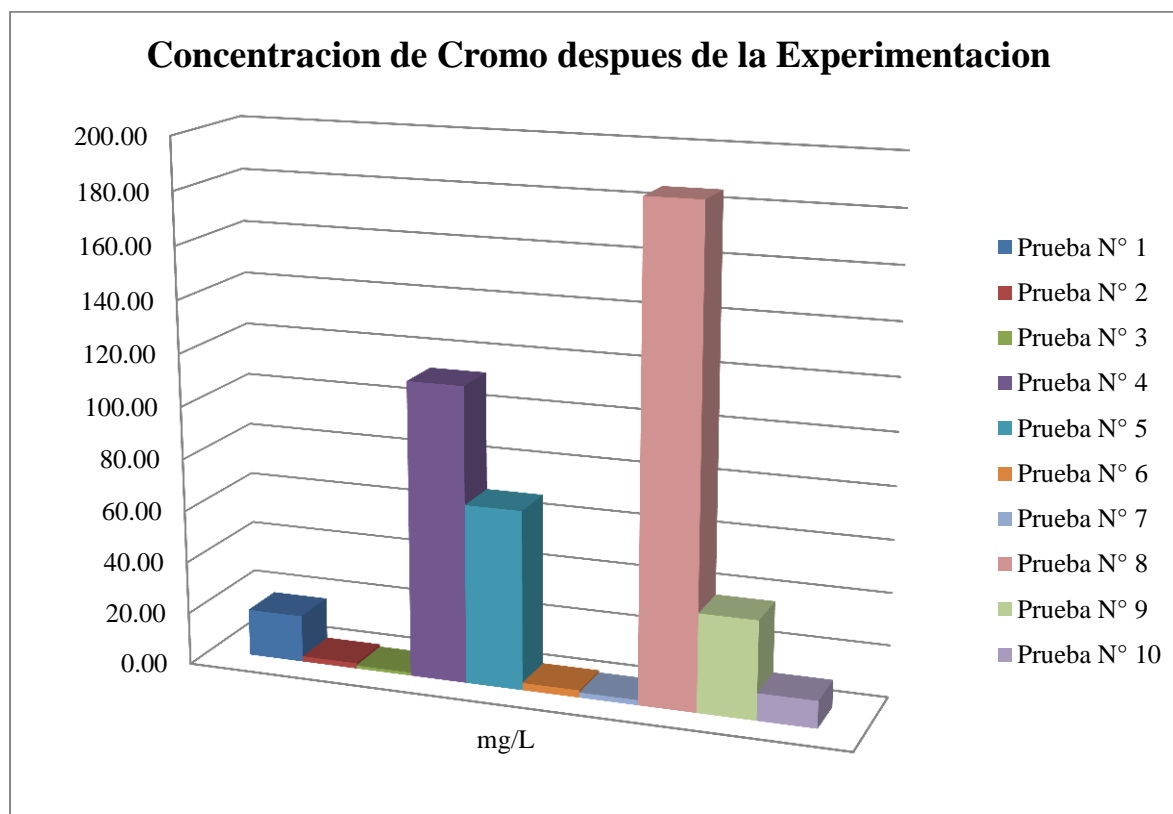
Después de la experimentación con Na(OH) durante el tiempo determinado en la matriz , se mandó a analizar los resultados para identificar la concentración de Cromo total. Estos resultados se muestran en la Tabla N° 16.- Concentración de Cromo Total – Resultados finales.

Tabla N° 16.- Concentración de Cromo Total – Resultados finales

N°	Valores		Valores Reales		Resultado de Ensayos (mg/L)			Promedio
	X1	X2	Conc. Na(OH)	T.	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	
1	0	0	2.8	1	21.09	11.4	21.69	18.06
2	+	-	3.36	0.8	2.71	1.2	2.42	2.11
3	+	+	3.36	1.2	1.4	0.78	1.43	1.20
4	-	-	2.24	0.8	119.91	98.8	120.36	113.02
5	-	+	2.24	1.2	78.06	53.5	74.18	68.58
6	0	+α	2.8	1.28284	3.24	1.67	3.57	2.83
7	+α	0	3.59196	1	2.26	1.01	2.75	2.01
8	-α	0	2.00804	1	182.2	184.4	190.2	185.60
9	0	-α	2.8	0.717157	42.3	25.6	45.13	37.68
10	0	0	2.8	1	13.67	1.85	15.89	10.47

Fuente. Elaboración Propia

FIGURA N° 45: Concentración de cromo total después de la experimentación con Na (OH)



Fuente: Elaboración Propia

Tal como podemos observar en la FIGURA N° 45: Concentración de cromo total después de la experimentación con Na (OH), que la interacción que tiene mejor resultado con respecto a la precipitación de cromo de los efluentes líquidos es en el caso donde interactúa la mayor concentración de hidróxido de sodio con un tiempo más prolongado, llevando la concentración de cromo total a 1.20 mg/L, niveles por debajo de los límites máximos permisibles.

- Comparación de Concentración de Cromo total residual con Límites máximos permisibles.-

De los datos obtenidos de los ensayos de laboratorio, se comparara con los límites máximos permisibles por la normativa peruana, de acuerdo al Decreto Supremo N° 003-2002-PRODUCE – Límites Máximos Permisibles y Valores Referenciales para las actividades industriales de cemento, cerveza, curtiembre y papel, que nos mencionan que no debe de sobrepasar los 2.5 mg/L.

Se analizara las 5 muestras con la menor concentración de Cromo Total después de la experimentación en laboratorio, estos resultados se muestran en la Tabla N° 17.- Pruebas con menor concentración de Cromo Total después de la experimentación., debido a que las 5 restantes aún se encuentran muy por encima de los valores permitidos.

Tabla N° 17.- Pruebas con menor concentración de Cromo Total después de la experimentación.

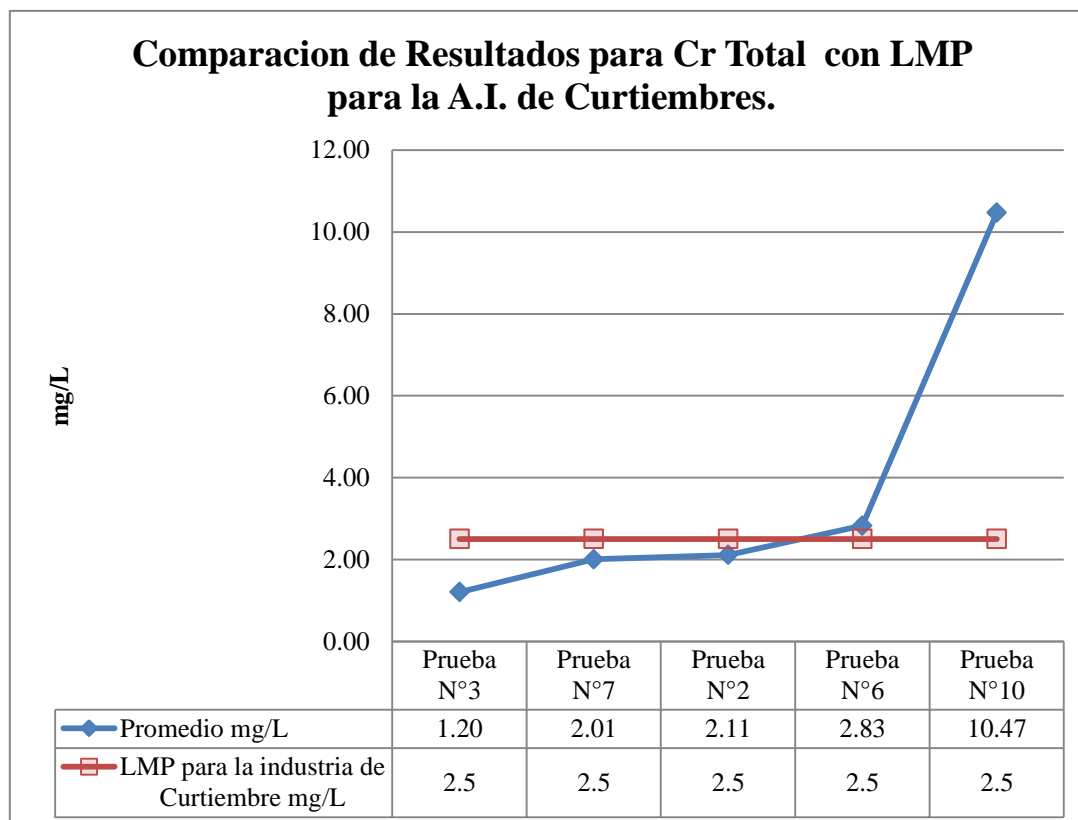
N°	Valores		Valores Reales		Resultado de Ensayos (mg/L)			Promedio
	X1	X2	Conc. Na(OH)	T.	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	mg/L
Prueba N°3	+	+	3.36	1.2	0.78	1.4	1.43	1.20
Prueba N°7	+α	0	3.59196	1	1.01	2.26	2.75	2.01
Prueba N°2	+	-	3.36	0.8	1.2	2.71	2.42	2.11
Prueba N°6	0	+α	2.8	1.28284	1.67	3.24	3.57	2.83
Prueba N°10	0	0	2.8	1	1.85	13.67	15.89	10.47

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo al análisis de los resultados, se tomaran las pruebas N°3, 7, 2 ,6 y 10, ya que estas muestras menores niveles de concentración de cromo después de la experimentación.

Para visualizar a mayor detalle se muestra en la FIGURA N° 46: Comparación de resultados de ensayo con LMP para la actividad Industrial de Curtiembres.

FIGURA N° 46: Comparación de resultados de ensayo con LMP para la actividad Industrial de Curtiembres.



Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a la gráfica se puede identificar que la muestra N°3,7 y 2 son las que se encuentran por debajo de los valores permitidos para efluentes del proceso de curtido

Las muestras N° 6 y 10 sobrepasan los valores 0.33 y 7.97 mg/l respectivamente.

La muestra N° 3, 7 y 2 se trabajaron con los máximos valores de concentración de Na (OH) y desde el mayor al menor tiempo de agitación.

4.1.3.2. Cromo VI y cromo III.-

- Análisis de la concentración Inicial de Cromo VI y III.-

Como dato inicial se mandó a analizar la concentración de cromo VI mediante el método de fotometría en agua para Cromo VI y para la determinación de Cromo III por el método de fotometría en agua para Cromo III.

En la Tabla N° 18.- Resultado del Análisis Inicial de Cromo VI y Cromo III en efluente del proceso de curtido , se muestran los resultados iniciales.

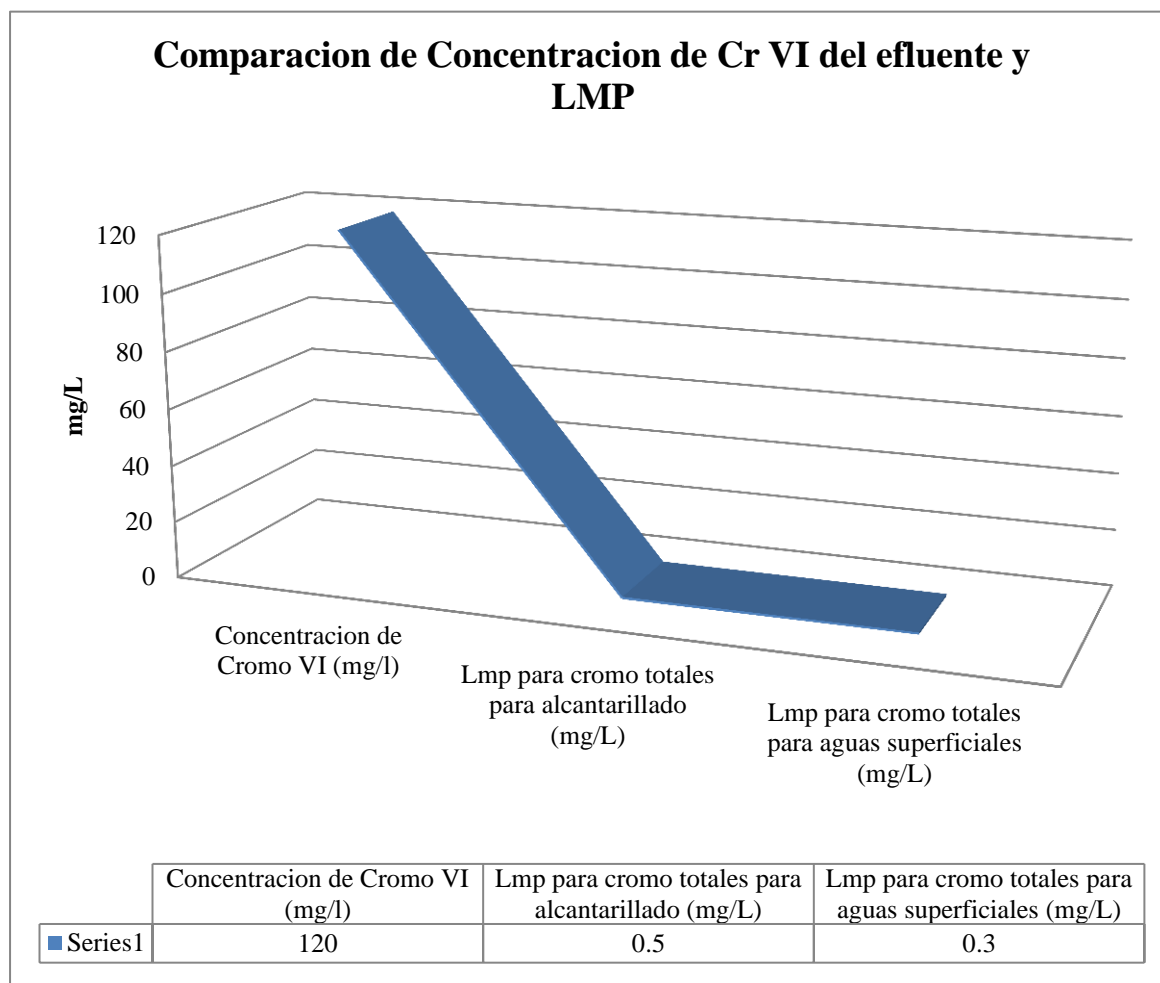
Tabla N° 18.- Resultado del Análisis Inicial de Cromo VI y Cromo III en efluente del proceso de curtido

Matriz de la muestra	Lugar de muestra	Punto de muestreo	Cr III (mg/l)	Cr VI (mg/l)
Agua Residual industrial	Curtiembre INCAPIELES	Botales de INCAPIELES	3360	120

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo al Anexo N° 1 del D.S. 003-2002 PRODUCE, que establece los límites máximos permisibles para el sector de curtiembre, establece valores límites para Cromo Total y Cromo VI, mas no para Cromo III, por ello se comparara los resultados de Cromo VI con los límites máximos permisibles.

FIGURA N° 47: Comparación de concentración de Cromo VI de efluentes en relación a los LMP.



Fuente: Elaboración Propia

Como se puede visualizar en la FIGURA N° 47: Comparación de concentración de Cromo VI de efluentes en relación a los LMP. , se realiza una comparación de la concentración de cromo VI existente en la muestra recogida del efluente del proceso de curtido y los permitidos por los límites máximos permisibles mencionados en el Decreto Supremo N° 003 – 2002 – PRODUCE.

- **Cromo VI (efluentes de la empresa INCAPIELES): 120 mg/l**
- **Cromo VI (LMP según D.S. N° 003 – 2002 – PRODUCE – Anexo 3): 0.3 mg/l**

Se muestra que supera por 119.7 mg/L las concentraciones de cromo VI permitidas por la normativa peruana.

- Análisis de Concentración de Cromo VI después de la experimentación.-

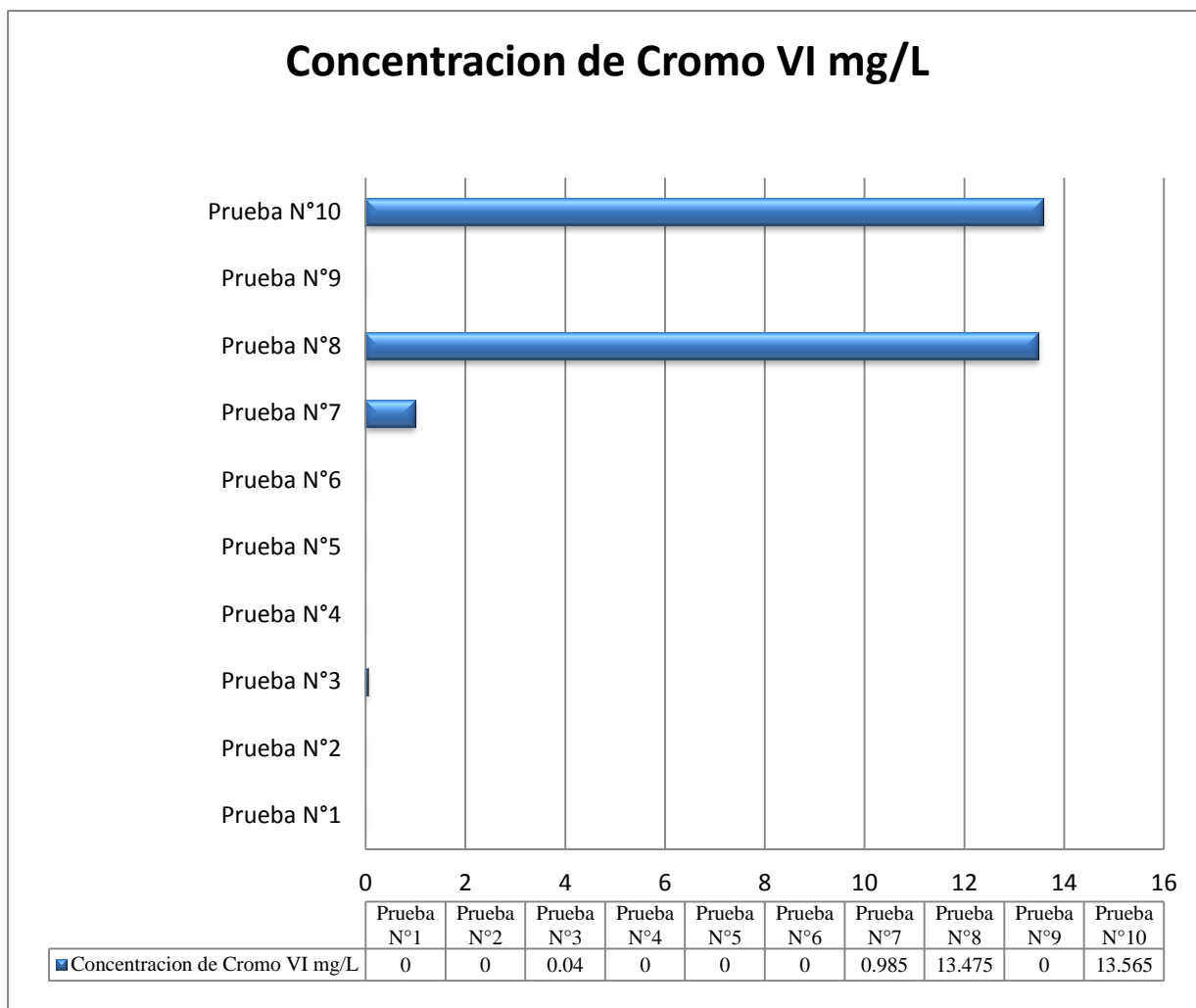
Después de la experimentación con Na(OH), se mandó a analizar los resultados por duplicado para identificar la concentración de Cromo VI, mediante el método Colorimétrico para Cromo VI en agua. Estos resultados se muestran en la Tabla N° 19.- Concentración Cromo VI – Resultados finales

Tabla N° 19.- Concentración Cromo VI – Resultados finales

N° de prueba	Valores		Valores Reales		Resultados		Promedio
	X1	X2	Conc. Na(OH)	T.	Ensayo 1	Ensayo 2	Cromo VI mg/L
Prueba N° 1	0	0	2.8	1	<0.005	<0.005	<0.005
Prueba N° 2	+	-	3.36	0.8	<0.005	<0.005	<0.005
Prueba N° 3	+	+	3.36	1.2	0.05	0.03	0.04
Prueba N° 4	-	-	2.24	0.8	<0.005	<0.005	<0.005
Prueba N° 5	-	+	2.24	1.2	<0.005	<0.005	<0.005
Prueba N° 6	0	+α	2.8	1.28284	<0.005	<0.005	<0.005
Prueba N° 7	+α	0	3.59196	1	0.9	1.07	0.985
Prueba N° 8	-α	0	2.00804	1	13.5	13.45	13.475
Prueba N° 9	0	-α	2.8	0.717157	<0.005	<0.005	<0.005
Prueba N° 10	0	0	2.8	1	12.52	14.61	13.565

Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA N° 48: Concentración de Cromo VI mg/L después de la experimentación con Na(OH).-



Fuente: Elaboración Propia

Como se visualiza en la FIGURA N° 48: Concentración de Cromo VI mg/L después de la experimentación con Na(OH).- , se identifica que varios de los valores se encuentran por debajo de los 0.005 mg/L y no presentan datos exactos; es el caso de las muestras N°1, 2,4,5,6 y 9 , esto se debe a que sus concentraciones se encuentran por debajo del límite de detección del equipo para el método colorimétrico para Cromo VI.

Entre los resultados de las pruebas para las muestras N° 3, 7, 8 y 10, la que presenta menor concentración de Cromo VI es la muestra N°3 que reacciono con las mayores concentraciones de Na (OH) y tiempo de agitación con resultados de 0.04 mg/L.Y la que

presenta mayor concentración de cromo es la Muestra N°10 y 7, con concentraciones de 13.565 y 13.475 mg/L respectivamente.

- Comparación de Concentración de Cromo VI residual con Límites máximos permisibles.-

De los datos obtenidos de los ensayos de laboratorio, se comparara con los límites máximos permisibles por la normativa peruana, de acuerdo al Decreto Supremo N° 003-2002-PRODUCE – Límites Máximos Permisibles y Valores Referenciales para las actividades industriales de cemento, cerveza, curtiembre y papel, que nos mencionan que para Cromo VI no debe de sobrepasar los 0.3 mg/ L.

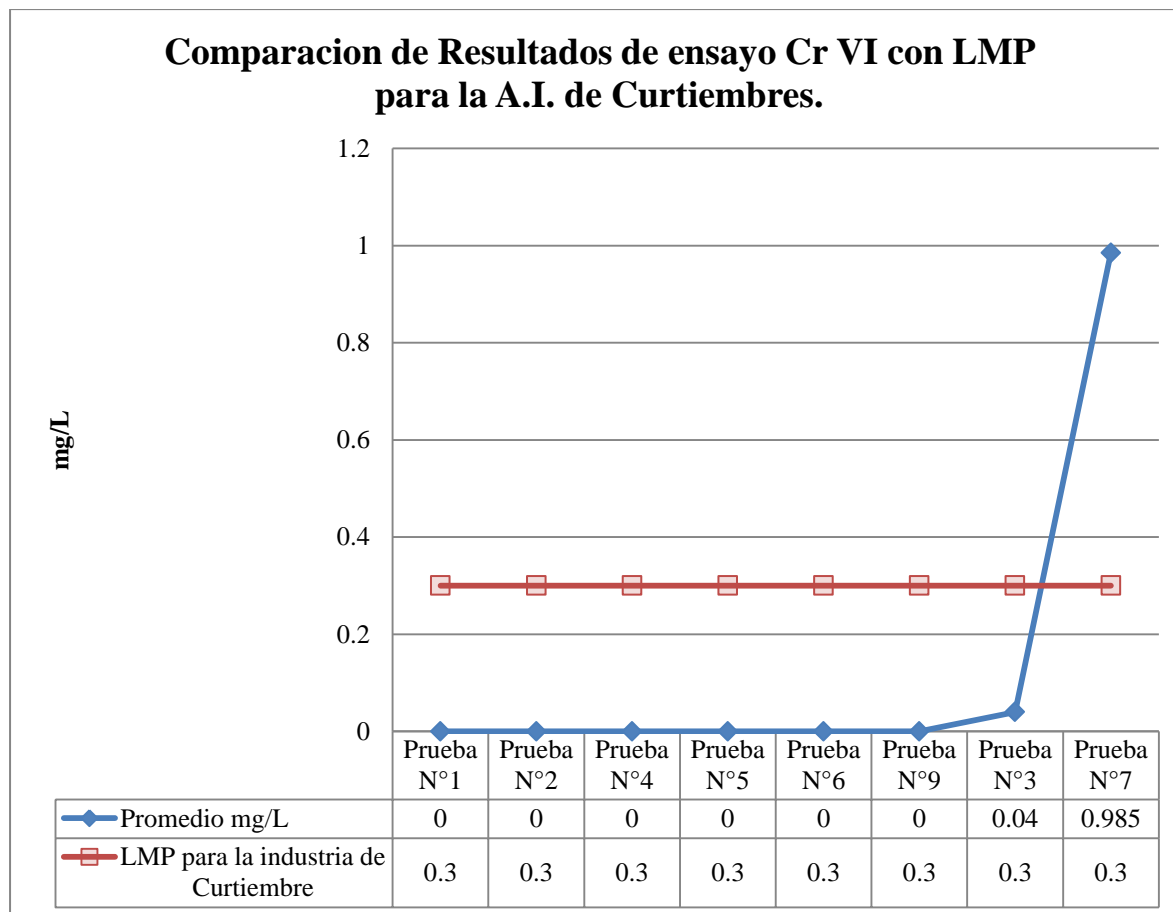
Se analizó las muestras con menor concentración de Cromo VI después de la experimentación en laboratorio, estas muestras fueron las N°1, 2, 4, 5, 6, 9,3 y 7, los resultados se muestran en la Tabla N° 20 Comparación de Resultados de ensayo Cr VI con LMP para actividades industriales de Curtiembres.

Tabla N° 20 Comparación de Resultados de ensayo Cr VI con LMP para actividades industriales de Curtiembres.

N° de prueba	Valores		Valores Reales		Resultados		Promedio mg/L
	X1	X2	Conc. Na(OH)	T.	Ensayo 1	Ensayo 2	mg/L
Prueba N°1	0	0	2.8	1	<0.005	<0.005	<0.005
Prueba N°2	+	-	3.36	0.8	<0.005	<0.005	<0.005
Prueba N°4	-	-	2.24	0.8	<0.005	<0.005	<0.005
Prueba N°5	-	+	2.24	1.2	<0.005	<0.005	<0.005
Prueba N°6	0	+ α	2.8	1.28284	<0.005	<0.005	<0.005
Prueba N°9	0	- α	2.8	0.717157	<0.005	<0.005	<0.005
Prueba N°3	+	+	3.36	1.2	0.05	0.03	0.04
Prueba N°7	+ α	0	3.59196	1	0.9	1.07	0.985

• Fuente: Elaboración Propia

FIGURA N° 49 : Comparación de Resultados de Ensayo Cr VI con LMP para la Actividad Industrial de Curtiembre



Fuente: Elaboración Propia

Como se puede visualizar en la FIGURA N° 49 : Comparación de Resultados de Ensayo Cr VI con LMP para la Actividad Industrial de Curtiembre , los valores de las muestras N°1, 2, 4, 5, 6, 9 muestran concentración de Cromo VI por debajo de 0.005 mg/L; la muestra N°3 muestra valores 0.04 mg/L, concentración que aún se encuentra por debajo de LMP permitido y la muestra 7 dio como resultado 0.985 mg/L, concentración que sobrepasa los LMP por 0.0685 mg/L.

- Análisis de Concentración de Cromo III después de la experimentación.-

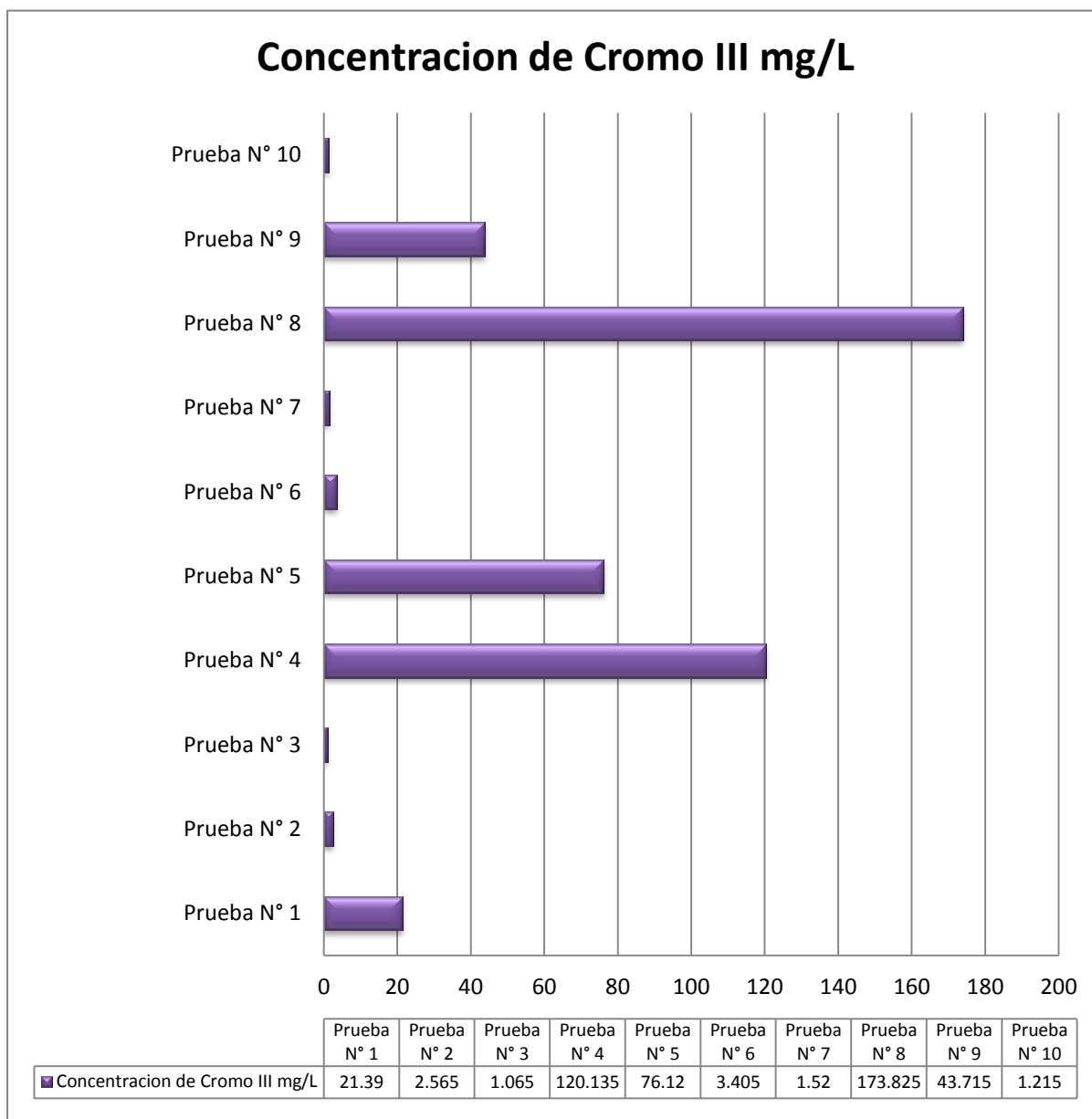
Para el análisis de los datos de Cromo III se realizó las mismas operaciones para la estimación de la concentración de Cromo trivalente, se mandó a analizar los resultados por duplicado para identificar la concentración, por el método de fotometría en Agua para Cromo III. Estos resultados se muestran en la Tabla N° 21.- Concentración de Cromo III – Resultados Finales..

Tabla N° 21.- Concentración de Cromo III – Resultados Finales

N° de prueba	Valores		Valores Reales		Resultados		Promedio
	X1	X2	Conc. Na(OH)	T.	Ensayo 1	Ensayo 2	Cromo III mg/L
Prueba N° 1	0	0	2.8	1	21.09	21.69	21.39
Prueba N° 2	+	-	3.36	0.8	2.71	2.42	2.565
Prueba N° 3	+	+	3.36	1.2	0.73	1.4	1.065
Prueba N° 4	-	-	2.24	0.8	119.91	120.36	120.135
Prueba N° 5	-	+	2.24	1.2	78.06	74.18	76.12
Prueba N° 6	0	+α	2.8	1.28284	3.24	3.57	3.405
Prueba N° 7	+α	0	3.59196	1	1.36	1.68	1.52
Prueba N° 8	-α	0	2.00804	1	170.9	176.75	173.825
Prueba N° 9	0	-α	2.8	0.717157	42.3	45.13	43.715
Prueba N° 10	0	0	2.8	1	1.15	1.28	1.215

Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA N° 50: Concentración de Cromo III mg/L después de la experimentación con Na(OH)



Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la FIGURA N° 50: Concentración de Cromo III mg/L después de la experimentación con Na(OH), la muestra con menor concentración de Cromo III es la muestra N° 3 con 1.065 mg/L de cromo III, esta muestra es la que reacciona con mayor concentración de Na(OH) y tiempo de agitación. Y la que presentó la más alta concentración de Cromo III fue la muestra N°8 con 173.825 mg/L que reacciona con menor concentración de Na(OH).

4.1.4. *Cuantificación de Remoción de Cromo Total por precipitación con Na(OH)*

Los siguientes ensayos buscan responder a la hipótesis “Es probable que el proceso de precipitación con hidróxido de sodio permita la reducción de cromo total en los efluentes de la curtiembre INCAPIELES hasta en un 90%.”

Se evaluó las concentraciones de las muestras N° 8 y N° 3 , correspondientes a la que presenta mayor y menor concentración de cromo respectivamente después de la precipitación química con Na(OH).

Se pueden visualizar los porcentajes de remoción para cada caso en las tablas siguientes:

Tabla N° 22.-Porcentaje de Remoción de Cromo Total – Prueba con mayor concentración

N° de Prueba	Mayor concentración		Concentración de Cromo Total Inicial (mg/L)	% Remoción
	-α	0	4331.57	95.72%
Valores	2.00804	1		
Resultados (mg/L)	185.60			

Fuente: Elaboración Propia

En la muestra con mayor concentración de cromo total después de la experimentación tal como se muestra en la Tabla N° 22.-Porcentaje de Remoción de Cromo Total – Prueba con mayor concentración , tuvo un 95.72% de remoción, sin embargo la concentración de cromo aun superaba los LMP.

En la muestra con menor concentración de cromo total después de la experimentación tal como se muestra en la Tabla N° 23.-Porcentaje de Remoción de Cromo Total – Prueba con menor concentración, tuvo un 99.97% de remoción, la concentración de cromo total en esta muestra se encontraba por debajo de los LMP.

Tabla N° 23.-Porcentaje de Remoción de Cromo Total – Prueba con menor concentración

N° de Prueba	Menor concentración		Concentración de Cromo Total Inicial (mg/L)	% Remoción
	Prueba N°3			
Valores	+	+	4331.57	99.97%
	3.36	1.20		
Resultados (mg/L)	1.20			

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede ver nuestra experiencia pudo remover desde un 95.72% hasta un 99.97% de concentración de cromo total de un efluente que contenía 4331.57 mg/L de Cromo total.

Esto muestra la efectividad de la precipitación con Na(OH) para la remoción de cromo en efluentes producto al curtido de pieles.

4.1.5. *Optimización de valores.-*

Para responder a la hipótesis específica “Es probable que al precisar el desarrollo experimental y el uso del software Statgraphic se pueda lograr la obtención de datos óptimos para la reducción de cromo.”

Para ello nosotros haremos uso del software Statgraphic, que es un programa que está diseñado para facilitar el análisis estadístico de datos. Mediante su aplicación es posible realizar un análisis descriptivo de una o varias variables, utilizando gráficos que expliquen su distribución o calculando sus medidas características.

A fin de encontrar el punto óptimo se fijó que el valor de precipitación de cromo debía ser mayor o igual a cero. En este sentido se muestra los resultados de la Tabla N° 24.- Optimización de factores.

Tabla N° 24.- Optimización de factores

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Concentración de Na(OH)	2.00804	3.59196	3.19768
Tiempo	0.717157	1.28284	0.736379

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual minimiza la Concentración de Cromo hasta un valor 0 mg/L, dando como resultado óptimo el uso de 3.20 gramos de Na (OH) con una duración de 0.74 Hora o 45 minutos aproximadamente para 500 ml de solución.

4.1.6. *Influencia de las variables .-*

Para responder a la hipótesis específica “Es probable que la variable concentración de Na(OH) y la variable tiempo de agitación influyan en el proceso de precipitación de cromo”, es necesario el uso del Análisis de Varianza ANOVA, para ello, se usara del programa de estadística Statgraphic.

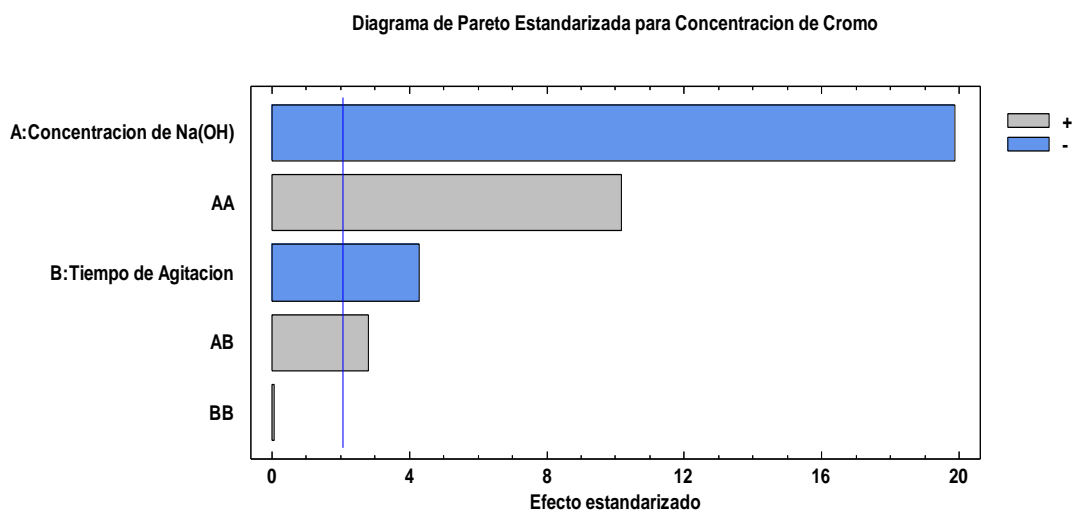
Tabla N° 25 : Análisis de varianza para concentración de cromo

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor -P
A:Concentracion de Na(OH)	71919	1	71919	395.11	0
B:Tiempo de Agitación	3358.5	1	3358.5	18.45	0.0002
AA	18846	1	18846	103.54	0
AB	1421.6	1	1421.6	7.81	0.0101
BB	1.1829	1	1.1829	0.01	0.9364
Error total	4368.5	24	182.02		
Total (corr.)	103998	29			

Fuente: Statgraphics

De acuerdo a la Tabla N° 25 : Análisis de varianza para concentración de cromo, se puede observar que la variable con más significancia es la de la concentración de Na(OH), ya que en la tabla ANOVA particiona la variabilidad de Concentración de Cromo en piezas separadas para cada uno de los efectos. Entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 4 efectos tienen un valor -P menor que 0.05. la interacción del tiempo de agitación no tiene mayor significancia en la experimentación.

FIGURA N° 51: Diagrama de Pareto estandarizada para Concentración de Cromo



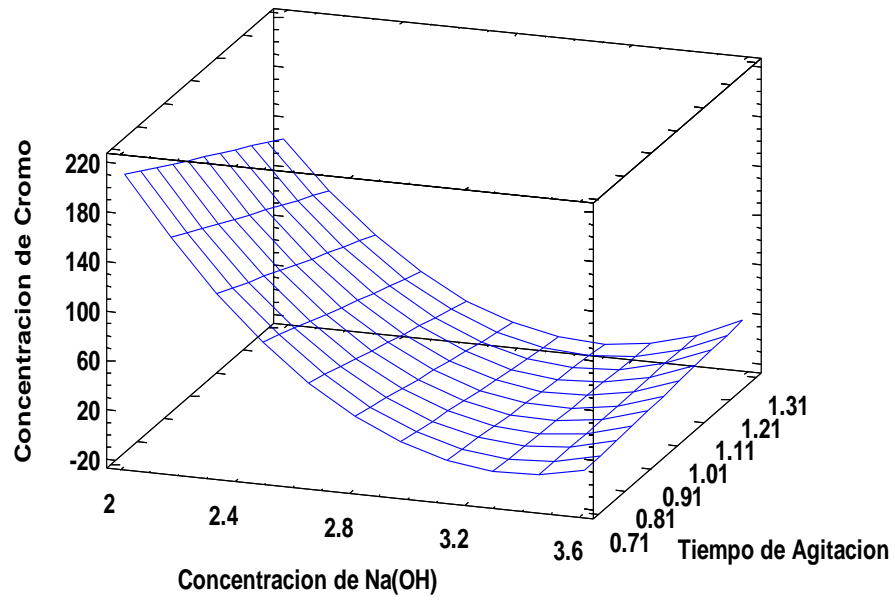
Fuente: Statgraphics

En FIGURA N° 51: Diagrama de Pareto estandarizada para Concentración de Cromo se observa que Na (OH) tiene un efecto mayor en la precipitación química del cromo y el factor tiempo de agitación muestra un efecto menor. La interacción de los factores también tiene un efecto leve pero significativo.

En los términos de 2do orden solo la concentración tiene un efecto en la precipitación del cromo, lo cual no sucede con el factor tiempo.

El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 94.9243%. , por lo tanto indica que el ajuste de la superficie de respuesta es bueno. Tal como se muestra en la FIGURA N° 52: Diagrama de Superficie

FIGURA N° 52: Diagrama de Superficie



Fuente: Statgraphics

4.1.7. *Diseño Matemático.-*

Para responder a la hipótesis específica “Es probable que se pueda generar un diseño matemático para la reducción de cromo en efluentes mediante el programa statgraphics.”, es necesario el uso del Coeficiente de regresión para Concentración de Cromo, para ello, se usará el análisis en el programa de estadística Statgraphic.

El cual nos arroja la siguiente ecuación:

$$Cr \text{ mg/l} = 1553.3 - 856.889 * A - 345.936 * B + 118.206 * A^2 + 97.1801 * A * B + 7.3424 * B^2$$

Dónde:

A: Concentración de Na (OH)

B: Tiempo de agitación

El diagrama de superficie representado en la FIGURA N° 52: Diagrama de Superficie está dado por la ecuación del modelo matemático.

4.2. Discusión de Resultados:

De acuerdo a los Resultados obtenidos:

- a) Para la Hipótesis general H_0 , la recuperación del cromo en los sedimentos del efluente tratado muestra hasta 124.6 mg por kilogramo de cromo total recuperado en los sedimentos, debido a que el cromo puede reaccionar formando otros enlaces, la concentración es mínima. Sin embargo la mejor forma de reactivar el cromo total y reutilizarlo en el proceso de curtido, es activarlo con ácido sulfúrico, tal como muestran investigaciones realizadas con las virutas de cromo producto del proceso de rebajado. (Diaz, Jimenez, Perez, & Narvaez, 2006).
- b) Para la hipótesis específica H_1 efectivamente se ve que los procesos anteriores al proceso de curtido cargan efluente con otros elementos como sales de Cromo en un mayor porcentaje 67%, Na 19%, Mg, Ca, K hasta en un 4% cada uno y en mínimas concentraciones de SiO_2 , Fe, Sb, Sr, Li, Sr, Al, Zn, Ag, Cd, Cu, Ba, Ti, Mn, Ni, Tl, Be, Co, Va, Mb, Sn y Se. La solución se muestra con un pH ácido y sólidos en suspensión debido a que contiene restos orgánicos como pelos, pajitas, restos de piel, etc.
- c) Para la hipótesis específica H_2 Las concentraciones iniciales de cromo total y sus valencias VI y III del proceso de curtido, muestran valores elevados superando los Imp para descargas de efluentes – aguas superficiales según la legislación vigente. La reducción del cromo con la precipitación química con NaOH en las muestras tratadas se reducen hasta llegar a concentraciones permitidas para su eliminación, encontrándose por debajo de los Imp permitidos.
- d) Para la hipótesis específica H_3 La efectividad de remoción para el cromo total es desde 95.72 % hasta un 99.97%, demostrando su efectividad como un tratamiento de efluentes para este sector económico.
- e) Para la hipótesis específica H_4 , el software usado Statgraphic, muestra que si usáramos 3.20 mg de Na (OH) en 45 minutos de agitación serían las variables óptimas en condición de laboratorio para reducir la concentración de cromo total en 500 ml de efluente, a su mínima expresión.
- f) Para la hipótesis específica H_5 , la influencia de la variable de concentración de Na (OH) tiene más relevancia, que la influencia de la variable tiempo de agitación.

- g) Para la hipótesis específica H_6 , el software nos muestra la ecuación matemática que define a nuestra experimentación de precipitación de cromo con $\text{Na}(\text{Oh})$.

4.3. Análisis económico

El siguiente análisis económico, se toma ligado a un eslogan conocido como el que contamina paga, que en países europeos constituye uno de sus principios rectores del derecho comunitario del medio ambiente. Que indica que los costes de contaminación son responsabilidad de la persona natural o jurídica generador del contaminante que directa o indirectamente deteriora el ambiente. Por lo tanto es de gran importancia la adopción de medidas de disposición y control de agentes contaminantes. (Autoridad Nacional del Agua, 2012)

En la realidad peruana el criterio de la imposición de sanciones a este sector industrial está determinado por el régimen de sanciones e incentivos del reglamento de protección ambiental para el desarrollo de las actividades de la industria manufacturera aprobado mediante Decreto Supremo N° 025-2001-ITINCI mencionado en el Art. N° 12 del D.S. N° 003-2002-PRODUCE.

Tal como lo menciona este instrumento ambiental , el incumplimiento de los límites máximos permisibles, está considerado en el Art. N° 21 Conductas que constituyen infracciones; las sanciones se establecerán de acuerdo a la gravedad, daño y perjuicio producido o que producirá y antecedentes del infractor de la infracción, pudiendo ser sanciones coercitivas y correctivas; estableciendo multas, amonestaciones , clausuras , adopción de medidas de mitigación o eliminación del riesgo como mencionan en el Art N°22.

La multa por este tipo de infracciones podría llegar hasta no más de 600 Unidades Impositivas Tributarias (UIT) el cual debería ser pagado dentro de los 30 días calendario contados a partir de la fecha de la notificación y en caso de demora podría conllevar el cobro de los intereses legales .Considerando esto, durante el 2017 el valor de la UIT era de cuatro mil cincuenta soles (s/.4050.00), para el 2018 aumento a cuatro mil ciento cincuenta soles (s/.4150.00). La sanción por esta infracción al 2018 podría llegar hasta dos millones cuatrocientos noventa mil soles (s/. 2490000).

En caso se quiera implementar una planta de tratamiento de efluentes residuales de la curtiembre, se puede obtener un costo aproximado de los diferentes factores que determinan los costos de inversión directos e indirectos en función al costo del equipo que fue

estudiando en el proyecto de implementación de un sistema de tratamiento de efluentes de curtido realizado por la empresa INDESGA S.R.L. para la empresa Incapieles que se muestra en la tabla N° 26: Costos del Equipo estudiado por INDESGA S.R.L.

Tabla N° 266 : Costos del Equipo estudiado por INDESGA S.R.L.

Costos de Implementación Aproximados	Costo en soles
Canaleta del botal a la poza de recepción	-
Poza de recepción	-
Bomba de lodos	3113.00
Tablero mas boya	1200.00
Tanque de tratamiento (Acero Inox. 2mm, calidad 3.04)	3200.00
Motor de Agitacion	400.00
Agitador	300.00
Tubos de PVC- De la bomba al tanque	45.00
Tubos de PVC- Del tanque al alcantarillado	24.00
Accesorios (Codos, llaves, válvulas)	811.00
Gastos Improvistos	894.30
COSTO TOTAL	10002.30

Fuente: (INDESGA S.R.L, 2014)

A continuación se muestra en la tabla N°27: Estimación de costos directos en función del costo del equipo, un resume de aquellos factores que intervienen en los costos directos, con su correspondiente valor aproximado

Tabla N° 277: Estimación de costos directos en función del costo de equipo

Rubro de Costos	% del Costo del Equipo	Costo en Soles
1.- Equipo comprado puesto en planta.	100	10002.30
2.- Instalación del equipo	47	4701.081
3.- Instrumentos y control	18	1800.414
4.- Accesorios eléctricos instalados	11	1100.253
6.- Edificaciones	8	800.184
7.- Mantenimiento	5.5	550.127
8.- Mejoras del terreno	4	400.092
TOTAL COSTOS DIRECTOS		19354.451

FUENTE: (Peter & Timmerhaus, 1991)

Se presenta en la tabla N°28: Estimación de costos Indirectos en función del costo de equipo, donde se observan los valores aproximados de los factores que intervienen en los costos indirectos

Tabla N° 288 : Estimación de costos Indirectos en función del costo de equipo

Rubro de Costos	% del Costo del Equipo	Costo en Soles
Ingeniería y supervisión	33	3300.759
Gastos de construcción	41	4100.943
TOTAL COSTOS INDIRECTOS		7401.702

FUENTE: (Peter & Timmerhaus, 1991)

De acuerdo a la información recopilada, los efluentes descargados del proceso de curtido varían de acuerdo al peso de pieles a procesar, se propone que para una descarga de 200 litros del efluente residual, es necesario 1.30 kg de Na(OH) .

En la tabla N°29 Costos de Materia Prima, se evalúa los costos de materia que se usaran para la planta.

Tabla N° 29: Costos de Materia Prima

Insumos	Cantidad	Costo por Kg	Costo Total	Costo Anual (156 días)
Hidróxido de Sodio	1.30 kg	10.00	13.00	2028.00

FUENTE: Elaboración Propia

Para la implementación de una planta de tratamiento de agua con este método, sería necesario la mano de obra de un personal que realizaría el monitoreo del proceso de tratamiento de los efluentes de curtiembre, operaria el equipo, realizaría mantenimiento preventivo, entre otras funciones que requiera la planta. En la tabla N°30 Costos de Mano de Obra, se detalla el costo del personal.

Tabla N° 30: Costos de Mano de Obra

Cantidad de Personal	Beneficios Sociales	Costo Parcial Soles (mensual)	Costo Total Soles (Anual)
1	Remuneración	850.00	10200
	CTS	70.83	850
	Gratificación	141.6	1700
	Essalud	77	924
	ÓNIP	111	1332
COSTO TOTAL		1250.43	15005.16

FUENTE: Elaboración Propia

Para el proceso de operación de la planta se considera el coste de energía eléctrica, que se consume por la bomba y equipos de monitoreo con potencia de 1HP, y el agitador con potencia de 2HP, generando 2.2. Kw/H.

La tarifa eléctrica nacional actual es de S/0,55 kWh para los usuarios residenciales en el Perú, considerando el dato anterior, se genera un valor de s/.1.21 soles por día.

Considerando que la planta emite el efluente de cromo 3 veces a la semana, al año se calcula un total de s/.188.76 soles.

Tabla N° 29: Coste para Suministro Eléctrico

Suministro	Cantidad KW-Hr/día	Costo por día (soles)	Costo Anual (soles)
Energía Eléctrica	2.2	1.21	188.76

Fuente: Elaboración propia

Para el costo total de la inversión de la implementación de la planta, se detalla en el siguiente Tabla N° 32: Coste Total de Inversión.

Tabla N° 302: Coste Total de Inversion

Item	Costos (soles)	Costo Total Anual (soles)
Costos Directos	19354.451	37318.073
Costos Indirectos	741.702	
Materia Prima	2028.00	
Costos Mano de Obra	15005.16	
Suministro Eléctrico	188.76	

Fuente: Elaboración propia

El costo anual por implementación de la planta de tratamiento referencial sería de s/. 37318.073, cabe indicar que este proyecto aproximado de implementación no genera un ingreso económico a Incapieles, pues es normativa debe contar con métodos de tratamiento para sus efluentes por lo que es necesario restarle a la ganancia anual de Incapieles el costo aproximado de implementación.

Por lo que no hay un valor actual neto (VAN), porque no se vende el agua tratada de Incapieles, es más para el cumplimiento de normativa ambiental vigente, y la tasa interna de retorno (TIR) se manejaría con el servicio que oferta Incapieles para poder determinar en cuanto tiempo retornaría la inversión de la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales de la curtiembre.

NOTA: La inversión en un método de tratamiento de efluentes estaría infravalorada en comparación al pago de una multa por incumplimiento a la legislación y normativas peruanas.

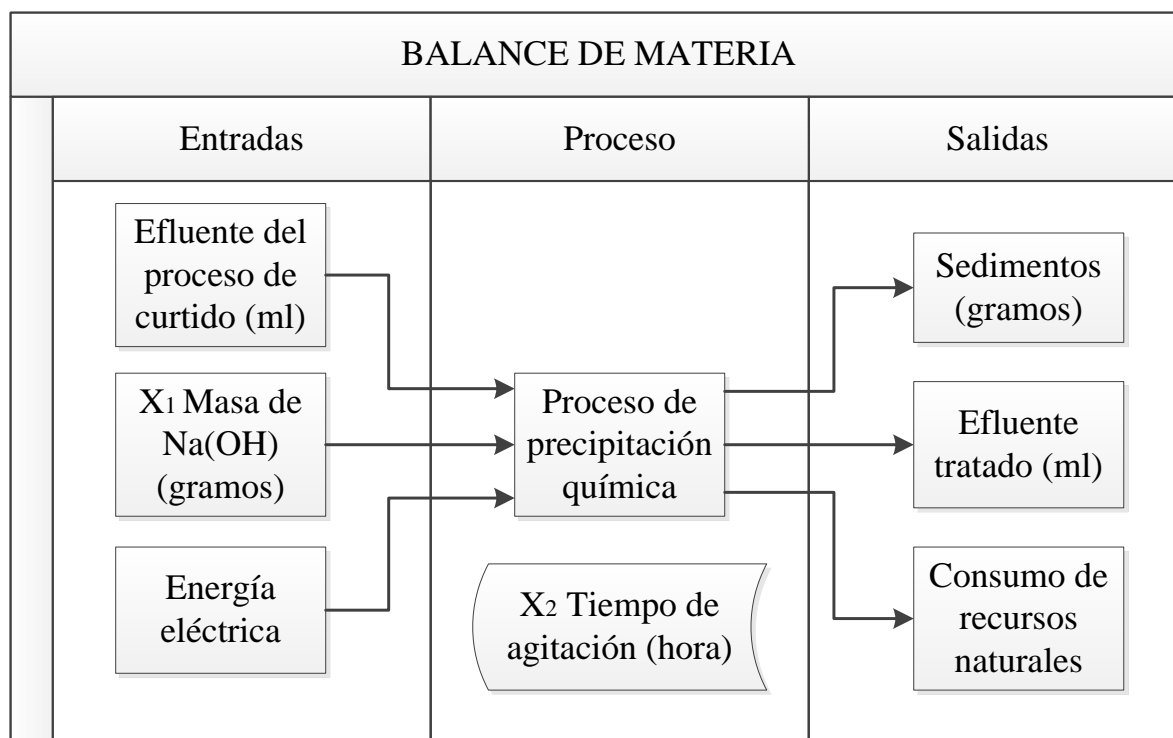
Los costos señalados son aproximados, ya que estos pueden variar de acuerdo a la adquisición del equipo para el tratamiento del efluente, por otro lado las multas son impuestas de acuerdo al principio de razonabilidad establecido en la ley N° 27444 Ley del

procedimiento Administrativo general y disminuir de acuerdo a los criterios para la determinación de la sanción.

4.4. Balance de masa

Se desarrolla un balance de masa general de acuerdo a la experimentación tal como se muestra en la FIGURA N° 53: Balance de masa, el cual varía para cada experiencia.

FIGURA N° 53: Balance de masa



Fuente: Elaboración Propia

Para las experiencias en laboratorio fue necesario para el efluente del proceso de curtido 500 ml de muestra.

Para X₁ Masa de Na (OH) y X₂ Tiempo de agitación, se usa como base la Tabla N° 11.- Matriz de valores codificados y reales de variables.

El consumo de la energía eléctrica es necesario para el sostenimiento del proceso de precipitación, pues fue necesario el uso de equipos de consumo eléctrico como el agitador magnético.

Los sedimentos, residuo de la experimentación no sobrepasaron los 15 gramos en estado seco.

4.5. Constrastación de Hipótesis

- Para la hipótesis general de la investigación: “Es probable que el proceso de precipitación con hidróxido de sodio permita la recuperación de cromo total de los efluentes de la curtiembre INCAPIELES mayor a un 50 % del contenido de cromo identificado inicialmente.”, se acepta la hipótesis nula , debido a que la concentración de cromo en los sedimentos no muestra mayor del 3% de recuperación , esto es debido a que probablemente se hayan formado otros enlaces químicos con los elementos presentes en el efluente.
- Para la caracterización de acuerdo al análisis de resultados, se acepta la hipótesis de trabajo: “Es probable que al realizar un análisis de características físico-químicas, se encuentre otros elementos en el efluente recogido del proceso de curtido de la empresa Incapieles E.I.R.L.
- ”, ya que efectivamente existe otros elementos en el efluente. Elementos metálicos y no metálicos tales como: Na, Mg, K, Ca, Si, B, Fe, Sb, Li, Sr, Al, Zn lo más representativos por su concentración y en menores cantidades Tl, Ni, Mn, Ti, Ba, Cu, Pb, Cd, Ag y casi no detectables por el equipo de los elementos como Sn, Mo.
- Para la determinación de Concentración de Cromo Total , Cromo III y VI inicial y después de la experimentación y en relación a los límites máximos permisibles, se acepta la hipótesis de trabajo: “Es probable que la concentración de cromo total , Cromo III y Cromo VI en los efluentes del proceso de curtido supere los Imp y que al realizar la experimentación las concentraciones disminuyan hasta niveles aceptables.” , ya que los resultados iniciales arrojaron resultados sobre los LMP y después de la experimentación se vio la disminución de los resultados a niveles aceptables.
- Para la Cuantificación de Remoción de Cromo Total por precipitación con Na(OH) , se acepta la hipótesis de trabajo: “Es probable que el proceso de precipitación con hidróxido de sodio permita la reducción de cromo total en los efluentes de la curtiembre INCAPIELES hasta en un 90%.”, ya que la experimentación logro remover hasta un 99.97% de la carga de cromo total de la muestra de efluente.
- Para la Influencia de las variables, se acepta la hipótesis de trabajo: “Es probable que al precisar el desarrollo experimental y el uso del software Statgraphics se pueda lograr la obtención de datos óptimos para la reducción de cromo”, ya que se obtuvieron los datos óptimos teóricos para la reducción de cromo total.

- Para la generación del diseño matemático, se acepta la hipótesis de trabajo “Es probable que se pueda generar un diseño matemático para la reducción de cromo en efluentes mediante el programa Statgraphics”, ya que se pudo generar una ecuación cuadrática que sirva para la fácil evaluación de variables y determinación de concentración de cromo total final.

CONCLUSIONES

- PRIMERO: La recuperación de cromo en los sedimentos muestra valores de 3% como máximo de recuperación en comparación a los valores iniciales en el efluente, debido a que es probable que el cromo forme enlaces con otros elementos presentes en el efluente.
- SEGUNDO: Se encuentra que los efluentes emitidos por la empresa INCAPIELES E.I.R.L. en el proceso de curtido muestra la presencia de elementos metálicos y no metálicos. El efluente está compuesto por 67% de Cromo total producto del proceso de curtido y 19% Na, 4% Mg, 4% Ca, 4% de K, 1% SiO₂ y 1% en otros elementos que provienen de los aditivos usados en las etapas de salado, remojo, pelambre, desencalado y Piquelado, anteriores a la etapa de curtido, y presenta un pH ente 2-3 a una temperatura de 20°C de color verdoso.
- TERCERO: Se encuentra que el efluente presenta una concentración promedio de 4334.07 mg/l promedio para Cromo total , Cr(VI) 120 mg/L y para Cr(III) 3360 mg/L. Estos valores obtenidos superan los límites máximos permisibles de acuerdo al D.S. N° 003 – 2002 – PRODUCE. . Después de la precipitación química con Na(OH), las concentraciones de Cromo total y sus valencias VI y III se redujeron a niveles aceptables por debajo de los LMP, para Cromo total se redujo hasta 1.20 mg/L concentración por debajo de los 2.5 mg/L establecidos en la normativa y para el Cr VI se registraron valores menores a 0.005 mg/L que se encuentra por debajo de los 0.3mg/L de la normativa ; el cromo III no se encuentra especificado, sin embargo su mínimo valor registrado después de la experimentación es de 1.065 mg/L.
- CUARTO: De acuerdo a los resultados obtenidos este método de precipitación con Na(OH) , tiene un potencial de remoción del elemento desde un 95.72% hasta un 99.97%.
- QUINTO: Según el análisis con el software estadístico STATGRAPICS, nos brinda resultados óptimos para la reducción máxima de cromo total en el efluente con una concentración de 2gr para la masa de NaOH y 1.3 hora para el tiempo de agitación.
- SEXTO: Según el análisis de varianza ANOVA realizado en el programa STATGRAPHICS para diseño de experimentos encontramos que hay mayor influencia o significancia de la variable X₁ masa de hidróxido de sodio que de la variable X₂ tiempo de agitación.

- SEPTIMO: Al introducir los datos de las corridas experimentales , el programa Statgraphic, nos indica que la reacción química y resultados de experimentación pueden ser predecido por un modelo matemático.

RECOMENDACIONES

- PRIMERA: Se recomienda realizar las pruebas a un nivel de pilotaje para poder estimar con mayor certeza el grado de recuperación de las sales de cromo ya que a esa escala participan mayores variables como es el diseño del tanque de agitación, la eficiencia al agitar y mezclar del equipo, entre otros.
- SEGUNDO: Se recomienda realizar las pruebas con la intervención de la variable temperatura, pues se sabe que el incremento de temperatura suele ser un catalizador de reacciones por lo que se lograría aumentar la velocidad en la que precipitaría el cromo además de llegar a una mayor precipitación de este.
- TERCERO: Realizar el estudio de factibilidad de la instalación de una pequeña planta de tratamiento de aguas con contenido de cromo que son emitidas por la empresa INCAPIELES, para que así también sirva de modelo para otras empresas del mismo rubro.
- CUARTO: Estudiar de la misma empresa INCAPIELES la posibilidad de tratamiento de otros efluentes líquidos con otras sustancias nocivas que también son emitidos, como es la presencia de SULFUROS que son utilizados para la etapa de pelambre de la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

- Autoridad Nacional del Agua. (2012). Plan Nacional de Recursos Hídricos. *Plan Nacional de Recursos Hídricos*. Lima, Peru: INFRAECO .
- Bárcena, J. (18 de Octubre de 2015). *Arequipa riega sembríos con agua contaminada con metales pesados*. Obtenido de La Republica : D:\MARJORIE\TESIS 1\2017\REFERENCIA\Arequipa riega sembríos con agua contaminada con metales pesados _ Noticias del Perú _ LaRepublica.pe.html
- Barcena, J. (18 de Octubre de 2015). *Arequipa riega sembríos con Agua contaminada con metales pesados*. Recuperado el 10 de Abril de 2017, de Diario La Republica: <http://larepublica.pe/impresasociedad/711333-arequipa-riega-sembríos-con-agua-contaminada-con-metales-pesados>
- BLC. (2002). *Cleaner Technologies for Pickling and Tanning*. England.
- BOCANEGRA HENAO, Z. M. (2008). *PLAN DE MERCADO EMPRESA NATZSA FABRICANTE Y COMERCIALIZADOR DE BOLSOS EN CUERO* . ARMENIA: UNIVERSIDAD DEL QUINDÍO .
- Borges Vilches, J. (2015-2016). *Propuesta tecnológica para el curtido de pieles en la tenería "Patricio*. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- Chavez Porras, A. (2010). SCIELO. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, vol.9 no.17. Obtenido de Descripción de la nocividad del cromo proveniente de la industria curtiembre y de las posibles formas de removerlo: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-33242010000200004
- Cholh, Zhang, Dionysion, & Oerther & Sorial. (2005). Effect of permeate flux and tangential flow on membrane fouling for wastewater treatment. *Separation and purification technology*.
- Covington. (1997). Modern tanning chemistry. *Chemical Society Reviews* .
- Cox, N. D. (2004). *Lehninger Principles of Biochemistry*. United States: Freeman and Company.

- Davila, D. G. (2015). *Optimizacion de proceso de curtido y tratamiento de sus aguas residuales*. Quito.
- Diaz, A., Jimenez, J., Perez, M., & Narvaez, P. (2006). Planteamiento y evaluación de las aplicaciones de los productos obtenidos en la hidrolisis alcalina de las virutas de cromo generadas durante el procesamiento del cuero. *Revista de Ingenieria e Investigacion*, 50-57.
- Díaz-Báez, M. C., Bustos López, M. C., & Espinosa Ramírez, A. J. (2004). *Pruebas de toxicidad acuatica: Fundamentos y metodos*. Bogota: UNC.
- DIGESA. (s.f.). *ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA*. Obtenido de Grupo N°4 Conservacion Ambiental: http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%204.pdf
- EcuRed. (08 de 02 de 2018). *Hidroxido de Sodio*. Obtenido de EcuRed: https://www.ecured.cu/Hidr%C3%B3xido_de_sodio
- Eduardosalg. (17 de Octubre de 2017). *Wikipedia*. Obtenido de Curtido: <https://es.wikipedia.org/wiki/Curtido>
- Enig. (24 de Noviembre de 2017). *Elementos de Transicion:Grupo del Cromo*. Obtenido de <https://www.periodni.com/es/cr.html>
- Fernandez P. de Vizcardo , I. (2004). *Contaminacion del Rio Chili en Arequipa de 1972 a 1982 y de 1999 al 2004*. Arequipa: Universidad Alas Peruanas.
- Flores Cepeda, J. A. (2015). *“EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LOS PROCESOS DE RIBERA, CURTIDO Y ACABADOS DE PIELES EN LA EMPRESA ECUATORIANA DE CURTIDOS SALAZAR. RIOBAMBA - ECUADOR: ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2017, de http://www.biologia.edu.ar/tesis/forcillo/proceso_de_curtido.htm
- Gil. (2012). Tratamiento electroquimico para la remocion de metales pesados en residuos liquidos peligrosos generdos en los laboratorios de docencia de la Universidad del Cauca.

- Horton, Thompson, & Sheridan. (2006). Low temperature reduction of hexavalent chromium by microbial enrichment consortium and a strain of *Arthrobacter aurescens*. *BMC microbiology*.
- INCAPIELES, G. d. (15 de Octubre de 2016). Proceso de curtiembre de la empresa INCAPIELES. (M. S. Prado, Entrevistador)
- INDESGA S.R.L. (2014). *Proyecto de Implementacion de un sistema de tratamiento de efluentes de curtido*. Arequipa.
- IPPC. (2003). *Reference Documente on B Available techniques for the tanning of hides and Skis*. Ireland.
- La Republica, D. (29 de Mayo de 2014). *Diario La Republica*. (E. Mamani, Ed.) Recuperado el 15 de Febrero de 2017, de Curtiembres Arequipeñas inauguran su planta de tratamiento de Aguas Negras: <http://larepublica.pe/29-05-2014/curtiembres-arequipenas-inauguran-hoy-su-planta-para-tratar-aguas-negras>
- Lenntech BV, . (s.f.). <https://www.lenntech.es/periodica/elementos>. Recuperado el 25 de Noviembre de 2017, de Lenntech: <https://www.lenntech.es/periodica/elementos/cr.htm>
- Lilia, A. (2000). *Sociedad Mexicana de Toxicologia - Cromo*.
- Loor, F., & R. Paéz, M. (29 de Noviembre de 2004). *Monografias.com*. Obtenido de Tratamiento de Aguas - Efluentes de Curtiembres: <http://www.monografias.com/trabajos19/efluentes-curtiembres/efluentes-curtiembres.shtml>
- Manahan, S. E. (2006). *Introduccion a la quimica ambiental*. Reverte.
- MARROQUINERIA, G. (s.f.). *Albores de la Historia y mundo Antiguo*. Obtenido de Marroquineria Gigolo: <http://mgigolo.es/historia.php>
- Martinez. (2008). Caracterizacion y aplicacion de biomasa residual a la eliminacion de metales pesados.
- Moreno Grijalba , D., & Risco Morales, T. (2016). *EVALUACION DE LA TEMPERATURA DE CALCINACIÓN Y EL TAMAÑO DE PARTÍCULA DE VALVAS DE CONCHA DE*

ABANICO SOBRE EL PORCENTAJE DE REMOCIÓN DE CROMO TRIVALENTE EN SOLUCIONES ACUOSAS ARTIFICIALES DE CR³⁺ MEDIANTE UN PROCESO DE PRECIPITACIÓN. TRUJILLO : UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO .

- Organizacion Internacional del Trabajo. (2001). ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO. En M. McCann, *Industrias Textiles y de la Confeccion* (pág. 88.10). España: Chantal Dufresne, BA.
- ORTIZ PENAGOS, N. E. (Octubre de 2013). RECUPERACIÓN Y REUTILIZACIÓN DE CROMO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL PROCESO DE CURTIDO DE CURTIEMBRES DE SAN BENITO (BOGOTÁ), MEDIANTE UN PROCESO SOSTENIBLE Y VIABLE TECNOLÓGICAMENTE. Bogota , San Benito, Colombia: UNIVERSIDAD DE MANIZALES.
- Pazos Capeáns, P. (2007). *Biodisponibilidad de Cromo en sedimentos marinos de la Ría de Arousa*. Santiago de Compostela . España: Departamento de Química Analítica, Nutrición Bromatología.
- Perinat, M. (10 de Octubre de 2009). *TECNOLOGÍA DE LA CONFECCIÓN EN PIEL- Primero Parte: De la materia prima a la piel transformada*. Obtenido de http://www.edym.net/Confeccion_en_piel_gratis/index.htm
- Peruano, D. e. (2002). Decreto Supremo N°003-2002-PRODUCE. Peru.
- Peter , M. S., & Timmerhaus, K. D. (1991). *Diseño de plantas y Analisis Economico para Ingenieros Industriales* . Singapore: Advisory Board.
- Porras, A. C. (2010). Descripción de la nocividad del Cromo proveniente de la industria curtiembre y de las posibles formas de removerlo. *Revistas científicas de America Latina y el Caribe, España y Portugal*.
- Ptable. (16 de junio de 2017). <https://www.ptable.com>. Recuperado el 13 de Noviembre de 2017, de <https://www.ptable.com>: <https://www.ptable.com/?lang=es#>
- PubChem. (2017). *PubChem - Chemistry database*. Obtenido de Sodium Hydroxide: https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/sodium_hydroxide#section=Top
- Rosas, A. C. (2013). Recuperación de cromo (III) de efluentes de curtido para control ambiental y optimización del proceso productivo.

Santiago. (1999). *Guia para el control y prevencion de la contaminacion industrial - Curtiembre.*

Shoes, C. (02 de Abril de 2011). *SlideShare*. Obtenido de Proceso de curtido de pieles:
<https://es.slideshare.net/ludyslu/proceso-de-curtido-de-pieles>

Treybal. (1988). Operaciones con transferencia de masa.

Zevallos Valdivia, J. F. (2013). *Determinacion de parametros fisicoquimicos enefluentes industriales de curtiembres de la asociacion de pequeñas y medianas empresas de curtiembres , fabricas de cola y derivados del cuero (APYMECO)-PIRS-Cerro Colorado.* Arequipa, Peru: Universidad Nacional de San Agustin.

ANEXOS

1. Anexo N°1: Empresas representativas Curtiembreras en Arequipa

N°	EMPRESA
1	CURTIEMBRE CANEPA SOSA Rubro: Vacuno Tapicería Exportador de cuero wet blue Av. Pumacahua o Aviación # 616 Cerro Colorado - Arequipa Tel: 051 54 254391 Fax: 051 54 254391 E-mail: albertocanepa@hotmail.com Contacto: Luis A. Canepa Contreras
2	CURTIEMBRE CUMASA Rubro: Productos de Terminación Calle Mantaro 500 Zamacola Cerro Colorado - Arequipa Tel: 443081 - Fax: 446157 E-mail: cumasa@terra.com.pe
3	CURTIEMBRE CRUZ HNOS. S.R.L. Rubro: Productos de Terminación Ferreñafe 208 San Martin de Socabaya - Arequipa Tele: 445720 / 436264 E-mail: curtiembredrakocruz@hotmail.com
4	CORAGRINSUR S.A. Rubro: Ovino Calle Ramis N° 104 Zamácola - Arequipa Tel: 054-270600 E-mail: corarginsursa@hotmail.com Contacto: Jorge Zeballos
5	CURTIEMBRE ACOSTA S.R.L – AREQUIPA Calle costa rica 201. José Luis Bustamante Y Rivero. Arequipa
6	CURTIEMBRE DEL MUEBLE Y VESTIMENTA S.A. C.-COMUVES S.A.C Jirón libertad esq. Jr. Sta. Marta. Cerro Colorado. Arequipa.

N°	EMPRESA
7	CURTIEMBRE ERNESTO SOSA GOMEZ Rubro: Vacuno Calzado Jirón Trujillo f-5-8 Semi Rural Pachacutec - Arequipa Tel: 255404 E-mail: ernestososag@hotmail.com Contacto: Ernesto Sosa Gómez
8	CURTIEMBRE GORKY SOSA GOMEZ Rubro: Vacuno Calzado Urubamba 105 Urb. Zamacola Cerro Colorado - Arequipa Tel: 443111 - Fax: 51-54-443111 E-mail: maximososa@star.com.pe Contacto: Ing. Gorky Sosa G
9	CURTIEMBRE MARIANO LINO SOTOMAR MORALES Prolong. Av. Bolognesi s/n –Yanahuara - Arequipa Tel: 270862-253909 Contacto: Rafael Sotomayor Estrada E-mail: jlsotomayore@hotmail.com
10	CURTIEMBRE OSCAR CARBAJAL E.I.R.L. Av. Manco Cápac 133 - LA VICTORIA - Lima y Arequipa Tel: 51-1-332-0585 51-54-24-6186 Fax: 51-1-332-0585 51-54-24-6186 E-mail: curt_kcarbajal@hotmail.com Contacto: Sr. Karlo CARBAJAL C
11	CURTIEMBRE SAN JOSE Rubro: Vacuno Calzado Calle Consuelo N° 619 Cercado - Arequipa Tel: 054 21-1194/20-3040 - Fax: 054 21-1194 E-mail: cusajo-cueres@mixmail.com Contacto: Edgard Escobar Espinoza

N°

EMPRESA

12

Fábricas Américas - PEDRO P. DIAZ S.A.

San Agustín 335 - Arequipa

Tel: 246406 o 241841

E-mail: ppdiaz@pol.com.pe

Contacto: Carlos Alberto Palacios Taico - Gerente General

13

INDUSTRIA DEL CUERO AUSTRAL S.R.L.

Rubro: Vacuno Calzado

Parque Industrial Rio Seco Mz. J. lote 3-A-Cerro Colorado - Arequipa

Tel.: 51 54-444563 - 51 54-205904 - Fax: 51 54-444563

E-mail: indelca@terra.com.pe

Contacto: Doris Zegarra Borda

14

INDUSTRIA DEL CUERO LATINA S.C.R LTDA.

Calle Inambari 117 Zamácola - Arequipa

Tel: 0051-054-444115 - Fax: 0051-054-443122

E-mail: incuerolatina@hotmail.comWeb: <http://www.geocities.com/incuerolatina>

Contacto: Felipe Laura Arapa

15

KERO PPX S.A.

Rubro: Exóticos (cueros de Avestruz y Pecarí)

P.O. Box 248 - Cayetano Arenas - Arequipa

Tel: 0051 54 289464 Fax: 0051 54 288367

E-mail: sales@keroppx.comWeb: <http://www.keroppx.com>

Contacto: Michel Hediger - Gerente General

N°	EMPRESA
16	<p data-bbox="628 293 1027 322">PERUVIAN LEATHER EIRL</p> <p data-bbox="727 349 928 378">Rubro: Vacuno</p> <p data-bbox="577 405 1078 434">Exportadores de Cuero res en wet blue</p> <p data-bbox="300 461 1359 546">Av. Arequipa, Mz. 15 Lote 9B Zona D Semi Rural Pachacutec Cerro Colorado - Arequipa</p> <p data-bbox="596 573 1059 602">Tel: 54-446355 54-672533 (móvil)</p> <p data-bbox="577 629 1078 658">E-mail: peruvianleather@hotmail.com</p> <p data-bbox="491 685 1165 714">Contacto: Carlos Chávez Medina - Gerente General</p>
17	<p data-bbox="344 752 1315 837">CURTIEMBRES SAN LORENZO SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LTDA. - CURTIEMBRES SAN LORENZO S.R.L</p> <p data-bbox="437 878 1219 907">Avenida independencia 505. Socabaya. Arequipa, Arequipa.</p>
18	<p data-bbox="571 952 1085 981">CURTIEMBRE SAN VICENTE S.R.L</p> <p data-bbox="370 1021 1286 1050">Al costado del camal don Goyo. Cerro Colorado. Arequipa, Arequipa.</p>
19	<p data-bbox="606 1093 1050 1122">CURTIEMBRE MANTILLA S.A</p> <p data-bbox="411 1162 1244 1247">Avenida Bolognesi Entre la policía fiscal y el local social. Cerro Colorado. Arequipa,</p>
20	<p data-bbox="561 1290 1094 1319">CURTIEMBRE LA AREQUIPENA S.A</p> <p data-bbox="459 1359 1197 1388">Calle Jacinto Ibáñez 310. Arequipa. Arequipa, Arequipa.</p>
21	<p data-bbox="571 1431 1085 1460">CURTIEMBRE INCAPIELES E.I.R.L.</p> <p data-bbox="545 1500 1110 1529">Parque Industrial Río Seco <u>Arequipa</u>, Perú</p> <p data-bbox="421 1570 1235 1599">Teléfono(s) (54) 44-4115, (54) 959-384811 y (54) 959-372352</p>

2. Anexo N°2 : Decreto Supremo N° 019-97-ITINCI

DECRETO SUPREMO N° 019-97-ITINCI

Aprueban el Reglamento de Protección Ambiental para el Desarrollo de Actividades de la Industria Manufacturera

EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo con el Decreto Legislativo N° 613, "Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales", el Decreto Legislativo N° 757, "Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada" y sus normas modificatorias y conexas, corresponde al Ministerio de Industria, Turismo, Integración y Negociaciones Comerciales Internacionales dictar las normas reglamentarias para regular de manera específica el control ambiental de las actividades productivas bajo su ámbito de competencia;

Que, en dicho marco legal el Ministerio de Industria, Turismo, Integración y Negociaciones Comerciales Internacionales, elaboró el proyecto de Reglamento de Protección Ambiental para el Desarrollo de Actividades de la Industria Manufacturera;

Que, a través de dicho Reglamento se prioriza la regulación de prácticas e instrumentos de prevención y evaluación ambiental para afianzar el desarrollo sostenible del Sector Industria, dentro de un marco de flexibilidad para los distintos subsectores;

Que, el citado proyecto de Reglamento ha sido objeto de prepublicación en el Diario Oficial El Peruano, así como de análisis público a través de observaciones y sugerencias que tuvieron a bien formular personas naturales e Instituciones Públicas y Privadas interesadas;

Que, luego del proceso de sugerencias y análisis antes mencionado, ha quedado expedito para su aprobación el texto definitivo del Reglamento de Protección Ambiental para el Desarrollo de Actividades de la Industria Manufacturera;

De conformidad con el inciso 11) del Artículo 211 de la Constitución Política del Perú;

DECRETA:

Artículo 1.- Aprobar el Reglamento de Protección Ambiental para el Desarrollo de Actividades de la Industria Manufacturera, el mismo que consta de Título Preliminar, 3 Títulos, 5 Capítulos, 38 artículos, 5 Disposiciones Complementarias y 7 Disposiciones Transitorias, cuyo texto forma parte integrante del presente Decreto Supremo.

Artículo 2.- El presente Decreto Supremo, será refrendado por el Ministro de Industria, Turismo, Integración y Negociaciones Comerciales Internacionales.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los veintiséis días del mes de setiembre de mil novecientos noventa y siete.

ALBERTO FUJIMORI FUJIMORI

Presidente Constitucional de la República

GUSTAVO CAILLAUX ZAZALI

Ministro de Industria, Turismo, Integración y
Negociaciones Comerciales Internacionales

REGLAMENTO DE PROTECCION AMBIENTAL PARA EL DESARROLLO DE ACTIVIDADES DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA

TITULO PRELIMINAR

Artículo 1.- Ambito. El presente Reglamento de Protección Ambiental para el Desarrollo de Actividades de la Industria Manufacturera desarrolla las normas contenidas en el Decreto Legislativo N° 613, Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales; en el Decreto Legislativo N° 757, Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada y en sus normas modificatorias y complementarias; en la Ley N° 23407, Ley General de Industrias; en la Ley N° 26786, Ley de Evaluación de Impacto Ambiental para Obras y Actividades; en el Artículo 104 de la Ley N° 26842, Ley General de Salud, tratados internacionales suscritos y ratificados por el país que forman parte de la legislación nacional, y alcanza a todas las personas naturales o jurídicas del Sector Público o Privado que realicen actividad industrial manufacturera a nivel nacional.

Artículo 2.- Lineamientos de Política Ambiental. La Política Ambiental del Ministerio de Industria, Turismo, Integración y Negociaciones Comerciales Internacionales (MITINCI) se rige por las disposiciones contenidas en el Decreto Legislativo N° 613, Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales; Ley Orgánica y Reglamento de Organización y Funciones del MITINCI y por los siguientes lineamientos:

1. Incorporar el principio de prevención en la gestión ambiental, privilegiando y promoviendo prácticas de prevención de la contaminación que reduzcan o eliminen la generación de elementos o sustancias contaminantes en la fuente generadora; que coadyuven a que la industria manufacturera realice cambios en los procesos de producción, operación, uso de energía y de materias primas en general, con el objeto de reducir prioritariamente la cantidad de sustancias peligrosas o contaminantes que ingresan al sistema o infraestructura de disposición de residuos o que se viertan o emitan al ambiente.
2. Cuando no sea posible la reducción o eliminación de elementos contaminantes en la fuente de origen, se promoverá y apoyará prácticas de reciclaje y reutilización de desechos como medio para reducir los niveles de acumulación de éstos. En caso no sea posible, se recurrirá a prácticas de tratamiento o control de la contaminación y adecuada disposición de desechos.
3. El establecimiento de mecanismos de participación del sector productivo privado, la sociedad civil organizada y la población, que proporcionen elementos para la definición y ejecución de la política ambiental del Sector, incorporando entre otros el acceso libre a la información y la audiencia pública.
4. La creación y mantenimiento constante de información técnica y especializada con el objeto de medir y documentar los niveles y variaciones de contaminantes generados por la actividad productiva; conocer los resultados de las medidas de prevención y control adoptadas, así como registrar la reducción de elementos contaminantes con la respectiva incidencia en los costos y beneficios de tales acciones.
5. La creación, mantenimiento, sistematización y difusión de esta información deberá ser coordinada con el Consejo Nacional del Ambiente - CONAM.
 1. Facilitar la coordinación intersectorial que se realice a través del CONAM.
 2. Propiciar la implementación futura de instrumentos económicos para promover la prevención de la contaminación, el reciclaje y fomentar la adopción de tecnologías limpias.
 3. Propiciar el ejercicio descentralizado de las funciones ambientales del Sector.
 4. Promover la capacitación y el entrenamiento destinado a un adecuado cumplimiento de las obligaciones contenidas en el presente Reglamento.

Artículo 3.- Definiciones. Para los efectos de este Reglamento se definen los siguientes términos:

Auditor Ambiental.- Toda persona jurídica inscrita en el MITINCI de acuerdo a las disposiciones de este Reglamento, dedicada a la fiscalización y verificación del cumplimiento de las normas de conservación del ambiente.

Autoridad Ambiental Competente.- Ministerio de Industria, Turismo, Integración y Negociaciones Comerciales Internacionales.

Código.-Código del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales aprobado por Decreto Legislativo N° 613 del 7 de setiembre de 1990 y sus modificatorias.

Consultor Ambiental.- Son las personas jurídicas que se encuentran inscritas en el Registro del MITINCI y en consecuencia autorizadas a elaborar y suscribir Informes Ambientales, Diagnósticos Ambientales Preliminares (DAP), Estudios de Impacto Ambiental (EIA), Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA) y Programas de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA).

Contaminante Ambiental.- Toda materia o energía que al incorporarse o actuar en el ambiente degrada su calidad original a un nivel que es perjudicial para la salud, el bienestar humano o los ecosistemas.

Contaminación Ambiental.- Acción que resulta de la introducción por el hombre, directa o indirectamente en el ambiente, de contaminantes que por su concentración, al superar los patrones ambientales establecidos o por el tiempo de permanencia, hagan que el medio receptor adquiera características diferentes a las originales, perjudiciales y nocivas a la naturaleza o a la salud.

Control de la Contaminación - Tratamiento.- Prácticas destinadas a reducir, mitigar o eliminar el efecto contaminante de los residuos o formas de energía resultado de las emisiones o efluentes que se dan al final del proceso de producción.

Declaración de Impacto Ambiental (DIA).- Es el documento que se presentará para aquellos proyectos o actividades nuevas de la industria manufacturera, modificaciones o ampliaciones, cuyos riesgos ambientales no estén dentro de los contenidos en el Artículo 14 del Reglamento.

Diagnóstico Ambiental Preliminar (DAP).- Es el estudio que se realiza antes de la elaboración del PAMA que contiene los resultados derivados del programa de monitoreo en función a los Protocolos de Monitoreo, con el objeto de evaluar los impactos e identificar los problemas que se estén generando en el ambiente por la actividad de la industria manufacturera.

Estudio de Impacto Ambiental (EIA).- Estudio que contiene la evaluación y descripción de los aspectos físico-químicos, naturales, biológicos, socioeconómicos y culturales en el área de influencia del proyecto, con la finalidad de determinar las condiciones existentes y capacidades del medio, analizar la naturaleza y magnitud de proyecto, midiendo y previendo los efectos de su realización; indicando prioritariamente las medidas de prevención de la contaminación, y por otro lado, las de control de la contaminación para lograr un desarrollo armónico entre las actividades de la industria manufacturera y el ambiente. El Estudio de Impacto Ambiental contendrá, por lo menos, la información a que se refiere el Artículo 13 del presente Reglamento, pudiendo la Autoridad Competente a través de la aprobación de Guías para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental, definir términos de referencia o requerir información y contenidos complementarios, en función al riesgo de la actividad o a las características distintivas de las actividades o subsectores de la industria manufacturera.

Guías de Manejo Ambiental.- Documentos de orientación expedidos por la Autoridad Competente sobre lineamientos aceptables para los distintos subsectores o actividades de la industria manufacturera con la finalidad de propiciar un desarrollo sostenible.

En consideración a las características distintivas de cada subsector o actividad de la industria manufacturera, la Autoridad Competente podrá preparar Guías de Manejo Ambiental aplicables solamente a uno o más de éstos.

Informe Ambiental.- Reporte que debe ser presentado por los titulares de actividades de la industria manufacturera en los plazos que establezca la Autoridad Competente y de acuerdo al formato que se apruebe por Resolución Ministerial, a fin de informar a la Autoridad Competente sobre las emisiones y vertimientos de residuos peligrosos y contaminantes que sean resultado de las operaciones y para dar seguimiento al Estudio de Impacto Ambiental, Declaración de Impacto Ambiental o Programa de Adecuación y Manejo Ambiental presentado.

Instrumentos Económicos.- Medidas que actúan sobre los costos o beneficios para modificar el comportamiento de los actores económicos en modo favorable a la protección del ambiente.

Límite Máximo Permissible.- Nivel de concentración o cantidades de uno o más contaminantes, por debajo del cual no se prevé riesgo para la salud, el bienestar humano y los ecosistemas, que es fijado por la Autoridad Competente y es legalmente exigible. Los Límites Máximos Permisibles son revisados por la Autoridad Competente cada cinco años.

Patrones Ambientales.- Son las normas, directrices, prácticas, procesos e instrumentos, definidos por la Autoridad Competente con el fin de promover políticas de prevención, reciclaje y reutilización y control de la contaminación en el sector de la industria manufacturera. Los Patrones Ambientales incluyen los Límites Máximos Permisibles de emisión.

Plan de Cierre.- Medidas que debe adoptar el titular de la actividad de la industria manufacturera antes del cierre de operaciones, para evitar efectos adversos de ambiente producidos por los residuos sólidos, líquidos y gaseosos que puedan existir almacenados en depósitos que pudieran aflorar en el corto, mediano o largo plazo.

Prevención de la Contaminación.- Prácticas destinadas a reducir o eliminar la generación de contaminantes o contaminación en la fuente generadora por medio del incremento de la eficiencia en el uso de las materias primas, energía, agua y otros recursos.

La reducción de contaminación en la fuente generadora podrá incluir modificaciones en los equipos o tecnologías, cambios en los procesos o procedimientos, reformulación o rediseño de productos, sustitución de materias primas, mejoras en el mantenimiento, entrenamiento del personal y controles de inventario.

Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA).- Programa que contiene las acciones, políticas e inversiones necesarias para reducir prioritariamente la cantidad de sustancias peligrosas o contaminantes que ingresan al sistema o infraestructura de disposición de residuos o que se viertan o emitan al ambiente; realizar acciones de reciclaje y reutilización de bienes como medios para reducir los niveles de acumulación de desechos y prevenir la contaminación ambiental; y reducir o eliminar las emisiones o vertimientos para poder cumplir con los patrones ambientales establecidos por la Autoridad Competente.

Programa de Seguimiento y Control.- Es el muestreo sistemático y permanente con métodos y tecnología, adecuada al medio en que se realiza el Programa, para determinar la presencia y concentración de contaminantes emitidos o vertidos en el ambiente con fines de prevención, monitoreo, seguimiento y control y para la verificación del cumplimiento de las metas contenidas en la Declaración de Impacto Ambiental, Estudio de Impacto Ambiental o Programa de Adecuación y Manejo Ambiental y la legislación ambiental vigente.

Protocolo de Monitoreo.- Ordenada serie de pasos o acciones de estricto cumplimiento, necesarios para evaluar una situación específica y obtener la información lograda a través del muestreo.

Reciclaje o Reutilización.- Incorporación de residuos, insumos o productos finales a procesos de producción diseñados para eliminar o minimizar sus efectos contaminantes.

Residuos Peligrosos.- Son aquellos residuos que, en función a sus características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y patogenicidad pueden presentar riesgo a la salud pública o causar efectos adversos al ambiente, por lo que deben ser depositados de manera controlada. No incluyen los residuos radioactivos.

Artículo 4.- Autoridad Competente.- La Autoridad Competente en materia ambiental para la industria manufacturera es el MITINCI, ente gubernamental encargado de:

1. Establecer la normatividad sobre protección del ambiente para las actividades de la industria manufacturera, priorizando la adopción de prácticas de prevención de la contaminación; coordinando intersectorialmente y con el CONAM los objetivos de protección ambiental que sustentan la política ambiental a su cargo.
2. Aprobar las DIA, los EIA y los PAMA y autorizar la ejecución de los mismos.
3. Fiscalizar el efecto ambiental producido por las actividades industriales en sus centros operativos y áreas de influencia, determinando la responsabilidad del titular de la actividad de la industria manufacturera en caso de producirse una violación a las disposiciones ambientales aplicables a la industria manufacturera e imponiendo las sanciones del caso.
4. Racionalizar los procedimientos destinados al cumplimiento de las obligaciones ambientales por los titulares de la industria manufacturera, con el objeto, entre otros, de evitar la duplicidad o superposición de requerimientos sectoriales.

5. Establecer de común acuerdo con los Gobiernos Regionales y Locales la participación del MITINCI en la elaboración de los Planes de Desarrollo Urbano e Industrial; particularmente en lo que se refiere a la zonificación.
6. Coordinar con las autoridades competentes de los demás Sectores y con el CONAM las acciones destinadas al cumplimiento de los objetivos de protección ambiental.

TITULO PRIMERO

CAPITULO I

DE LAS OBLIGACIONES DE LOS TITULARES DE ACTIVIDADES DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA, CONSULTORES Y AUDITORES AMBIENTALES

Artículo 5.- Responsabilidad del Titular. El titular de cualquier actividad de la industria manufacturera es responsable por las emisiones, vertimientos, descarga y disposición de desechos que se produzcan como resultado de los procesos efectuados en sus instalaciones, de los daños a la salud o seguridad a las personas, efectos adversos sobre los ecosistemas o sobre la cantidad o calidad de los recursos naturales y, en general, de los efectos o impactos resultantes de sus actividades.

Artículo 6.- Obligaciones del Titular.- Son obligaciones del titular de la industria manufacturera, sin perjuicio del cumplimiento de las normas ambientales:

1. Poner en marcha y mantener programas de prevención de la contaminación, a fin de reducir o eliminar la generación de elementos o sustancias contaminantes en la fuente generadora, reduciendo y limitando su ingreso al sistema o infraestructura de disposición de residuos, así como su vertimiento o emisión al ambiente.
2. Evitar e impedir que, como resultado de las emisiones, vertimientos descarga y disposición de desechos, no se cumpla con los patrones ambientales, adoptándose para tal efecto las medidas de control de la contaminación que correspondan.
3. Ejecutar los programas de prevención y las medidas de control contenidas en el EIA, DIA o PAMA.
4. Adoptar sistemas adecuados de muestreo y análisis químicos, físicos, biológicos, mecánicos y otros que permitan monitorear en forma estadísticamente válida los efluentes o residuos líquidos y sólidos, las emisiones gaseosas, los ruidos y otros que pueda generar su actividad, en cada uno de sus procesos. Los Programas de Seguimiento y Control deberán ser permanentes y mantenerse actualizados, consignándose en ellos la información referida al tipo y volumen de los efluentes o residuos, y las concentraciones de las sustancias contenidas en éstos.
 1. El tipo, número y ubicación de los puntos de control estarán de acuerdo a las características geográficas de cada región donde se encuentra ubicado el centro productivo y sus áreas de influencia. Se llevará un registro de todos los muestreos realizados, los respectivos análisis y la información tabulada. Estos registros estarán a disposición de la Autoridad Competente cuando lo solicite, bajo responsabilidad.
 2. Llevar un registro de los muestreos periódicos realizados y sus respectivos análisis, antes y después del uso de aguas por plantas industriales o instalaciones fabriles, cuando su utilización provenga de cuerpos de agua que contengan sustancias contaminantes que se encuentren por encima de los patrones ambientales establecidos.
 3. Los registros deben contener información cuantitativa de los volúmenes de desechos sólidos vertidos o almacenados, así como cualitativa, incluyendo métodos de tratamiento de los mismos.
 4. Contar con medios que controlen y minimicen la descarga de contaminantes que afecten negativamente la calidad del aire, agua o suelos.

5. Adoptar las medidas necesarias para disminuir y mitigar el impacto de las actividades que realizan.

Artículo 7.- Responsabilidad de los Consultores y Auditores Ambientales.- Los Consultores y Auditores Ambientales son responsables de la veracidad e idoneidad de la información contenida en los documentos que suscriban, de acuerdo a las normas que sobre la materia dicte la Autoridad Competente, sin perjuicio de la responsabilidad que corresponde al titular de la actividad en su cumplimiento.

Artículo 8.- Documentos Exigibles.- Las actividades de la industria manufacturera están sujetas a la presentación de:

1. Nuevas Actividades y Ampliaciones o Modificaciones.- Una DIA o un EIA de conformidad con lo dispuesto en el Capítulo II del Título I de este Reglamento, suscrita por un consultor ambiental y por el titular de la actividad.
2. Actividades en Curso.- Un PAMA para el caso de actividades en curso que deban adecuarse a las regulaciones ambientales aprobadas por la Autoridad Competente, suscrita por un consultor ambiental y por el titular de la actividad.
3. Un Informe Ambiental en los plazos y con la información que establezca por Resolución Ministerial la Autoridad Competente, suscrito por un Consultor Ambiental y por el titular de la actividad.

Dicha información tendrá carácter de declaración jurada.

La Autoridad Competente establecerá requerimientos y obligaciones distintas a las señaladas en los incisos 1) y 2) del presente artículo, para el caso de actividades industriales desarrolladas por la micro y pequeña empresa industrial en función al impacto ambiental de las mismas. Dichas obligaciones estarán destinadas a limitar o minimizar impactos negativos al ambiente de estas actividades, si los hubiere, verificar el cumplimiento de las obligaciones ambientales y lograr la adopción de prácticas de prevención o control de la contaminación. En tal sentido podrá autorizar que el cumplimiento de las obligaciones ambientales o la presentación de los documentos exigibles a la micro y pequeña empresa industrial sea realizado por grupo de actividad industrial, por concentración geográfica u otros criterios similares.

Lo señalado en el párrafo precedente no exonera de la presentación del Informe Ambiental para fiscalización posterior por la Autoridad Competente.

Artículo 9.- Personal Especializado.- Los titulares de actividades de la industria manufacturera promoverán la especialización y capacitación del personal requerido a fin de hacerse cargo de la evaluación y ejecución de acciones destinadas a promover al interior de la empresa prácticas de prevención de la contaminación, y adopción de tecnologías limpias y de control ambiental de la empresa, debiendo identificar los problemas existentes y futuros, desarrollar planes de prevención y rehabilitación, definir metas para mejorarlo y controlar el mantenimiento de los programas ambientales.

CAPITULO II

REQUERIMIENTOS PARA NUEVAS ACTIVIDADES Y AMPLIACIONES O MODIFICACIONES

Artículo 10.- Exigencia para nuevas Actividades o Ampliación.- Los titulares de la industria manufacturera deberán presentar:

1. Un EIA o una DIA como requisito previo al inicio de nuevas actividades.
2. Un EIA o una DIA para los que realicen incrementos en la capacidad de producción, de tamaño de planta o instalación fabril, diversificación, reubicación o relocalización.

Artículo 11.- Exigencia de EIA o DIA.- En los casos a que se refiere el inciso 1) del artículo precedente de este Reglamento y de acuerdo a la magnitud, ubicación, tecnología disponible y grado de riesgo ambiental del proyecto o actividad, así como en los casos de reubicación o relocalización, el proponente presentará a la Autoridad Competente una DIA o un EIA.

En los casos a que se refiere el inciso 2), salvo los de reubicación o relocalización, el titular de la actividad de la industria manufacturera presentará a la Autoridad Competente, en el formato que ella apruebe, una solicitud de calificación previa a fin que ella determine la exigencia de presentar una DIA, un EIA o exonerar de dichas obligaciones en función al mínimo impacto y bajo riesgo que implique el incremento, ampliación o diversificación.

Artículo 12.- DIA.- La DIA se presentará para aquellos proyectos o actividades cuyos riesgos ambientales no estén dentro de los considerados en el Artículo 14 de este Reglamento. Contendrá una descripción del proyecto, las características del entorno, los impactos físico-químicos, biológicos, económicos y sociales previsibles y las medidas para prevenir y mitigar los impactos adversos y reparar los daños causados.

Artículo 13.- EIA.- El EIA se presentará para aquellos proyectos o actividades cuyos riesgos ambientales estén considerados en el Artículo 14 de este Reglamento.

El EIA contendrá por lo menos los siguientes elementos:

1. Descripción técnica del proyecto o actividad;
2. Descripción pormenorizada del entorno físico-químico, biológico, social, económico, y los potenciales riesgos naturales donde se desarrollará el proyecto;
3. Identificación de los efectos, características o circunstancias previstas en el Artículo 14 que dan origen a la necesidad de efectuar el EIA;
4. Descripción de las consultas efectuadas a las poblaciones o comunidades afectadas y sus opiniones sobre el proyecto, precisando la información que se les haya proporcionado para esos efectos;
5. Una predicción y evaluación de los impactos ambientales directos o indirectos del proyecto o actividad, incluidas las eventuales situaciones de riesgo, bajo distintas matrices, ponderando cada una de ellas y proponiendo y evaluando alternativas;
6. Un reporte sobre los planes de prevención a adoptarse y que se encuentren destinados a reducir la cantidad de sustancias peligrosas o contaminantes que ingresan al sistema o infraestructura de disposición de residuos o que se viertan o emitan al ambiente;
7. Un plan de manejo ambiental del proyecto o actividad, que incluirá los planes de contingencia; las medidas de prevención de la contaminación que se adoptarán para disminuir, mitigar o eliminar los efectos adversos del proyecto o actividad y las medidas de control de la contaminación destinadas a reducir las emisiones y vertimientos de sustancias contaminantes a fin de cumplir con los patrones ambientales; las acciones correctivas en caso de daños ambientales y un plan de vigilancia y seguimiento de las variables ambientales relevantes que dan origen al EIA;
8. Una descripción del cumplimiento del marco legal ambiental aplicable; y,
9. Resumen ejecutivo del proyecto.

La Autoridad Competente podrá exigir la realización de EIA con especificaciones diversas en función al riesgo de la actividad o a las características distintivas de los subsectores o actividades de la industria manufacturera, aprobando a través de las Guías para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental los elementos y contenidos complementarios a los señalados en el presente artículo.

Artículo 14.- Riesgo Ambiental.- Se entiende que existe riesgo ambiental si puede generarse alguno de los siguientes efectos, características y circunstancias:

1. Daño, deterioro o afección de la salud o seguridad de las personas;
2. Efectos adversos para la cantidad o calidad de los recursos naturales;
3. Efectos adversos sobre los ecosistemas o alteración de los procesos ecológicos esenciales;
4. Efectos adversos sobre zonas especialmente sensibles, o por su localización próxima a poblaciones o recursos naturales susceptibles de ser afectados;

5. Efectos adversos a las Areas Naturales Protegidas o zonas de influencia;
6. Alteración de las cualidades o valor paisajístico o turístico de zonas declaradas de valor turístico;
7. Alteración de lugares con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al Patrimonio Cultural de la Nación;
8. Efectos adversos a la infraestructura de servicios básicos.

Artículo 15.- Modificación de la Exigencia.- Si el proyecto o actividad sometido a una DIA justificara, a criterio de la Autoridad Competente, la elaboración de un EIA, ésta notificará al titular del proyecto o actividad para que lo presente. La Autoridad Competente podrá, asimismo, de considerarlo necesario, solicitar la ampliación de la DIA o EIA.

Artículo 16.- Empresas autorizadas a elaborar EIA o DIA.- Las personas jurídicas autorizadas para la realización de la DIA o el EIA para actividades de la Industria Manufacturera son las consultoras ambientales incluidas en el Registro correspondiente del MITINCI de conformidad con la legislación vigente.

Artículo 17.- Procedimiento.- La DIA y el EIA deberán presentarse ante la Autoridad Competente en tres ejemplares, debidamente suscritos por un consultor ambiental y por el titular de la actividad. La Autoridad Competente, luego de recibida la DIA o el EIA, con la ampliación solicitada de ser el caso, procederá a su revisión, la que deberá efectuarse dentro un plazo máximo de noventa (90) días. En caso de no emitirse del plazo indicado comunicación alguna que expresa y fundamentadamente suspenda o prorogue el plazo, se tendrá por aprobada la Declaración o el Estudio.

CAPITULO III

REQUERIMIENTOS PARA ACTIVIDADES EN CURSO

Artículo 18.- PAMA.- De conformidad con lo establecido en el inciso 2) del Artículo 8, la adecuación a las regulaciones ambientales a que se encuentran obligadas las empresas de la industria manufacturera, se hará a través de los PAMA para la Industria Manufacturera.

Los PAMA son exigibles a las empresas que tengan actividades en curso a la fecha de promulgación de normas que contengan obligaciones ambientales que impliquen una adecuación.

La presentación del PAMA se sujetará a los plazos y condiciones que apruebe la Autoridad Competente.

Artículo 19.- Contenido del PAMA.- Los PAMA contendrán una definición de los procesos tecnológicos que permitan la ejecución de programas de prevención de la contaminación, así como las acciones e inversiones necesarias destinadas a lograr prioritariamente la reducción en la cantidad de sustancias peligrosas o contaminantes que ingresan al sistema o infraestructura de disposición de residuos o que se vierten o emitan al ambiente; realizar acciones de reciclaje o reutilización de desechos para reducir los niveles de acumulación de éstos; y reducir o eliminar las emisiones y vertimientos para poder cumplir con los patrones ambientales establecidos por la Autoridad Competente. Contendrán asimismo las acciones destinadas a la rehabilitación y restauración de las áreas o zonas afectadas por la actividad.

La Autoridad Competente podrá establecer contenidos específicos en función a las características distintivas de los subsectores de la industria manufacturera, aprobando a través de las Guías para la Elaboración del PAMA, los elementos y contenidos diversos a los señalados en el presente artículo.

Artículo 20.- Planeamientos del PAMA.- El PAMA debe identificar y planear soluciones referidas, entre otras, a:

1. Sustancias peligrosas o contaminantes que ingresan a los flujos de residuos o se emiten o vierten al ambiente;
2. Emisiones de partículas y gases y generación de vibraciones y ruidos;

3. Vertimientos de sustancias contaminantes o peligrosas a cuerpos de agua, alcantarillado o agua subterráneas;
4. Disposición de materiales no utilizables o desechos;
5. Demanda de agua y energía;
6. Riesgos de desastres debido a causas humanas o naturales;
7. Otros que pudieran afectar la salud y el ecosistema;

Artículo 21.- Procedimiento e Inversiones.-El PAMA señalará los procedimientos de ejecución y las inversiones destinadas al cumplimiento de las acciones identificadas de conformidad con lo dispuesto por el artículo precedente y para el cumplimiento de las obligaciones contenidas en el Artículo 6 de este reglamento.

Los plazos de ejecución serán fijados por la Autoridad Competente en función a las características distintivas de cada subsector industrial y no excederán de cinco (5) años contados a partir de la aprobación del PAMA.

Artículo 22.- Procedimiento de aprobación.- El titular de la actividad de la industria manufacturera presentará ante la Autoridad Competente, tres ejemplares del PAMA, que incluirá entre otros, un plan de cumplimiento, cronograma de implementación y metas a alcanzar, suscritos por un consultor ambiental y por el titular de la actividad.

La Autoridad Competente en un plazo que no excederá de 120 días aprobará u objetará el PAMA. De existir objeciones, éstas deberán absolverse en un plazo máximo de 60 días, bajo apercibimiento de tenerse por desaprobado. En caso de no existir notificación o pronunciamiento de la Autoridad Competente dentro del plazo indicado, se tendrá por aprobado el PAMA.

Artículo 23.- Plan de Cierre.- La Autoridad Competente podrá exigir que el titular de actividades de la industria manufacturera presente para los efectos de cierre temporal o definitivo de la actividad industrial según sea el caso, un Plan de Cierre que incluirá las garantías requeridas para su cumplimiento estricto, las medidas que deberá adoptar para evitar efectos adversos al ambiente por efecto de los residuos sólidos, líquidos o gaseosos que puedan existir o puedan aflorar en el corto, mediano o largo plazo y las actividades para la restauración de los ambientes afectados, debiendo verificar el cumplimiento de las disposiciones contenidas en el presente Reglamento. El Plan de Cierre a criterio de la Autoridad Competente podrá formar parte de la EIA o PAMA según corresponda.

CAPITULO IV

NORMAS APLICABLES A LAS DECLARACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL, ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL Y PROGRAMAS DE ADECUACION Y MANEJO AMBIENTAL

Artículo 24.- Sustento del DIA, EIA Y PAMA.- Las DIA, los EIA y los PAMA, se sustentarán en las normas ambientales vigentes aplicables a la industria manufacturera, destinadas al cumplimiento de las obligaciones contenidas en el Artículo 6 de este Reglamento, quedando la Autoridad Competente facultada para incorporar normas, patrones, y Límites Máximos Permisibles de referencia con el mismo fin.

En las DIA, y los EIA y PAMA se establecerán normas y metas cuantificables, susceptibles de ser supervisadas por la Autoridad Competente y por los auditores ambientales o por las personas naturales o jurídicas a que se refiere el Artículo 25 de este Reglamento.

Artículo 25.- Evaluación de DIA, EIA Y PAMA.- La Autoridad Competente podrá encargar a personas naturales o jurídicas que cuenten con la debida experiencia, calificación y especialización o a los auditores ambientales, la revisión y evaluación de las DIA, EIA o PAMA, para lo cual establecerá los mecanismos necesarios que permitan atender el pago de los servicios que se contrate.

Asimismo el MITINCI podrá encargarles la evaluación técnica de la capacidad de las empresas inscritas en el Registro de Consultores Ambientales a que hace referencia el Artículo 16 de este Reglamento.

Artículo 26.- Transferencia de la Actividad.- En el caso que el titular de la industria manufacturera transfiera, traspase o ceda la actividad, el adquiriente o cesionario estará obligado a ejecutar el PAMA, DIA o el EIA que le haya sido aprobado a su transfiriente o cedente. La misma obligación operará en caso de fusión de empresas.

CAPITULO V

DEL INFORME AMBIENTAL

Artículo 27.- Informe Ambiental.- El titular de actividades de la industria manufacturera presentará un Informe Ambiental en los plazos y en el formato que establezca la Autoridad Competente mediante Resolución Ministerial.

En él se describirán las operaciones que involucren emisiones o vertimientos de residuos al ambiente y el seguimiento que los titulares realizan a la DIA, o a los EIA o PAMA aprobados.

La Autoridad Competente solicitará información general y en su caso información específica en consideración a las características distintivas de los subsectores de la industria manufacturera.

Artículo 28.- Información Adicional.- La Autoridad Competente podrá exigir mayor información de la contenida en el Informe Ambiental cuando de su evaluación se determine un incremento en la emisión o vertimiento de residuos de la actividad, un incumplimiento de las metas propuestas en la DIA, el EIA o el PAMA que se están excediendo o dejando de cumplir con los patrones ambientales o cuando la información es incompleta.

TITULO SEGUNDO

DE LAS AUDITORIAS AMBIENTALES

Artículo 29.- Auditorías Ambientales.- La Autoridad Competente dispondrá la realización de auditorías ambientales regulares, en los plazos y con la periodicidad que ella apruebe, a los centros industriales, plantas o instalaciones fabriles a fin de verificar el cumplimiento de las obligaciones ambientales en general y de las obligaciones contenidas en el DIA, EIA, o PAMA, y en los casos de denuncias. Las Auditorías Ambientales también pueden ser realizadas de oficio sin previo aviso.

Artículo 30.- Denuncias.- Toda denuncia dirigida hacia los titulares de la actividad de la industria manufacturera, incluso las denuncias recibidas por las autoridades locales, regionales, provinciales o distritales, deberán ser tramitadas ante la Autoridad Competente y estar debidamente sustentadas. La Autoridad Competente correrá traslado de la denuncia al denunciado y se le otorgará un plazo de 15 días para que sustente su descargo. Absuelto o no el traslado, la Autoridad Competente podrá disponer la realización de un examen especial o exigir la presentación de un EIA.

Con el descargo, la presentación del examen especial o el EIA la Autoridad Ambiental resolverá el caso en un plazo de 15 días, pudiendo exigir al titular, en dicha resolución, la presentación de un PAMA, en los casos que corresponda.

TITULO TERCERO

DE LOS INSTRUMENTOS ECONOMICOS Y LAS INFRACCIONES

Artículo 31.- Plazo de Adecuación.- La Autoridad Competente podrá extender el plazo de adecuación a que se refiere el Artículo 21 del presente Reglamento, por un plazo no mayor de 2 años, en los casos en que los PAMA contengan acciones destinadas a promover métodos de prevención de la contaminación y respondan a los objetivos de protección ambiental contenidos en las Guías de Manejo Ambiental.

Artículo 32.- Periodicidad de las Auditorias.- La Autoridad Competente podrá ampliar la periodicidad de las auditorías regulares a que se refiere el Artículo 29 de este Reglamento, en los casos en que los titulares de la actividad de la industria manufacturera promuevan acciones e incorporen métodos de prevención de la contaminación que respondan a los objetivos de protección ambiental contenidos en las Guías de Manejo Ambiental.

Artículo 33.- Cumplimiento de las Disposiciones de este Reglamento.- El MITINCI queda facultado para resolver los casos de reubicación por razones ambientales, de empresas dedicadas a la industria manufacturera, conforme a las obligaciones establecidas en el presente Reglamento. Para los casos en que no se haya establecido los Patrones Ambientales para las empresas industriales manufactureras, el MITINCI podrá requerir la adopción de medidas correctivas y plazos para implementarlas, de acuerdo a los procedimientos e instrumentos establecidos en este Reglamento, que serán tomados en cuenta para determinar si existe la obligación de su reubicación o relocalización.

Las empresas industriales manufactureras que al momento de instalarse contaron con ubicación de uso conforme y con la autorización de la Municipalidad correspondiente, y que se encuentren cumpliendo con las disposiciones ambientales del MITINCI o que ejecuten un PAMA para adecuarse a las citadas disposiciones, no podrán ser obligadas o conminadas a suspender sus actividades o trasladar sus establecimientos de conformidad con el Artículo 103 de la Ley N° 23407, Ley General de Industrias.

Artículo 34.- Informe en caso de Delitos contra los Recursos Naturales y el Medio Ambiente.- La Autoridad Competente de conformidad con lo dispuesto por la Ley N° 26631 en caso de Delitos contra la Ecología informará sobre el cumplimiento por parte de la empresa o titular de la industria manufacturera denunciada de las normas contenidas en este Reglamento.

Artículo 35.- Récord de Empresas.- La Autoridad Competente como parte de la evaluación del desempeño de las empresas en el cumplimiento de las normas y exigencias contenidas en el presente Reglamento, podrá elaborar y difundir un listado de las empresas que muestren mejor desempeño al promover acciones destinadas a incorporar métodos de prevención de la contaminación y que respondan a los objetivos de protección ambiental contenidos en las Guías de Manejo Ambiental. Asimismo podrá publicar el listado de empresas que hayan sido sujetas a sanción por incumplimiento de las obligaciones o exigencias contenidas en el presente Reglamento.

Artículo 36.- Infracciones.- Sin perjuicio de la aplicación de las sanciones contenidas en el Capítulo XX del Código ante la violación de sus normas, los titulares de actividades de la industria manufacturera en caso de incumplimiento del presente Reglamento, serán sancionados por la Autoridad Competente de acuerdo a la escala de infracciones y sanciones que será aprobada por Resolución Ministerial.

Artículo 37.- Incumplimiento de la Presentación del PAMA.- Los titulares de actividades de la industria manufacturera que, estando obligados, no presenten el PAMA dentro de los plazos establecidos por la Autoridad Competente, serán sancionados con la suspensión temporal de actividades en tanto no cumplan con su presentación, sin perjuicio de la aplicación de la multa que corresponda de acuerdo al artículo precedente.

Artículo 38.- Incumplimiento de las obligaciones contenidas en el PAMA o EIA.- Los titulares de la industria manufacturera que incumplan las obligaciones contenidas en el PAMA o EIA, sin perjuicio de las acciones judiciales a que hubiere lugar, se sujetarán a lo siguiente:

1. Detectada la infracción, la Autoridad Competente notificará al titular de la actividad para que en el plazo de 90 días cumpla con las obligaciones contenidas en el PAMA o EIA, bajo apercibimiento de proceder al cierre de la actividad.
2. Si vencido dicho plazo subsistiera el incumplimiento, la Autoridad Competente ordenará el cierre de las actividades por un período de treinta (30) días calendario; además de una multa de entre cinco y veinte Unidades Impositivas Tributarias (UIT).
3. En caso de verificarse por segunda vez el incumplimiento, el cierre de la actividad se efectuará por un período adicional de 60 días calendario y la multa se incrementará al doble de la establecida en el inciso anterior.
4. Si el infractor incumple con las obligaciones contenidas en el PAMA o EIA por tercera vez, la Autoridad Competente dispondrá el cierre de la actividad y el pago de una multa de entre 20 a 100 UIT.
5. Para casos graves se procederá directamente al cierre definitivo de la planta o instalación que esté en violación del presente Reglamento.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS

Primera.- El MITINCI de acuerdo a los procedimientos establecidos en el presente Reglamento queda facultado para establecer y aprobar los patrones ambientales, así como para definir y precisar a través de guías, los niveles de riesgo ambiental a que se refiere el Artículo 14 de este Reglamento.

A partir de la aprobación del Reglamento Nacional sobre Parámetros de Contaminación Ambiental a que se refiere la Quinta Disposición Final de la Ley N° 26410, el ejercicio de la facultad de establecer Límites Máximos Permisibles de Emisión se sujetará a las disposiciones y procedimientos contenidos en el mismo.

Segunda.- La presentación del PAMA, se sujetará a los plazos y condiciones que apruebe la Autoridad Competente.

Tercera.- La Autoridad Competente podrá disponer la adopción de medidas destinadas al control de la contaminación en zonas altamente contaminadas o degradadas. Estas medidas podrán incluir instrumentos de regulación o de carácter económico tales como:

- Patrones Ambientales
- Permisos de Emisión transables basados en la aprobación de topes de emisión.
- Reubicación o relocalización de industrias.
- Otros instrumentos de estímulo a acciones de mejoramiento y reparación ambiental.

Cuarta.- Créase en el MITINCI el Registro de Auditores Ambientales en el que se podrán inscribir las personas jurídicas debidamente calificadas que cumplan con los requisitos y condiciones que establezca la Autoridad Competente.

El cumplimiento de las obligaciones contenidas en el presente Reglamento y en las demás normas ambientales para la industria manufacturera podrán ser fiscalizadas a través de los Auditores Ambientales debidamente registrados.

Quinta.- El MITINCI podrá desarrollar a través del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPI, en su rol de Organismo Nacional de Acreditación, un programa de acreditación de los laboratorios que darán soporte a la industria manufacturera en el cumplimiento de sus obligaciones ambientales.

DISPOSICIONES TRANSITORIAS

Primera.- Los titulares de actividades de la industria manufacturera presentarán ante la Autoridad Competente dentro de los plazos y en el formato que se apruebe por Resolución Ministerial, el Informe Ambiental a que se refiere el Artículo 27 del presente Reglamento. Dicha información tendrá carácter de declaración jurada.

La Autoridad Competente podrá establecer los plazos en función a las características distintivas de la actividad de la industria manufacturera. Asimismo, en casos especiales podrá exceptuar del requisito de suscripción por parte de un consultor ambiental del Informe Ambiental, en cuyo caso la responsabilidad a que se refiere el Artículo 7 de este Reglamento, corresponderá exclusivamente al titular de la actividad.

Segunda.- El cumplimiento de las obligaciones de este Reglamento referidas al PAMA se sujetarán al siguiente proceso:

1. La Autoridad Competente elaborará y aprobará los Protocolos de Monitoreo de la Calidad del Aire y Agua y las Guías para elaborar los PAMA que deben presentar los titulares de las actividades de la industria manufacturera y que priorizarán la introducción de prácticas de prevención de la contaminación.
2. Una vez cumplida la etapa de monitoreo en los plazos, frecuencia y condiciones establecidos en los protocolos referidos en el inciso precedente, los titulares presentarán un Diagnóstico Ambiental Preliminar (DAP) debidamente suscrito por ellos y por un Consultor Ambiental registrado, en el cual se incluirá:
 - Los resultados del monitoreo.
 - La identificación de los problemas y efectos de deterioro ambiental y sus probables alternativas de solución.

El plazo de presentación del DAP será dentro del mes siguiente de cumplido el plazo de monitoreo contenido en los respectivos Protocolos de Monitoreo.

La Autoridad Competente evaluará el DAP en un plazo que no exceda 90 días y determinará las observaciones que pudieran presentarse, las que deben ser subsanadas en un plazo que no excederá de 30 días.

1. En los plazos que establezcan los Protocolos de Monitoreo referidos en el inciso 1) de la presente Disposición Transitoria, se entregarán resultados parciales del programa de monitoreo.
2. La Autoridad Competente establecerá y aprobará los patrones ambientales a los que deberán adecuarse los titulares de actividades de la industria manufacturera.
3. El PAMA deberá ser compatible con el DAP y deberá establecer los plazos y procedimientos que se observarán para el logro de los objetivos fijados, debiendo incluir toda la documentación técnica, económica y demás información que el interesado considere pertinente para justificar su PAMA y el cronograma de cumplimiento.

Los plazos y condiciones para la presentación del PAMA podrán ser fijados para uno o más subsectores de la industria manufacturera de acuerdo a las características distintivas de cada uno de ellos.

4. Para la evaluación del PAMA, se tendrá en consideración los impactos más severos de cada operación, la trascendencia de los efectos contaminantes, la magnitud de la actividad y la complejidad tecnológica del proyecto.

Los plazos fijados para la adecuación, se computarán a partir de la fecha de notificación de las resoluciones que expida la Autoridad Competente en primera o segunda instancia, según corresponda.

Tercera.- La Autoridad Competente establecerá los mecanismos que aseguren la participación informada de la comunidad y del sector productivo privado en el proceso de calificación de los EIA y de los PAMA que se le presenten y previo a su aprobación. Estos mecanismos incluyen entre otros, el acceso libre a la información tanto de la DIA, EIA, del PAMA y del Informe Ambiental y la Audiencia Pública, sin perjuicio de los mecanismos que en ejercicio de sus atribuciones establezca el CONAM.

Cuarta.- En tanto no se inicie el procedimiento a que se refiere la Segunda Disposición Transitoria del presente Reglamento, la Autoridad Competente podrá establecer condiciones de adecuación ambiental especiales y plazos a las empresas públicas que se encuentren en proceso de privatización.

Quinta.- El MITINCI promulgará en un plazo que no excederá de 120 días calendario de promulgado el presente Reglamento, las normas requeridas para la calificación, inscripción y funcionamiento del Registro de Auditores Ambientales para la Industria Manufacturera a que se refiere la Cuarta Disposición Complementaria.

Sexta.- Declárese en reorganización el Registro de Empresas autorizadas para elaborar Estudios de Impacto Ambiental, creado por R.D. N° 080-92-ICTI-DGI, el que a partir de la fecha se denomina Registro de Consultores Ambientales. En consecuencia, la Autoridad Competente podrá establecer las nuevas condiciones para acceder al mismo y requerir a las empresas actualmente inscritas la actualización de la información a fin de determinar la vigencia de su inscripción.

Sétima.- La Autoridad Competente podrá desarrollar total o parcialmente las funciones que este Reglamento le asigna, a través de las Direcciones Regionales de Industria y Turismo o entidades u organismos públicos o privados que estime conveniente.

EXIGENCIA PARA EL INICIO DE NUEVAS ACTIVIDADES DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA

ANEXO I

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Como requisito previo al inicio de nuevas actividades, en los casos de proyectos cuyo riesgo ambiental esté considerado en el Artículo 14°. Para el caso de incremento en la capacidad de producción de tamaño de planta o instalación fabril, o relocalización; en caso que el riesgo ambiental esté considerado en el Artículo 14°.

DECLARACION DE IMPACTO AMBIENTAL

Como requisito previo al inicio de nuevas actividades, en los casos de proyectos cuyo riesgo ambiental no esté considerado en el Artículo 14° Para el caso de incremento en la capacidad de producción, de tamaño de planta o instalación fabril, o relocalización; en caso que el riesgo ambiental no esté considerado en el Artículo 14°.

REGISTRO DE CONSULTORES AMBIENTALES Y AUDITORES AMBIENTALES

CONSULTORES AMBIENTALES

- Autorizados a suscribir el Diagnostico Ambiental Preliminar.
- Autorizados a suscribir el informe Ambiental
- Autorizados a elaborar Estudios de Impacto Ambiental.
- Autorizados a elaborar Programas de Adecuación y Manejo Ambiental

AUDITORES AMBIENTALES

- A cargo de funciones de auditoría regulares, aleatorias por fiscalización o por denuncia.
- Autorizados a revizar y evaluar las DIA, EIA y PAMA, por encargo de la Autoridad Competente.

La Autoridad Competente podrá encargar a instituciones o personas naturales que cuenten con la debida experiencia, calificación y especialización, la revisión y evaluación de las DIA, EIA y PAMA

ANEXO II
PROCEDIMIENTO PARA LA ADECUACION GRADUAL
DE LAS ACTIVIDADES EN CURSO DE LA INDUSTRIA
MANUFACTURERA A LAS EXIGENCIAS AMBIENTALES
A TRAVES DEL PAMA

Obligaciones del Ministerio	Obligaciones del titular de la Industria
-Promulgación del Reglamento	-Monitoreo por parte de los titulares de las emisiones y efluentes de sus actividades
-Priorización de las Actividades Industriales para el proceso de adecuación.	-Presentación del Diagnostico Ambiental Preliminar
-Elaboración y Aprobación de los Protocolos de Monitoreo de Emisiones y Efluentes	-Presentación del Programa de Adecuación y Manejo Ambiental
-Establecimiento y Aprobación de los Patrones Ambientales.	-Ejecución del PAMA en un plazo no mayor de 5 años. Seguimiento del Plan de Manejo, auditorias e informes ambientales.
-Evaluación, revisión y resolución sobre el PAMA en un plazo de 120 días.	

3. Anexo N°3: Decreto Supremo N° 044-98-PCM

DIARIO OFICIAL
El Peruano
 FUNDADO EN 1825 POR EL LIBERTADOR SIMÓN BOLÍVAR

DIARIO OFICIAL
 INFORMES
 Vº Eº
 EL PERUANO

NORMAS LEGALES

Director: Enrique Sánchez Hernani

<http://www.editoraperu.com.pe>

Lima, miércoles 11 de noviembre de 1998

AÑO XVI - N° 6713

Pág. 165627

PCM

Aprueban el Reglamento Nacional para la Aprobación de Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles

DECRETO SUPREMO
 N° 044-98-PCM

EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA

CONSIDERANDO:

Que, mediante la Ley N° 26410 se creó el Consejo Nacional del Ambiente -CONAM- con la función, entre otras, de establecer criterios y patrones generales de ordenamiento y calidad ambiental, así como coordinar con los Sectores la fijación de los límites permisibles para la protección ambiental, de acuerdo con el inciso c) del Artículo 4° de la mencionada Ley;

Que, en cumplimiento de la Quinta Disposición Transitoria de la referida Ley, el CONAM convocó a la Comisión Técnica Multisectorial encargada de elaborar el proyecto del Reglamento Nacional para la Aprobación de Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles;

Que, a tales efectos se han aplicado los criterios establecidos en los Artículos 22° a 24° del Reglamento de Organización y Funciones del Consejo Nacional del Ambiente, aprobado por Decreto Supremo N° 048-97-PCM;

De conformidad con lo previsto en el inciso 8) del Artículo 118° de la Constitución Política del Perú y el inciso 2) del Artículo 31° del Decreto Legislativo N° 560, Ley del Poder Ejecutivo; y, Con el voto aprobatorio del Consejo de Ministros;

DECRETA:

Artículo 1°- Apruébase el Reglamento Nacional para la Aprobación de Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles, el mismo que consta de quince (15) Artículos reuñidos en cuatro (4) capítulos, ocho (8) disposiciones complementarias y dos (2) anexos (Diagrama de Flujo y Glosario de Términos).

Artículo 2°- El presente Decreto Supremo será refrendado por el Presidente del Consejo de Ministros, por el Ministro de Salud, por el Ministro de Energía y Minas, por el Ministro de Industria, Turismo, Integración y Negociaciones Comerciales Internacionales, por el Ministro de Agricultura, por el Ministro de Pesquería, por el Ministro de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción y por el Ministro del Interior.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los seis días del mes de noviembre de mil novecientos noventa y ocho.

ALBERTO FUJIMORI FUJIMORI
 Presidente Constitucional de la República

ALBERTO PANDOLFI ARBULU
 Presidente del Consejo de Ministros

MARINO COSTA BAUER
 Ministro de Salud

DANIEL HOKAMA TOKASHIKI
 Ministro de Energía y Minas

GUSTAVO CAILLAUX ZAZZALI
 Ministro de Industria, Turismo, Integración y Negociaciones Comerciales Internacionales

RODOLFO MUÑANTE SANGUINETI
 Ministro de Agricultura

LUDWIG MEIER CORNEJO
 Ministro de Pesquería

ANTONIO PAUCAR CARBAJAL
 Ministro de Transportes, Comunicaciones,
 Vivienda y Construcción

JOSE VILLANUEVA RUESTA
 Ministro del Interior

REGLAMENTO NACIONAL PARA LA APROBACION DE ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL Y LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES

Capítulo I Disposiciones Generales

Artículo 1° (Finalidad)- El presente reglamento tiene por finalidad establecer las etapas y los procedimientos para la aprobación de: (a) los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y (b) los Límites Máximos Permisibles (LMP) de las emisiones y efluentes.

Artículo 2° (Coordinación)- El desarrollo de los procedimientos será coordinado por el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM).

Artículo 3° (Instancia de coordinación)- La Comisión Técnica Multisectorial (CTM), es la instancia de coordinación y concertación a nivel político para la aprobación de los ECA y LMP.

La CTM está prevista en la Quinta Disposición Transitoria de la Ley N° 26410, en el D.S. N° 048-97-PCM y conformada de acuerdo con el Artículo 14° del Decreto del Consejo Directivo del CONAM N° 001-97-CONAMCD.

Capítulo II Del Programa Anual de ECA y LMP

Artículo 4° (Definición y contenido)- El Programa Anual de ECA y LMP es el documento aprobado por la CTM, que reúne el conjunto de proyectos multisectoriales y sectoriales para el estudio, revisión y aprobación de los ECA y LMP respectivos, durante el ejercicio anual correspondiente.

El Programa deberá establecer las prioridades, fuentes de financiamiento, cronogramas y responsabilidades para determinar los ECA y LMP, así como la composición de los Grupos de Estudio Técnico Ambiental (GESTA).

Artículo 5° (Solicitudes y propuestas)- Las solicitudes y propuestas para el establecimiento y/o revisión de ECA y LMP deben ser presentadas al CONAM, por alguno de los miembros de la CTM, fundamentando la necesidad de establecer los mismos y adjuntando los estudios preliminares que correspondan.

Artículo 6° (Criterios para la Elaboración y Aprobación del Programa Anual)- Para la priorización de los ECA y LMP que serán incorporados en el Programa Anual, el CONAM tomará en cuenta los siguientes criterios:

- a) La política nacional ambiental;
- b) Los de protección ambiental transectoriales concertados por la CTM para cada Programa Anual;
- c) Los requerimientos nacionales y sectoriales basados en las necesidades de carácter ambiental; y,
- d) Los ECA y LMP que deban ser revisados según lo dispuesto en la Primera Disposición Complementaria del presente reglamento.
- e) La necesidad de garantizar que los LMP guarden coherencia con los ECA.

El Programa Anual de ECA y LMP será aprobado por la CTM, teniendo como plazo máximo el 31 de octubre de cada año, debiendo ser publicado en el Diario Oficial El Peruano.

Las modificaciones que por razones de urgencia se efectúen al Programa Anual, serán aprobadas por la CTM conforme a lo dispuesto en el presente capítulo, las cuales también deberán ser publicadas en el Diario Oficial El Peruano.

Capítulo III Del Procedimiento

Artículo 7° (Etapas del procedimiento)- Los procedimientos de formulación de ECAs y LMPs tendrán las siguientes

etapas: (a) inicial, (b) estudio, (c) consulta pública, (d) decisión y (e) aprobación. La consulta intersectorial se mantendrá durante todas las etapas. El diagrama de flujo del procedimiento figura en el Anexo N° 01, el cual forma parte integrante del presente reglamento.

Artículo 8° (Etapas inicial).- La etapa inicial comprende la recepción de solicitudes y propuestas de ECA y LMP, así como su inclusión en el Programa Anual. Está a cargo del CONAM la formulación del Programa Anual. Esta etapa concluye con la aprobación del Programa Anual por la CTM.

Artículo 9° (Etapas de estudio).- La etapa de estudio comprende los análisis técnicos, socioeconómicos y ambientales, las consultas técnicas e intersectoriales y la preparación del informe y del anteproyecto.

El estudio para definir los LMP será desarrollado por el Sector asignado en el Programa Anual y el estudio para definir los ECA por el GESTA establecido; en ambos casos los estudios se efectuarán en los plazos y condiciones señalados en el Programa Anual.

El GESTA a través de su Secretario Técnico o el Sector asignado, son los autorizados a solicitar información directamente a cualquier organismo público o entidad privada, quedando éstos obligados a entregarla. Igualmente, podrán solicitar información y opiniones de terceros, especialistas e interesados; la información y opiniones obtenidas deberán quedar adjuntas al informe.

Sin perjuicio de las directivas o guías metodológicas que pueda aprobar el Consejo Directivo del CONAM sobre la estructura y contenidos del informe, éste deberá comprender entre otros: a) las alternativas analizadas debidamente sustentadas si las hubiera; b) un análisis de los efectos ambientales, socioeconómicos y de salud de la aplicación inmediata o gradual del anteproyecto; c) las condiciones y medios requeridos para el control y la vigilancia de su cumplimiento, así como las instituciones responsables de los mismos; d) la opinión de los sectores involucrados; y e) el anteproyecto de norma con su exposición de motivos.

Esta etapa concluye cuando el informe y anteproyecto son remitidos a la CTM, quien decidirá si los mismos reúnen o no las condiciones necesarias para pasar a la consulta pública. En caso negativo, éstos vuelven al Sector o al GESTA para efectuar los estudios correspondientes, debiendo la CTM indicar los fundamentos de su decisión.

Artículo 10° (Etapas de consulta pública).- Sin perjuicio de la reglamentación que dicte el CONAM en esta materia, para la consulta pública se procederá de la siguiente forma:

- El GESTA conducirá la consulta pública de los ECA, mientras que el Sector asignado lo hará para los LMP.
- Se efectuará la publicación del anteproyecto en el Diario Oficial El Peruano.
- Simultáneamente el informe se pondrá a disposición de los interesados.
- Se recibirán comentarios u observaciones por escrito de los interesados, dentro del plazo de 30 (treinta) días calendario, contados a partir de la fecha de la publicación efectuada.

El Sector o el GESTA, según corresponda, deberá analizar los comentarios y observaciones recibidos, debiendo absolverlos, reformando el anteproyecto de ser el caso. Los aspectos que no hubieran merecido observaciones no serán reconsiderados, salvo que se produjera alguna incompatibilidad en el anteproyecto.

Esta etapa concluye remitiendo el anteproyecto sin modificaciones o reformado, a la CTM.

Artículo 11° (Etapas de decisión).- En esta etapa la CTM decide la recomendación o no del anteproyecto. Si el anteproyecto no recibe la recomendación de aprobación de la CTM, lo devolverá al Sector o GESTA, disponiendo su revisión u otras medidas que se consideren pertinentes, debiendo indicar los fundamentos de la decisión.

Artículo 12° (Etapas de aprobación).- El CONAM remitirá a la Presidencia del Consejo de Ministros el proyecto de ECA o LMP, para su aprobación mediante Decreto Supremo, debiendo ser refrendado por los Sectores involucrados.

Capítulo IV De los Grupos de Estudio Técnico Ambiental (GESTA)

Artículo 13° (Grupos de Estudio Técnico Ambiental).- Los Grupos de Estudio Técnico Ambiental (GESTA), a que se refiere el Artículo 4° del presente reglamento, están compuestos por representantes de las instituciones de los sectores público y privado y por las personas naturales designadas por sus cualidades profesionales; y son los encargados de realizar los estudios y elaborar los anteproyectos de ECA, de conformidad con el Programa Anual aprobado.

Para estos fines el CONAM definirá el número de GESTA necesarios para cumplir con el Programa Anual asimismo designará a los Secretarios Técnicos asignará los recursos y

establecerá la composición y duración de cada GESTA. En cualquier momento, consultores de reconocida experiencia en las materias asignadas podrán participar en calidad de asesores de los GESTA.

Los Secretarios Técnicos propuestos deberán ser representantes de una de las instituciones integrantes de la CTM.

Una vez nombrados, los integrantes del GESTA tienen la obligación de instalarse, organizarse, participar activamente en el desarrollo del estudio encomendado y asistir regularmente a las sesiones.

Artículo 14° (Duración).- Los GESTA y sus miembros se mantienen en funciones durante el plazo previsto por el Programa Anual aprobado.

Artículo 15° (Funcionamiento de los GESTA).- El CONAM dictará las directivas generales necesarias para el buen desempeño de los GESTA, las que deberán cumplirse durante el desarrollo de los proyectos.

En la etapa de estudio, el Secretario Técnico del GESTA llevará las actas de las sesiones, en las que se registrarán las informaciones, resultado de las consultas u opiniones y los acuerdos adoptados. Los acuerdos de sesiones anteriores podrán ser reconsiderados si los integrantes presentes lo aceptan; si no se aceptara reconsiderar algún acuerdo se dejará constancia en el acta de la sesión.

Disposiciones Complementarias

Primera.- (Revisión).- Los ECA y LMP que se establezcan sobre la base de las disposiciones del presente reglamento, podrán ser revisados después de cinco (5) años de su aprobación, en los casos debidamente sustentados. El plazo señalado podrá variar en los casos técnicamente justificados y aprobados por la CTM.

La Secretaría Ejecutiva de CONAM difundirá los ECA y LMP vigentes, sus revisiones y modificaciones, incluyendo los criterios a la fecha de entrada en vigencia de este reglamento.

Segunda.- (Casos especiales).- La CTM podrá aprobar modificaciones a las etapas del procedimiento establecidas en el Capítulo III del presente reglamento, en los casos en que existan los fundamentos técnicos para:

- Reducir la etapa de estudio cuando se requiera adoptar un Estándar Internacional o de nivel internacional propuesto por una institución integrante de la CTM;
- Reducir hasta en veinte (20) días calendario la etapa de consulta pública.

Tercera.- (Aplicación del Reglamento).- Este reglamento será de aplicación inmediata. A tales efectos, la CTM aprobará el primer Programa Anual dentro de sesenta (60) días calendario de entrar en vigencia el presente reglamento.

Los ECA y los LMP existentes en la fecha de aplicación del presente reglamento mantienen su vigencia y en caso sean revisados, se aplicarán los criterios y procedimientos establecidos en el Artículo 6° y Capítulo III del presente reglamento.

Cuarta.- (Aplicación de los LMP).- Las actividades existentes a la fecha de entrada en vigencia de aquellos LMP establecidos según el procedimiento del presente reglamento, se adecuarán a los mismos en los plazos que establezca la norma que los apruebe, sin perjuicio de la estabilidad derivada de los programas, convenios y acuerdos celebrados con la autoridad competente antes de la vigencia del presente reglamento.

Los LMP que se aprueben siguiendo el presente reglamento, serán de aplicación inmediata para las actividades que se inicien luego de su vigencia.

Quinta.- (Aplicación de los ECA).- Los ECA que se aprueben siguiendo el presente reglamento entrarán en vigencia en forma inmediata.

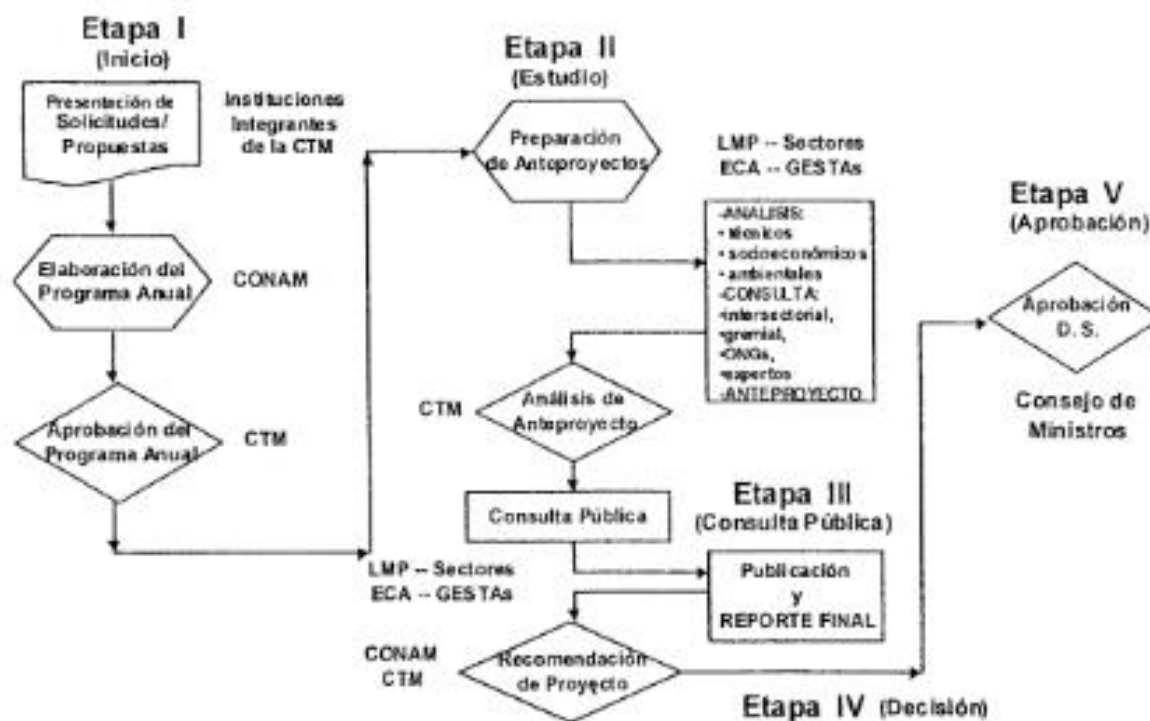
Sexta.- (Grupos de trabajo existentes).- Las comisiones, grupos de trabajo y otras instancias que a la fecha de entrada en vigencia del presente reglamento que estuvieran encargados de efectuar estudios y proponer ECAs o LMPs, continuarán sus actividades siempre y cuando ajusten sus procedimientos a lo dispuesto en este reglamento. En el caso de estudios cuyo propósito es proponer ECAs, los grupos de trabajo deberán ajustar su composición a la de un GESTA, de acuerdo a lo que señala el Capítulo IV del presente reglamento.

Séptima.- (Aplicación extraordinaria de estándares internacionales o de nivel internacional).- En el caso específico que se requiera un ECA o LMP y éstos no hubieran sido aprobados en el país para la actividad correspondiente, el Sector competente utilizará sólo para ese caso específico un estándar internacional o de nivel internacional, previa coordinación con los sectores involucrados y el CONAM. Para estos casos el CONAM mantendrá un registro actualizado de los estándares internacionales o de nivel internacional que hayan sido utilizados en el país.

Octava.- (Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú).- Los ECA y LMP deberá, en lo posible, ser expresados considerando el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUP).

Anexo N° I

Diagrama de Flujo sobre la Aprobación de ECA y LMP



Anexo II**Glosario de Términos****Estándar de Calidad Ambiental (ECA)**

Es la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, en el aire, agua o suelo en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni del ambiente.

Dependiendo del parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresado en máximos, mínimos o rangos.

Límite Máximo Permisible (LMP)

Es la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un effluente o a una emisión, que al ser excedido causa o puede causar daños a la salud, bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente.

Dependiendo del parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresado en máximos, mínimos o rangos.

Estándar Internacional

Es aquel estándar que procede de un organismo del Sistema de las Naciones Unidas.

Estándar de Nivel Internacional

Es aquel estándar adoptado por algún país o comunidad de países.

Effluente

Descarga líquida de materiales de desecho en el ambiente, el cual puede estar tratado o sin tratar. Generalmente se refiere a aguas contaminadas.

Emisión

Todo fluido gaseoso, puro o con sustancias en suspensión; así como toda forma de energía radioactiva o electromagnética (sonido), que emanen como residuos o productos de la actividad humana.

Caso ambiental específico

Está referido a las situaciones particulares, tales como la aprobación de estudios de impacto ambiental o Programa de adecuación ambiental.

4. Anexo N°4 Decreto Supremo N° 003-2002-PRODUCE

DECRETO SUPREMO N° 003-2002-PRODUCE

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el Artículo 2 inciso 22) de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida;

Que, el Código del Medio, Ambiente y los Recursos Naturales, establece en el Artículo I de su Título Preliminar, que es obligación de todos la conservación del ambiente y, en particular del Estado, la prevención y control de la contaminación ambiental;

Que, de acuerdo con el artículo 50 del Decreto Legislativo N° 757, "Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada", las Autoridades Sectoriales Competentes para conocer sobre los asuntos relacionados con la aplicación de las disposiciones del Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, son los Ministerios de los sectores correspondientes a las actividades que desarrollan las empresas;

Que, de conformidad con los artículos 4 y 5 de la Ley N° 27789, corresponde al Ministerio de la Producción proponer políticas y normas de protección del medio ambiente y recursos naturales aplicables a las actividades industriales manufactureras, supervisando su cumplimiento;

Que, mediante Decreto Supremo N° 019-97-ITINCI, se aprobó el Reglamento de Protección Ambiental para el Desarrollo de las Actividades de la Industria Manufacturera, el cual establece las obligaciones que deben cumplir las empresas industriales manufactureras para prevenir, controlar y mitigar la contaminación ambiental, para lo cual sin embargo se requiere determinar los límites máximos permisibles de contaminación ambiental;

Que, por Decreto Supremo N° 044-98-PCM se aprobó el Reglamento Nacional para la Aprobación de Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles, el mismo que establece que el estudio para definir la propuesta de LMP será desarrollado por el Sector asignado en el Programa Anual de Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles, y sometido a consulta pública para su posterior aprobación mediante Decreto Supremo con el voto aprobatorio del Consejo de Ministros;

Que, la Resolución Presidencial N° 088-99-CONAM/PCD que aprobó el Programa Anual 2000, autorizó la formulación de la propuesta de Límites Máximos Permisibles aplicables a las actividades industriales manufactureras de producción de cemento, cerveza, curtiembre y papel;

Que, se ha cumplido con los tramites y requisitos establecidos en la normatividad vigente, contándose con la recomendación de la Comisión Ambiental Transectorial para su aprobación;

De conformidad con lo dispuesto en el inciso 8) del Artículo 118 de la Constitución Política del Perú y el inciso 2) del Artículo 3 del Decreto Legislativo N° 560, Ley del Poder Ejecutivo; y,

Con el voto aprobatorio del Consejo de Ministros;

DECRETA:

Artículo 1.- Alcance.

El presente Decreto Supremo es aplicable a todas las empresas nacionales o extranjeras, públicas o privadas con instalaciones existentes o por implementar, que se dediquen en el país a las actividades industriales manufactureras de producción de cemento, cerveza, curtiembre y papel.

Artículo 2.- Glosario de Términos.

Para los efectos de la presente norma se considera:

a. Limite Máximo Permisible (LMP): Es la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o a una emisión, que al ser excedido causa o puede causar daños a la salud, bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente.

Dependiendo del parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresado en máximos, mínimos o rangos.

Limite Máximo Permisible de Efluentes para alcantarillado: Nivel de concentración o cantidad de uno o mas elementos o sustancias en los efluentes que se descargan al alcantarillado, que al ser excedido puede ocasionar daños a la Infraestructura del Sistema de Alcantarillado y procesos de tratamiento de las aguas servidas, y consecuentemente afectación a los ecosistemas acuáticos y salud de las personas.

Limite Máximo Permisible de Efluentes para aguas superficiales: Nivel de concentración o cantidad de uno o mas elementos o sustancias en los efluentes que se descargan a las aguas superficiales, que al ser excedido causa o puede causar daños a la salud, los ecosistemas acuáticos y la infraestructura de saneamiento, que es fijado por la Autoridad Competente y es legalmente exigible.

Limite Máximo Permisible para emisiones de los hornos: Nivel de concentración o cantidad de uno o más elementos o compuestos de los hornos que se descargan al ambiente, que al ser excedido causa o puede causar daños a la salud, bienestar humano y al ambiente. Es fijado por la Autoridad Competente y es legalmente exigible.

b. Diagnóstico Ambiental Preliminar (DAP): Es el estudio que se realiza antes de la elaboración del PAMA que contiene los resultados derivados del programa de monitoreo en función a los Protocolos de Monitoreo, con el objeto de evaluar los impactos a identificar los problemas que se estén generando en el ambiente por la actividad de la industria manufacturera.

c. Programas de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA): Programa que contiene las acciones, políticas e inversiones necesarias para reducir prioritariamente la cantidad de sustancias peligrosas o contaminantes que ingresan al sistema o infraestructura de disposición de residuos o que se viertan o emitan al ambiente; realizar acciones de reciclaje y reutilización de bienes como medio para reducir los niveles de acumulación de desechos y prevenir la contaminación ambiental; y reducir o eliminar las emisiones y vertimientos para poder cumplir con los patrones ambientales establecidos por la Autoridad Competente.

d. Guia de Manejo Ambiental: Documento de orientación expedido por la Autoridad Competente sobre lineamientos aceptables para los distintos subsectores o actividades de la industria manufacturera con la finalidad de propiciar un desarrollo sostenible.

En consideración a las características distintivas de cada subsector o actividad de la industria manufacturera, la Autoridad Competente podrá preparar Guías de Manejo Ambiental aplicables solamente a uno o más de éstos.

e. Guía de Buenas Prácticas: Documento que permite identificar oportunidades de mejoras asociadas a la industria manufacturera y describir métodos de operación y prácticas industriales que pueden ser implementadas con el fin de utilizar más eficientemente los recursos, gestionar adecuadamente los residuos y en general reducir los impactos ambientales ocasionados por la industria manufacturera.

f. Valor Referencial: Nivel de concentración de contaminantes o valor de parámetro físico y/o químico que debe ser monitoreado obligatoriamente para el establecimiento de los límites máximos permisibles.

Artículo 3.- Límites Máximos Permisibles y Valores Referenciales.

Aprobar los Límites Máximos Permisibles (LMP) y Valores Referenciales aplicables por la Autoridad Competente, a las actividades industriales manufactureras de cemento, cerveza, curtiembre y papel, en los términos y condiciones que se indican en el Anexo 1, Anexo 2 y Anexo 3, que forman parte integrante del presente Decreto Supremo.

Artículo 4.- Límites Máximos Permisibles para Actividades en Curso o que se inician.

Los Límites Máximos Permisibles aprobados son de cumplimiento obligatorio a inmediato para el caso de las actividades o instalaciones industriales manufactureras de cemento, cerveza, curtiembre y papel que se inician a partir de la fecha de vigencia del presente Decreto Supremo.

Tratándose de actividades en curso a la fecha de vigencia de la presente norma, los Límites Máximos Permisibles deberán ser cumplidos en un plazo no mayor de cinco (5) años, que excepcionalmente podrá ser extendido por un plazo adicional no mayor de dos (2) años, en los casos en los cuales los Programas de Adecuación y Manejo Ambiental prioricen acciones destinadas a promover métodos de prevención de la contaminación y respondan a los objetivos de protección ambiental contenidos en las Guías de Manejo Ambiental. El Ministerio de la Producción determinará en forma particular, los plazos que corresponde a cada titular de la actividad manufacturera, al momento de la aprobación del respectivo Diagnóstico Ambiental Preliminar o Programa de Adecuación y Manejo Ambiental, según corresponda.

Artículo 5.- Valores Referenciales para curtiembre y papel

Los Valores Referenciales establecidos para el caso de las actividades industriales manufactureras de curtiembre y papel, serán evaluados con la información generada a través de informes de monitoreo, a fin de determinar su idoneidad o necesidad de efectuar ajustes y darles posteriormente el carácter de Límites Máximos Permisibles.

En la revisión de los Valores Referenciales se tomará en cuenta la información proveniente de los estudios ambientales presentados ante el Ministerio de la Producción y de las correspondientes acciones de fiscalización realizadas.

Artículo 6.- Programas de Monitoreo para los subsectores cemento y papel.

Las empresas del Subsector Cemento deberán desarrollar un Programa de Monitoreo de dos años para el parámetro SO₂, con una frecuencia semestral, según lo establecido en el Protocolo de Monitoreo de Emisiones Atmosféricas aprobado mediante Resolución Ministerial N° 026-2000-ITINCI-DM; a fin de contar con la línea base correspondiente que permita establecer el Límite Máximo Permisible para este parámetro.

Las empresas del Subsector Papel, según corresponda de acuerdo a su proceso, deberán desarrollar un Programa de Monitoreo de dos años para los parámetros H₂S, Cloro y Amoníaco, con una frecuencia semestral, según lo establecido en el Protocolo de Monitoreo de Emisiones Atmosféricas aprobado mediante Resolución Ministerial N° 026-2000-ITINCI-DM; a fin de contar con la línea base correspondiente que permita determinar los Límites Máximos Permisibles para estos parámetros.

El Ministerio de la Producción en casos justificados podrá determinar una frecuencia trimestral para la realización de los monitoreos.

CONCORDANCIAS: [R.M. N° 288-2003-PRODUCE, Art. 1](#)

Artículo 7.- Diagnóstico Ambiental Preliminar

Las empresas industriales manufactureras en actividad de los Subsectores cemento, cerveza y papel, deberán presentar un Diagnóstico Ambiental Preliminar al Ministerio de la Producción, para lo cual dentro del plazo de treinta (30) días útiles de publicado el presente Decreto Supremo, comunicarán a la autoridad competente el nombre de la empresa de consultoría ambiental debidamente registrada, a la que el titular de la actividad manufacturera hubiese contratado para cumplir con lo dispuesto en la presente norma.

La referida comunicación deberá precisar la fecha de inicio del monitoreo necesario para la formulación del correspondiente DAP, documento este último que deberá ser presentado en un plazo no mayor de treinta (30) días útiles de concluido el monitoreo.

La fecha de inicio del monitoreo a que se refiere el párrafo precedente deberá concretarse dentro del plazo máximo de noventa (90) días calendario de la fecha de vigencia del presente Decreto Supremo.

Para el caso de las empresas pertenecientes al subsector curtiembre, el Ministerio de la Producción propondrá posteriormente las medidas preventivas, de mitigación y/o correctivas a ser implementadas a corto plazo.

Artículo 8.- Programas de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA).

Las empresas que en cumplimiento de lo dispuesto en el presente Decreto Supremo y que como resultado de la evaluación de su DAP deban ejecutar un PAMA u otras medidas de adecuación ambiental, están obligadas a presentar informes semestrales al Ministerio de la Producción, dando cuenta de los monitoreos efectuados y del cumplimiento de sus obligaciones de adecuación ambiental.

El Ministerio de la Producción en función a la complejidad de los distintos casos, determinará el plazo para la formulación y presentación de los respectivos PAMA.

Artículo 9.- Micro y Pequeña Empresa Industrial.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 8 del Decreto Supremo N° 019-97-ITINCI, la micro y pequeña empresa industrial está obligada a cumplir lo dispuesto en la presente norma, pudiendo hacerlo en forma colectiva por grupo de actividad industrial, por concentración geográfica u otros criterios similares, previa conformidad expresa del Ministerio de la Producción.

Artículo 10.- Empresas con PAMA aprobados.

Las empresas comprendidas en el presente Decreto Supremo que a la fecha tengan aprobado o se encuentren ejecutando un PAMA u otros estudios de adecuación ambiental similares, adecuarán sus LMP a los establecidos en la presente norma, sin perjuicio de las condiciones y plazos en ellos establecidos. En casos debidamente acreditados, se podrá obtener plazos especiales de adecuación.

Artículo 11.- Plazo de adecuación.

El plazo de adecuación no excederá de 5 años contados a partir de la aprobación del PAMA respectivo; pudiendo ser extendido por un plazo no mayor de 2 años, en los casos en que los PAMAs contengan acciones destinadas a promover métodos de prevención de la contaminación y respondan a los objetivos de protección ambiental contenidos en las guías de manejo ambiental.

El PAMA contará con un Cronograma detallado de cumplimiento para su respectivo seguimiento.

Artículo 12.- Del incumplimiento de las disposiciones. .

Los casos de incumplimiento serán tratados conforme al Régimen de Sanciones e Incentivos del Reglamento de Protección Ambiental para el Desarrollo de Actividades en la Industria Manufacturera, aprobado mediante Decreto Supremo N° 025-2001-ITINCI.

Artículo 13.- Refrendo.

El presente Decreto Supremo será refrendado por el Presidente del Consejo de Ministros y por el Ministro de la Producción y entrará en vigencia al día siguiente de su publicación.

DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA:

Primera.- Los Valores Referenciales establecidos en el Anexo N° 2 para los Subsectores de Curtiembre y Papel, tendrán un periodo de vigencia de 2 años a partir de la fecha publicación de la presente norma, debiendo los titulares de dichas empresas realizar un programa de monitoreo de 2 años, con una frecuencia semestral. Posteriormente, entrarán en vigencia los Límites Máximos Permisibles que durante este periodo el Ministerio de la Producción establezca en base a los monitoreos y estudios realizados. Para tal efecto, los titulares de las empresas deberán presentar reportes de medición de los parámetros establecidos, de acuerdo a lo dispuesto en el Protocolo de Monitoreo de Emisiones de Efluentes Líquidos aprobado mediante Resolución Ministerial N° 026-2000-ITINCI/DM.

CONCORDANCIAS: [R.M. N° 288-2003-PRODUCE, Art. 1](#)

Segunda.- Los LMP para el subsector papel, en cuanto a los parámetros de partículas, NOx, SO₂ y VOC, serán propuestos en coordinación con el Ministerio de Energía y Minas y demás sectores involucrados, a partir, entre otros, de la información resultante de la implementación del Proyecto "Eficiencia Energética de los Calderos Industriales", el cual comprende a todos los Sectores que utilizan calderos en sus procesos productivos.

Tercera.- El Decreto Supremo N° 028-60 del 29.11.60 "Reglamento de Desagües Industriales" se mantiene vigente en todo lo que no se oponga a lo dispuesto en el presente Decreto Supremo.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los tres días del mes de octubre del año dos mil dos.

ALEJANDRO TOLEDO

Presidente Constitucional de la República

LUIS SOLARI DE LA FUENTE

Presidente del Consejo de Ministros

EDUARDO IRIARTE JIMÉNEZ

Ministro de la Producción

ANEXO 1

LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE DE EFLUENTES PARA ALCANTARILLADO DE LAS ACTIVIDADES DE CEMENTO, CERVEZA, PAPEL Y CURTIEMBRE

PARÁMETROS	CEMENTO		CERVEZA		PAPEL		CURTIEMBRE	
	EN CURSO	NUEVA	EN CURSO	NUEVA	EN CURSO	NUEVA	EN CURSO	NUEVA
PH	6 - 9	6 - 9	6 - 9	6 - 9	6 - 9	6 - 9		6.0 - 9.0
Temperatura (°C)	35	35	35	35	35	35	35	35
Sólidos Susp. Tot. (mg/l)	100	50	500	350	1000	500		500
Aceites y Grasas (mg/l)			20	15	100	50	100	50
DBO ₅ (mg/l)			1000	500		500		500
DQO (mg/l)			1500	1000		1000		1500
Sulfuros (mg/l)								3
Cromo VI (mg/l)								0.4
Cromo Total (mg/l)								2
N - NH ₄ (mg/l)								30
Coliformes Fecales, NMP/100ml							*	*

* En el caso del Subsector Curtiembre, no se ha fijado valores para el parámetro Coliformes fecales, dado que la data recopilada no era representativa, ni confiable. Asimismo, no ha sido posible identificar data a nivel nacional, ni en los países analizados sobre LMP específicos para este parámetro en curtiembres, por lo que se ha desestimado la definición de este LMP.

LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE DE EFLUENTES PARA AGUAS SUPERFICIALES DE LAS ACTIVIDADES DE CEMENTO, CERVEZA, PAPEL Y CURTIEMBRE

PARÁMETROS	CEMENTO		CERVEZA		PAPEL		CURTIEMBRE	
	EN CURSO	NUEVA	EN CURSO	NUEVA	EN CURSO	NUEVA	EN CURSO	NUEVA
PH	6 - 9	6 - 9	6 - 9	6 - 9	6 - 9	6 - 9	5.0 - 8.5	5.0 - 8.5
Temperatura (°C)	35	35	35	35	35	35	35	35
Sólidos Susp. Tot. (mg/l)	50	30	50	30	100	30	50	30
Aceites y Grasas (mg/l)			5	3	20	10	25	20
DBO ₅ (mg/l)			50	30		30	50	30
DQO (mg/l)			250	50		50	250	50

Sulfuro (mg/l)		1	0.5
Cromo VI (mg/l)		0.3	0.2
Cromo Total (mg/l)		2.5	0.5
Coliformes Fecales, NMP/100ml		4000	1000
N - NH ₄ (mg/l)		20	10

* En curso: Se refiere a las actividades de las empresas de los subsectores cemento, papel y curtiembre que a la fecha de vigencia del presente Decreto Supremo se encuentran operando.

** Nueva: Se refiere a las actividades de las empresas de los subsectores cemento, papel y curtiembre que se inicien a partir de la fecha de vigencia del presente Decreto Supremo.

ANEXO 2

VALORES REFERENCIALES DE EFLUENTES PARA ALCANTARILLADO Y AGUAS SUPERFICIALES DE LAS ACTIVIDADES EN CURSO DE LOS SUBSECTORES CURTIEMBRE Y PAPEL

PARÁMETROS	CURTIEMBRE (Alcantarillado)	PAPEL	
		Aguas Superficiales	Alcantarillado
Grado de Acidez o Alcalinidad (pH)	6.5 - 9.5		
Demanda Química de Oxígeno (DBO ₅), mg/l	1000	250	1000
Demanda Química de Oxígeno (DQO) mg/l	2500	1000	3000
Sólidos Suspendidos Totales (SST), 1000 mg/l			
Sulfuro, (mg/l)	10		
Cromo + 6 (mg/l)	0.5		
Cromo Total (mg/l)	5		
Nitrógeno Amoniacal (N - NH ₄), mg/l	50		

* En curso: Se refiere a las actividades de las empresas de los subsectores curtiembre y papel que a la fecha de vigencia del presente Decreto Supremo se encuentran operando.

ANEXO 3

LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE (LMP) PARA EMISIONES DE LOS HORNOS DE LA INDUSTRIA CEMENTERA DEL PERÚ

Parámetro	Horno	LMP (mg/m ³)
Material Particulado	En curso	250
		150

	Nuevo	
--	-------	--

La emisión de material particulado (MP) por horno (EH) es el promedio ponderado de las emisiones de la totalidad de las chimeneas de cada horno, incluyendo la chimenea de bypas para control de álcalis o cloro y se calcula con la siguiente ecuación:

$$EH = (\sum C_i Q_i) / \sum Q_i$$

Donde:

EH = Emisión combinada de la línea de producción, en mg/m³

C_i = Concentración de la chimenea "i", en mg/m³

Q_i = Flujo de gases de la chimenea "i", en m³/seg

i = Número de chimenea

5. Anexo N°5 Matriz de Consistencia

Problema	Objetivo	Justificación	Hipótesis	Variables	Indicadores	Metodología
<p>Problema Principal</p> <p>¿Cuánto se puede recuperar de cromo total para que los efluentes no presenten alta carga del elemento mediante la precipitación química con Na (OH).?</p> <p>Problemas Secundarios</p> <p>¿Cuál es la composición físico - química del efluente generado por la empresa Incapieles E.I.R.L. del proceso de curtido?</p> <p>¿La concentración de cromo total, VI y III</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Recuperar la mayor concentración de cromo total de los efluentes del proceso de curtido de la empresa curtiembre “INCAPIELES” aplicando el método de precipitación química Na (OH).</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>Caracterizar el efluente del proceso de curtido de la empresa Incapieles E.I.R.L. para identificar que elementos existen aparte del Cromo.</p>	<p>En el aspecto ambiental: la industria de curtiembre genera una gran cantidad de residuos sólidos y líquidos que necesitan tratamiento adecuado antes de ser vertidos a los alcantarillados o cuerpos de agua.</p> <p>Estos efluentes contaminados contienen metales como cromo, sulfuro y azufre, dañinos para el entorno ambiental.</p> <p>En el aspecto social: La medición de la exposición a</p>	<p>Hipótesis General.</p> <p>Es probable que el proceso de precipitación con hidróxido de sodio permita la recuperación de cromo total de los efluentes de la curtiembre</p> <p>INCAPIELES mayor a un 50% del contenido de cromo identificado inicialmente.</p> <p>Hipótesis Específicas.</p> <p>Es probable que al realizar un análisis de características físico-químicas, se</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>Concentración de Na(OH)</p> <p>Tiempo de agitación</p> <p>Variable Dependiente</p> <p>Concentración de Cromo total recuperado por el método de precipitación química.</p>	<p>Concentración de Cromo Total Inicial</p> <p>Concentración Inicial de Cr(III) y (VI)</p> <p>Caracterización de elementos químicos presentes</p> <p>- Concentración de Cromo Total Final</p> <p>- Concentración Final de Cr(III) y (VI)</p>	<p>Recojo de muestras de efluente</p> <p>Acondicionamiento de muestras para análisis inicial</p> <p>Filtración Primaria</p> <p>Experimentación con Na(OH) para reducir el cromo en el efluente</p> <p>Filtración de solución contaminada tratada con Na(OH)</p> <p>Análisis experimental.</p> <p>Conclusiones.</p>

<p>después de la precipitación química con Na(OH) superara los límites máximos permisibles?</p> <p>¿Cuál será el porcentaje de reducción con precipitación con Na(OH) de cromo total en el efluente?</p> <p>¿Cuáles serán los factores óptimos de las variables para reducir el máximo de cromo total?</p> <p>¿Serán influyentes las variables masa de hidróxido de sodio y tiempo de reacción frente a la recuperación de cromo en la precipitación</p>	<p>Identificar si la presencia de Cromo total, Cromo VI y Cromo III en los efluentes del proceso de curtido de la empresa Incapieles E.I.R.L. se encuentra en los límites máximos después de la experimentación con Na (OH).</p> <p>Cuantificar el porcentaje de reducción de Cromo Total en el efluente.</p> <p>Determinar la concentración de Na (OH) y tiempo de agitación óptimas para la reducción máxima de cromo en el efluente.</p> <p>Identificar la</p>	<p>numerosos factores ambientales es compleja porque no disponemos de sistemas adecuados de información y vigilancia sanitaria que permitan valorar la magnitud y gravedad de los riesgos.</p> <p>Debido a su degradación, el cromo generalmente no permanece en la atmosfera, sino que se deposita en el suelo y en el agua; y puede cambiar de una forma a otra en el agua y el suelo, dependiendo de las condiciones presentes de este modo llegar a la cadena alimenticia</p>	<p>encuentre otros elementos en el efluente recogido del proceso de curtido de la empresa Incapieles E.I.R.L.</p> <p>Es probable que la concentración de cromo total, Cromo III y Cromo VI en los efluentes del proceso de curtido supere los Imp y que al realizar la experimentación las concentraciones disminuyan hasta niveles aceptables.</p> <p>Es probable que el proceso de precipitación con hidróxido de sodio permita la reducción de cromo total en los efluentes de la curtiembre</p>			
--	---	---	---	--	--	--

<p>química?</p> <p>¿Cuál será el modelo matemático del diseño de experimentos establecido?</p>	<p>influencia de las variables:</p> <p>Concentración de Na(OH) y tiempo de agitación en la experimentación.</p> <p>Establecer el modelo matemático para la reducción de cromo que involucre las variables de Concentración de Na(OH) y tiempo de agitación.</p>	<p>y afectar al ser humano.</p> <p>En el aspecto técnico: A través de esta investigación se podrá determinar la eficiencia de recuperación de cromo total de los efluentes de la industria de curtiembre en Arequipa y la reducción de carga contaminante por este metal, que adecuándose a la industria de la curtiembre podrían evitar sanciones por parte de entidades fiscalizadoras ambientales, optimizar su proceso</p>	<p>INCAPIELES hasta en un 90%.</p> <p>Es probable que al precisar el desarrollo experimental y el uso del software Statgraphic se pueda lograr la obtención de datos óptimos para la reducción de cromo.</p> <p>Es probable que la variable concentración de Na(OH) y la variable tiempo de agitación influyan en el proceso de precipitación de cromo.</p> <p>f) Es probable que se pueda generar un diseño matemático para la reducción de cromo en efluentes mediante el programa</p>			
--	---	---	--	--	--	--

		de curtido y poder certificarse como una empresa con responsabilidad ambiental.	Statgraphic.			
--	--	---	--------------	--	--	--

6. Anexo N°6 Resultados de Analisis de laboratorio

LAS **Laboratorios Analíticos del Sur**
Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú

Tel: (054) 443294 Fax: (054) 444582 www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

INFORME DE ENSAYO LAS-18-00717

Pág: 1/2

Hoja de datos

Selones: MARJORIE SANTOS PARDO
Dirección: UPEL FRANCISCO PAULIST MOSTAJO F-10 MIRAFLORES AREQUIPA
Atención: MARJORIE SANTOS PARDO
Proyecto: -

Producto(s) Declarado(s): Sedimentos
No de muestra(s): 2
Muestra a cargo de(s): MARJORIE SANTOS PARDO
Registro de muestra(s): 005-18
Fecha de recepción: 02/02/2018
Fecha de ensayo: 02/02/2018
Fecha de emisión: 06/02/2018
Condiciones de recepción de la muestra:
Observaciones: -

Método de ensayo aplicado
*7033 EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en suelos y sedimentos por CP-CES, Revisión 4.4
*7034 Método de Ensayo para Cromo VI en Suelos y Sedimentos - Polvores

Cod. Int. #	Número de muestra	Lugar de muestra	Punto de muestreo y/o coordenadas Coordenadas UTM Este / Norte	Fecha de muestreo	Hora de muestreo
201800007	MUESTRA N° 1	UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS / ZONE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO / AREQUIPA	LABORATORIO UAP	15/01/18	08:30 p.m.
201800008	MUESTRA N° 2	UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS / ZONE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO / AREQUIPA	LABORATORIO UAP	15/01/18	08:30 p.m.



LAS **Laboratorios Analíticos del Sur**
Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú

Tel: (054) 443294 Fax: (054) 444582 www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

INFORME DE ENSAYO LAS-18-00717

02/02/2018
Pág: 3/2

Hoja de resultados

MT=metales totales

Código interno I	Número de Muestra	TM03 Cr BT ppm	TM04 Cr VI ppm	Cr III ppm
201800007	MUESTRA N° 1	124.0	116.00	124.0
201800008	MUESTRA N° 2	96	116.05	96





Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú / Apartado 2102

Tel: (054) 443294 Fax: (054) 444582

www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

INFORME DE ENSAYO LAS-16- 03420

Pág: 1/4

Sistema: RODOLFO POREZ MENDEZ
Dirección: LIND. PIEDRA SANTA 523 YANAWAJARA AREQUIPA
Atención: RODOLFO POREZ MENDEZ
Proyecto: ---
No. de muestras: 1
Tema de muestra realizado por: Cliente: RODOLFO POREZ MENDEZ
Registro de muestra: 012-16
Fecha de recepción: 20/05/2016
Fecha de ensayo: 20/05/2016
Fecha de emisión: 20/05/2016
Condiciones de recepción de la muestra: Muestras debidamente conservadas
Observaciones: Datos proporcionados por el cliente

Método de ensayo aplicado

*3082 (P) 2007 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-AES, Revisión 4.4.

Cod. M. #	Nombre de muestra	Matriz de la muestra	Lugar de muestreo	Parte de muestra y/o contenedor Cuerpo del LTR Etc / Nota	Fecha de inicio de muestra	Hora de inicio de muestra
AG1603011	RESIDUO CROMO I	Aguas Residual - Agua Residual Industrial	CUTERREROS DE RIO SECO / CERRO COLORADO / AREQUIPA / PERU	BOTALLAS DE RIO SECO	20/05/16	08:00 a.m.

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Cesar A. Juárez Soto
Gerente de Operaciones
M. Sc. Ingeniero Químico CIP 11420



Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú / Apartado 2102

Tel: (054) 443294 Fax: (054) 444582

www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

INFORME DE ENSAYO LAS-16- 03420

Hoja de resultados

27/05/2016

Pág: 2/4

MT=metales totales

Código Internacional	Nombre de Muestra	3003 Ag MT mg/L	3002 Al MT mg/L	3002 S MT mg/L	3002 Ca MT mg/L	3002 Be MT mg/L	3002 Cs MT mg/L	3002 Cd MT mg/L	3002 Co MT mg/L	3002 Cr MT mg/L	3002 Cu MT mg/L
AG1603011	RESIDUO CROMO I	0.0229	1.82	25.15	0.20730	<=0.000075	>250	0.027143	<=0.000094	>80	0.1242

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Cesar A. Juárez Soto
Gerente de Operaciones
M. Sc. Ingeniero Químico CIP 11420



Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú / Apartado 2102

Telf: (054) 443294 Fax: (054) 444582

www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

INFORME DE ENSAYO LAS-16- 03420

Hoja de resultados

27/05/2016

Pág.: 3/4

Código Interno #	Nombre de Muestra	3002 Fe NT mg/L	3002 K MT mg/L	3002 Li NT mg/L	3002 Mg MT mg/L	3002 Mn MT mg/L	3002 Mo NT mg/L	3002 Na MT mg/L	3002 Ni NT mg/L	3002 P NT mg/L	3002 Pb MT mg/L	3002 Sb MT mg/L
AQ10000811	RESIDUO CROMO 1	6.76	>250	2.0752	>250	0.202756	≈0.00030	>1250	0.70346	11.20	0.0074	0.0568

[Firma]
Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto
Gerente de Operaciones
M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114026



Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú / Apartado 2102

Telf: (054) 443294 Fax: (054) 444582

www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

INFORME DE ENSAYO LAS-16- 03420

Hoja de resultados

27/05/2016

Pág.: 4/4

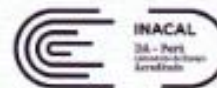
Código Interno #	Nombre de Muestra	3002 Se MT mg/L	3002 SO ₄ MT mg/L	3002 Sn NT mg/L	3002 Sr MT mg/L	3002 Tl MT mg/L	3002 Ti NT mg/L	3002 V MT mg/L	3002 Zn MT mg/L
AQ10000811	RESIDUO CROMO 1	≈0.002	69.00	≈0.00085	2.191	0.21410	3.9611	≈0.00014	1.302

[Firma]
Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto
Gerente de Operaciones
M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114026



Laboratorios Analíticos del Sur

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN DEL
INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



Instituto INACAL - 001

INFORME DE ENSAYO LAS-16- 05986

Pág: 1/2

Señor: RODOLFO PEREZ MENDEZ
 Dirección: URB. PEDRA SANTA M-23 YANAWIARA AREQUIPA
 Atención: RODOLFO PEREZ MENDEZ
 Proyecto: —
 Nro de muestras: 1
 Toma de muestra realizado por: Cliente: RODOLFO PEREZ MENDEZ
 Registro de muestreo: 351-16
 Fecha de recepción: 24/08/2016
 Fecha de ensayo: 24/08/2016
 Fecha de emisión: 27/08/2016
 Condiciones de recepción de la muestra: Muestras debidamente conservadas.
 Observaciones: Datos proporcionados por el cliente

Método de ensayo aplicado

107 Método de Ensayo para Cromo VI fotométrico en agua

106 Método de Ensayo para Cromo III fotométrico en agua

641 Determinación de Sólidos Suspendidos en agua SMEWN, 22th Ed. Item 2540-Solids D. Total Suspended Solids Dried at 103 - 105 °C (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)

Cod Int. #	Nombre de muestra	Matriz de la muestra	Lugar de muestreo	Punto de muestreo y/o coordenadas Coordenadas UTM Este / Norte	Fecha de inicio de muestreo	Hora de inicio de muestreo
AG16001047	RELAVE DE CURTIEMBRE	Agua Residual - Agua Residual Industrial	GUTIERRES DE RIO SECO / CERRO COLORADO / AREQUIPA / AREQUIPA	BOTALES DE RIO SECO	19/08/16	07:00 a.m.

[Firma manuscrita]
 Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
 Sixto Vicente Juárez Neira
 Gerente General
 Ing. Gustavo César Vázquez

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

“Valor numérico” = Límite de detección del método, “Valor Numérico” = Límite de cuantificación del método.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Parque Industrial Río Seco C - 1 Cerro Colorado - Arequipa - Perú
 Teléfono (054) 443294 Fax (054) 444582 www.laboratoriosanaliticosdelsur.com



Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN DEL
INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Regimen #127-193

INFORME DE ENSAYO LAS-16- 05986

Hoja de resultados

27/08/2016

Pág.: 2/2

Código Interno	Nombre de Muestra	1907 Cr VI mg/L	1907 Cr III mg/L	946 SST mg/L
AG19001047	RELAVE DE CURTIEMBRE	120	3360	67

[Firma]
Luzmila J. Jarama
Socio-Fundadora
Gerente General
Río Seco Colorado - Arequipa

Laboratorios Analíticos del Sur S.A. - P.I. S.A.

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

“Valor numérico” = Límite de detección del método, “Valor Numérico” = Límite de cuantificación del método.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Parque Industrial Río Seco C - 1 Centro Colorado - Arequipa - Perú
Teléfono (054) 443294 Fax (054) 444582 www.laboratoriosanaliticosdelsur.com



Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú

Tel: (054) 443294 Fax: (054) 444582

www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

INFORME DE ENSAYO LAS-17-06593

Pág: 1/1

Sistema: MANJORE SANTOS PARDO
Dirección: URS FRANCISCO PALLAR MARTAJO F. I. EMERILFLORES AREQUIPA
Atención: MANJORE SANTOS PARDO
Proyecto: PROYECTO DE TESIS
Nro de muestras: 1
Muestra realizada por: Cliente: MANJORE SANTOS PARDO
Registro de muestra: 504-17
Procedimiento Aplicado: Muestreado por el cliente.
Fecha de recepción: 05/12/2017
Fecha de ensayo: 05/12/2017
Fecha de emisión: 15/12/2017
Condiciones de recepción de la muestra: Cuello no refrigerado
Observaciones: Datos proporcionados por el cliente.

Método de ensayo aplicado

*ISO EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-AES, Revisión 4.4

Cod. Interno L.A.S.	Nombre de muestra	Matriz de la muestra	Lugar de muestreo	Punto de muestreo y/o coordenadas Coordenadas UTM Eje X / Norte	Fecha de inicio de muestreo	Hora de inicio de muestreo	*T82 Or mg/l
AG17001E29	EFLUENTES DE CURTIEMBRE	Agua Residual - Agua Residual Industrial	BOTALIS DE RIO SECO / CERRO COLORADO / AREQUIPA	INCAPELES	01/12/17	00:00 a.m.	2794.2


 Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
 Omar A. Juárez Soto
 Director de Operaciones
 V. S. Número Único: CP 116426

*<Valor numérico> = Límite de detección del método, **<Valor Numérico> = Límite de cuantificación del método.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.

Esta levementemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.



Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú / Apartado 2102

Tel: (054) 443294 Fax: (054) 444582

www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

INFORME DE ENSAYO LAS-16-03206

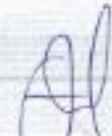
Pág. 1/1

Cliente: RODOLFO TORRES MENDEZ
 Dirección: URB. PIEDRA SANTA N. 23 SAN RAMÓN AREQUIPA
 Nombre: RODOLFO TORRES MENDEZ
 Proyecto:
 No. de muestra:
 Toma de muestra realizada por: Cliente RODOLFO TORRES MENDEZ
 Volumen de muestra: 100 mL
 Fecha de recepción: 13/05/2016
 Fecha de ensayo: 13/05/2016
 Fecha de emisión: 13/05/2016
 Condiciones de recepción de la muestra: Muestra deshidratada conservada
 Observaciones: Datos proporcionados por el cliente

Método de ensayo aplicado

*55 - ASTM D 1067 - 02 Método de ensayo estándar para medir el agua por titulación ácida

Cod. Int. F	Servicio de muestra	Materia de la muestra	Lugar de ensayo	Punto de muestreo y/o coordenadas Geográficas UTM (Lat / Long)	Fecha de inicio de muestreo	hora de inicio de muestreo	Temperatura
AG0300041	RESERVO CRIMAO 1	Agua Residual - Agua Residual industrial	CERROVERDE DEL RIO SECO / CERRO COLORADO - AREQUIPA - PERU	SETORES DEL RIO SECO	09/05/16	08:30 a.m.	17.25


 Laboratorios Analíticos del Sur S.R.L.
 Cristian Aguilar Salas
 Gerente de Operaciones
 M. Sc. Ingeniero Químico CIP 154428

*«Valor numérico» = Límite de detección del método. *«Valor Numérico» = Límite de cuantificación del método.
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Está estrictamente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier envío o corrección en el contenido del presente documento lo anula.



Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú

Tel: (054) 443294 Fax: (054) 444582

www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

INFORME DE ENSAYO LAS-17-06317

Pág: 1/1

Señales: MARJORIE SANTOS PARDO
 Dirección: UPE FRANCISCO PAULET MOSTAJO F-13 NINAPLORCA AREQUIPA
 Atención: MARJORIE SANTOS PARDO
 Proyecto: PROYECTO DE TEGIS
 No de muestras: 10
 Muestra realizada por: Cliente MARJORIE SANTOS PARDO
 Registro de muestras: 450-17
 Procedimiento Aplicado: Ajustado por el cliente.
 Fecha de recepción: 30/11/2017
 Fecha de ensayo: 30/11/2017
 Fecha de emisión: 30/11/2017
 Condiciones de recepción de la muestra: Cuelar no refrigerado
 Observaciones: Datos proporcionados por el cliente

Método de ensayo aplicado

*351 EPA 303.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-AES, Revisión 4.4.
 *3054 Cromo VI en agua: SM/TW - APHA - 8190A-WF 2009-C-6, Part 5, 22nd Ed. Colorimetric Method.

Cod. Intero L.A.S	Nombre de muestra	Matriz de la muestra	Lugar de muestra	Parte de muestra y/o coordenadas UTM Este/Norte	Fecha de inicio de muestra	No de inicio de muestra	*351 Cr mg/L	*3054 Cr VI mg/L
AG17001302 00	AGUA TRATADA - MUESTRA 1	Agua Residual - Agua Residual Industrial	UNIVERSIDAD ALAS PERLUNAS / JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO / AREQUIPA	LABORATORIO UAP	14/11/17	06:10 p.m.	21,09	21,09
AG17001303 + -	AGUA TRATADA - MUESTRA 2	Agua Residual - Agua Residual Industrial	UNIVERSIDAD ALAS PERLUNAS / JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO / AREQUIPA	LABORATORIO UAP	14/11/17	06:10 p.m.	2,71	2,71
AG17001304 + +	AGUA TRATADA - MUESTRA 3	Agua Residual - Agua Residual Industrial	UNIVERSIDAD ALAS PERLUNAS / JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO / AREQUIPA	LABORATORIO UAP	14/11/17	06:10 p.m.	1,40	1,36
AG17001305 - -	AGUA TRATADA - MUESTRA 4	Agua Residual - Agua Residual Industrial	UNIVERSIDAD ALAS PERLUNAS / JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO / AREQUIPA	LABORATORIO UAP	14/11/17	06:10 p.m.	119,91	119,91
AG17001306 - +	AGUA TRATADA - MUESTRA 5	Agua Residual - Agua Residual Industrial	UNIVERSIDAD ALAS PERLUNAS / JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO / AREQUIPA	LABORATORIO UAP	14/11/17	06:10 p.m.	75,09	75,09
AG17001307 0 x +	AGUA TRATADA - MUESTRA 6	Agua Residual - Agua Residual Industrial	UNIVERSIDAD ALAS PERLUNAS / JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO / AREQUIPA	LABORATORIO UAP	14/11/17	06:10 p.m.	3,24	3,24
AG17001308 + x 0	AGUA TRATADA - MUESTRA 7	Agua Residual - Agua Residual Industrial	UNIVERSIDAD ALAS PERLUNAS / JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO / AREQUIPA	LABORATORIO UAP	14/11/17	06:10 p.m.	2,26	1,36
AG17001309 - x 0	AGUA TRATADA - MUESTRA 8	Agua Residual - Agua Residual Industrial	UNIVERSIDAD ALAS PERLUNAS / JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO / AREQUIPA	LABORATORIO UAP	14/11/17	06:10 p.m.	182,3	188,7
AG17001300 0 = x	AGUA TRATADA - MUESTRA 9	Agua Residual - Agua Residual Industrial	UNIVERSIDAD ALAS PERLUNAS / JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO / AREQUIPA	LABORATORIO UAP	14/11/17	06:10 p.m.	42,3	42,3
AG17001301 0 0	AGUA TRATADA - MUESTRA 10	Agua Residual - Agua Residual Industrial	UNIVERSIDAD ALAS PERLUNAS / JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO / AREQUIPA	LABORATORIO UAP	14/11/17	06:10 p.m.	13,87	1,16

Laboratorio Analítico del Sur - E.I.R.L.
 Omar A. Juárez Soto
 Gerente de Operaciones
 M. Sc. Ingeniero Químico CP 194105

*<Valor numérico> = Límite de detección del método, *<Valor Numérico> = Límite de cuantificación del método.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.



Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú

Tel: (054) 443294 Fax: (054) 444582

www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

INFORME DE ENSAYO LAS-17-06128


Pág: 1/1

Sede: MARJORIE SANTOS PARDO
Dirección: LINDO FRANCISCO PALLET MOSTAZO 7-19 AREQUIPA
Atención: MARJORIE SANTOS PARDO
Proyecto: PROYECTO DE TESIS
Nro de muestra: 10
Muestra realizada por: Cliente: MARJORIE SANTOS PARDO
Registro de muestra: 458-17
Procedimiento Aplicado: Muestreo por el cliente.
Fecha de recepción: 16/11/2017
Fecha de ensayo: 16/11/2017
Fecha de emisión: 21/11/2017
Condiciones de recepción de la muestra: Cooler no refrigerado
Observaciones: Datos proporcionados por el cliente.

Método de ensayo aplicado

100 ASTM D 1607 - 02 Método de ensayo estándar para cromo en agua por Absorción Atómica

Cod. Interno LAS	Nombre de muestra	Matr. de la muestra	Lugar de muestreo	Punto de muestreo geocoordenado Coordenadas UTM Elev. Nota	Fecha de inicio de muestra	Hora de inicio de muestra	SG Cr mg/l
1 AG17001382	AGUA TRATADA - MUESTRA 1	Agua Residual - Agua Residual Industrial	UNIVERSIDAD ALAS PERUJANAS / JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO / AREQUIPA	LABORATORIO UAP	14/11/17	08:10 p.m.	11.43
2 AG17001383	AGUA TRATADA - MUESTRA 2	Agua Residual - Agua Residual Industrial	UNIVERSIDAD ALAS PERUJANAS / JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO / AREQUIPA	LABORATORIO UAP	14/11/17	08:16 p.m.	1.20
5 AG17001384	AGUA TRATADA - MUESTRA 3	Agua Residual - Agua Residual Industrial	UNIVERSIDAD ALAS PERUJANAS / JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO / AREQUIPA	LABORATORIO UAP	14/11/17	08:16 p.m.	6.70
2 AG17001385	AGUA TRATADA - MUESTRA 4	Agua Residual - Agua Residual Industrial	UNIVERSIDAD ALAS PERUJANAS / JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO / AREQUIPA	LABORATORIO UAP	14/11/17	08:16 p.m.	96.5
4 AG17001386	AGUA TRATADA - MUESTRA 5	Agua Residual - Agua Residual Industrial	UNIVERSIDAD ALAS PERUJANAS / JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO / AREQUIPA	LABORATORIO UAP	14/11/17	08:16 p.m.	53.5
9 AG17001387	AGUA TRATADA - MUESTRA 6	Agua Residual - Agua Residual Industrial	UNIVERSIDAD ALAS PERUJANAS / JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO / AREQUIPA	LABORATORIO UAP	14/11/17	08:16 p.m.	1.87
2 AG17001388	AGUA TRATADA - MUESTRA 7	Agua Residual - Agua Residual Industrial	UNIVERSIDAD ALAS PERUJANAS / JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO / AREQUIPA	LABORATORIO UAP	14/11/17	08:16 p.m.	1.01
6 AG17001389	AGUA TRATADA - MUESTRA 8	Agua Residual - Agua Residual Industrial	UNIVERSIDAD ALAS PERUJANAS / JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO / AREQUIPA	LABORATORIO UAP	14/11/17	08:16 p.m.	134.4
9 AG17001390	AGUA TRATADA - MUESTRA 9	Agua Residual - Agua Residual Industrial	UNIVERSIDAD ALAS PERUJANAS / JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO / AREQUIPA	LABORATORIO UAP	14/11/17	08:16 p.m.	25.8
10 AG17001391	AGUA TRATADA - MUESTRA 10	Agua Residual - Agua Residual Industrial	UNIVERSIDAD ALAS PERUJANAS / JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO / AREQUIPA	LABORATORIO UAP	14/11/17	08:16 p.m.	1.05


 Leslie A. Torres Calizaya
 INGENIERO QUÍMICO

¹<Valor numérico> = Límite de detección del método, ²<Valor Numérico> = Límite de cuantificación del método. 120609
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificación del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier emienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú / Apartado 2102

Teléfono (054) 443204 Fax: (054) 444582
www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

2/3

Cod. Interno L.A.S.	Nombre de muestra	Matriz de la muestra	Lugar de muestreo	Punto de muestreo y/o coordenadas UTM Este / Norte	Fecha de inicio de muestreo	Hora de inicio de muestreo	*782 Cr mg/L	Cr II mg/L	*3054 Cr VI mg/L
17001382	AGUA TRATADA - MUESTRA 1	Agua Residual - Agua Residual Industrial	UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS / JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO / AREQUIPA	LABORATORIO UAP	14/11/17	06:10 p.m.	21,69	21,69	<0,005
17001383	AGUA TRATADA - MUESTRA 2	Agua Residual - Agua Residual Industrial	UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS / JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO / AREQUIPA	LABORATORIO UAP	14/11/17	06:10 p.m.	2,42	2,42	<0,005
17001384	AGUA TRATADA - MUESTRA 3	Agua Residual - Agua Residual Industrial	UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS / JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO / AREQUIPA	LABORATORIO UAP	14/11/17	06:10 p.m.	1,43	1,40	0,030
17001385	AGUA TRATADA - MUESTRA 4	Agua Residual - Agua Residual Industrial	UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS / JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO / AREQUIPA	LABORATORIO UAP	14/11/17	06:10 p.m.	120,36	120,36	<0,005
17001386	AGUA TRATADA - MUESTRA 5	Agua Residual - Agua Residual Industrial	UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS / JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO / AREQUIPA	LABORATORIO UAP	14/11/17	06:10 p.m.	74,18	74,18	<0,005
17001387	AGUA TRATADA - MUESTRA 6	Agua Residual - Agua Residual Industrial	UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS / JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO / AREQUIPA	LABORATORIO UAP	14/11/17	06:10 p.m.	3,57	3,57	<0,005
17001388	AGUA TRATADA - MUESTRA 7	Agua Residual - Agua Residual Industrial	UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS / JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO / AREQUIPA	LABORATORIO UAP	14/11/17	06:10 p.m.	2,75	1,68	1,07
17001389	AGUA TRATADA - MUESTRA 8	Agua Residual - Agua Residual Industrial	UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS / JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO / AREQUIPA	LABORATORIO UAP	14/11/17	06:10 p.m.	190,2	176,75	13,45
17001390	AGUA TRATADA - MUESTRA 9	Agua Residual - Agua Residual Industrial	UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS / JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO / AREQUIPA	LABORATORIO UAP	14/11/17	06:10 p.m.	45,13	45,13	<0,005
17001391	AGUA TRATADA - MUESTRA 10	Agua Residual - Agua Residual Industrial	UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS / JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO / AREQUIPA	LABORATORIO UAP	14/11/17	06:10 p.m.	15,80	1,28	14,61


César A. Juárez Boto
Gerente de Laboratorio
A. de Registro Oficial - DP 15402



Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú

Tel: (054) 443294 Fax: (054) 444582

www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

INFORME DE ENSAYO LAS-17-06129

Pág. 1/1

Solicitante: MAFLORIE SANTOS PARDO
Dirección: UPEL FRANCISCO PALLET MESTUZO P-10 MAFLORIE AREQUIPA
Atención: MAFLORIE SANTOS PARDO
Proyecto: PROYECTO DE TESIS
Nro de muestra: 2
Muestra realizada por: Cliente: MAFLORIE SANTOS PARDO
Registro de muestra: 458-17
Procedimiento Aplicado: Muestreado por el cliente.
Fecha de recepción: 18/11/2017
Fecha de ensayo: 18/11/2017
Fecha de emisión: 20/11/2017
Condiciones de recepción de la muestra: Cliente no refrigerado
Observaciones: Datos proporcionados por el cliente.

Método de ensayo aplicado

*507 Método de Ensayo para Cromo II disueltos en agua

*204 Cromo VI en agua. OMEWA - APHA - JWWA. WEF 2005-C-6, Part 2, 22th Ed. Colormetric Method.

Cod. Interno LAS	Nombre de muestra	Materia de la muestra	Lugar de muestra	Punto de muestreo (o coordenadas GPS) Cota/Nota	Fecha de inicio de muestreo	Volumen de muestra (ml)	507 Cr II (µg/l)	204 Cr VI (µg/l)
AD17801384	AGUA TRATADA - MUESTRA 1	Agua Residual - Agua Residual Industrial	UNIVERSIDAD ALAS PERLUNAS / JOSÉ LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO / AREQUIPA	LABORATORIO UAP	14/11/17	25.10 p.m.	5.75	0.000
AD17801388	AGUA TRATADA - MUESTRA 2	Agua Residual - Agua Residual Industrial	UNIVERSIDAD ALAS PERLUNAS / JOSÉ LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO / AREQUIPA	LABORATORIO UAP	14/11/17	08:10 p.m.	179.8	13.50


 Laboratorio Analítico del Sur LAS
 Leslie A. Rojas Calizaya
 REGISTRO QUÍMICO
 C.I.P. 126620

*<Valor numérico> = Límite de detección del método, *<Valor Numérico> = Límite de cuantificación del método.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier emienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.



Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN DEL
INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N° LE-050

INFORME DE ENSAYO LAS-AC-17-02335

Pág: 1/4

Hoja de datos

Sectores: MARJORSE SANTOS PARDO
Dirección: UPM TRANGO SOO PAULET MOSTAJO F-10 MIRAFLORES AREQUIPA
Atención: MARJORSE SANTOS PARDO
Proyecto: PROYECTO DE TESIS
Nro de muestras: 1
Muestra realizada por: Cliente: MARJORSE SANTOS PARDO
Registro de muestras: 224-17
Procedimiento Aplicado: Muestreado por el cliente
Fecha de recepción: 08/12/2017
Fecha de ensayo: 08/12/2017
Fecha de emisión: 15/12/2017
Condiciones de recepción de la muestra: Contar no refrigerado
Observaciones: Datos proporcionados por el cliente

Método de ensayo aplicado

802 - EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y efluo residual por ICP-OES, Revisión 4.4. (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)

Cod. Interno L.A.S.	Nombre de muestra	Matriz de la muestra	Lugar de muestreo	Punto de muestreo y/o coordenadas Corridores UTM Este / Norte	Fecha de inicio de muestreo	Hora de inicio de muestreo
AG17001530	AGUA TRATADA - MUESTRA - FINAL	Agua Residual - Agua Residual Industrial	UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS / JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO / AREQUIPA	LABORATORIO LAP	07/12/17	06:00 p.m.

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
 Omar A. Juárez Soto
 Gerente de Operaciones
 A. S. Tulumayo Guano CP 11426



Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN DEL
INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N° LE-050

INFORME DE ENSAYO LAS-AC-17-02335

Hoja de resultados

15/12/2017

Pág: 2/4

MT=metales totales

Cod. Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810
		Ag MT	Al MT	B MT	Ba MT	Be MT	Ca MT	Cd MT	Co MT	Cr MT	Cu MT	
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
AG17001530	AGUA TRATADA - MUESTRA - FINAL	<<0,0024	<<0,029	5,060	0,04576	<<0,000079	180	0,00078	<<0,000004	10,825	0,0323	

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
 Omar A. Juárez Soto
 Gerente de Operaciones
 A. S. Tulumayo Guano CP 11426



Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN DEL
INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N° LE-050

INFORME DE ENSAYO LAS-AC-17-02335

Hoja de resultados

15/12/2017

Pág.: 3/4

MT=metales totales

Cod. Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	803 Fe MT mg/L	802 K MT mg/L	802 Li NT mg/L	802 Mg NT mg/L	802 Mn MT mg/L	802 Mo MT mg/L	802 Na MT mg/L	802 Ni MT mg/L	802 P MT mg/L	802 Pb MT mg/L
AG17001530	AGUA TRATADA - MUESTRA - FINAL	0,024	>250	0,61288	>250	0,00676	<<0,00038	>1250	0,02238	0,4206	0,0079

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Orlyer A. Juárez Soto
Gerente de Operaciones
4. Se. Huancayo S/N CP 114426



Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN DEL
INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N° LE-050

INFORME DE ENSAYO LAS-AC-17-02335

Hoja de resultados

15/12/2017

Pág.: 4/4

MT=metales totales

Cod. Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	802 Sb MT mg/L	802 Se MT mg/L	802 Sb ₂ NT mg/L	802 Se NT mg/L	802 Sr MT mg/L	802 Ti MT mg/L	802 Ti MT mg/L	802 V MT mg/L	802 Zn MT mg/L
AG17001530	AGUA TRATADA - MUESTRA - FINAL	0,03722	<<0,002	19,26	<<0,00085	1,785	0,00691	0,0054	<<0,00014	0,0279

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Orlyer A. Juárez Soto
Gerente de Operaciones
4. Se. Huancayo S/N CP 114426