

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**"GESTION DE RIESGO DE DESASTRES DE LAS LAGUNAS DE OXIDACION DE COVICORTI, EL CORTIJO Y PROPUESTA PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES DE CURTIEMBRES EN LA CIUDAD DE TRUJILLO Y DISTRITOS.LA LIBERTAD "**

**TESIS  
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**Línea de Investigación : Saneamiento**

**AUTOR:**

BACH: DAVID PAUL SANCHEZ MEJIA

**ASESOR:**

DR. SAGASTEGUI PLASENCIA FIDEL GERMAN

**TRUJILLO – PERÚ**

**2018**

**N° REGISTRO \_\_\_\_\_**

## PRESENTACION

SEÑORES MIEMBROS DEL JURADO:

Dando cumplimiento al Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego, es grato poner a vuestra consideración, la presente Tesis titulada **“GESTION DE RIESGO DE DESASTRES DE LAS LAGUNAS DE OXIDACION DE COVICORTI, EL CORTIJO Y PROPUESTA PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES DE CURTIEMBRES EN LA CIUDAD DE TRUJILLO Y DISTRITOS.LA LIBERTAD ”** con el propósito de obtener Mi Título Profesional de Ingeniero Civil.

**MIEMBROS DEL JURADO CALIFICADOR**

**TESIS : “GESTION DE RIESGO DE DESASTRES DE LAS LAGUNAS  
DE OXIDACION DE COVICORTI, EL CORTIJO Y PROPUESTA PARA  
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES DE  
CURTIEMBRES EN LA CIUDAD DE TRUJILLO Y DISTRITOS. LA  
LIBERTAD ”**

Presentada por:

BACH: DAVID PAUL SANCHEZ MEJIA

Aprobado por el jurado:

---

Ms. RICARDO ANDRES NARVAEZ ARANDA  
PRESIDENTE

---

Ms. JOSE SERRANO HERNANDEZ  
SECRETARIO:

---

Ing. ANAXIMANDRO VELASQUEZ DIAZ  
VOCAL

---

Dr. FIDEL GERMAN SAGASTEGUI PLASENCIA  
ASESOR

## **DEDICATORIA**

A mis queridos padres : Brenilda y Jave Lizardo  
Quienes me apoyaron e inculcaron Valores y  
que han hecho en mí ; una persona integral.

A mi hermana Karen, que sea un ejemplo  
y que continúe con sus capacitaciones  
con el ánimo y perseverancia hasta el final.

**DAVID PAUL**

## AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento a todos los Docentes de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, y en especial a mi Asesor de Tesis Dr. Fidel German Sagastegui Plasencia, quien con mucha tolerancia y predisposición en todo momento, me brindó el asesoramiento oportuno para culminar mi Tesis.

Así mismo debo agradecer a los funcionarios de SEDALIB; Gobierno Regional de La Libertad, Dirección de Producción, Ministerio de Salud , INDECI , Autoridad nacional del Agua; Ministerio de Agricultura; por su apoyo valioso, para realizar los trabajos de inventario de curtiembres, composición de las aguas residuales de curtiembres, empalmes de curtiembres a la red de alcantarillado domiciliario; estado actual de las lagunas de oxidación de Covicorti y El Cortijo, verduras regadas con aguas residuales industriales de curtiembres sin tratamiento alguno y que dichas instituciones me brindaron su apoyo valioso para culminar mi Tesis.

**El Autor**

## TABLA DE CONTENIDOS

Resumen .....	v
Abstrac .....	vii
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Planteamiento del problema: .....	4
1.2 Formulación del problema. ....	12
1.3 Alcance .....	12
1.4 Justificación .....	14
1.5 Aportes .....	16
1.6 Hipótesis.....	17
1.7 Objetivos.....	17
1.7.1 General.....	17
1.7.2 Específicos .....	17
<b>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>19</b>
2.1 Antecedentes de la investigación .....	19
2.2 Fundamentación teórica de la investigación.....	24
2.2.1 Definiciones.....	24
2.2.1.1 Gestión de Riesgo.....	24
2.2.1.2 Amenaza.....	24
2.2.1.3 Desastre.....	25
2.2.1.4 Riesgo.....	25
2.2.1.5 Vulnerabilidad .....	25
2.2.1.6 Límite Máximo Permisible .....	29
2.2.1.7 Organismo de Evaluación y Fisc. Ambiental (OEFA) ..	29
2.2.1.8 Cómo se clasifican las aguas residuales.....	30
2.2.1.9 Metales pesados en aguas Residuales .....	33
2.2.1.10 Impacto del Cromo en la salud .....	35
2.2.1.11 Desc. y Diagrama de flujo del proceso de curtido ....	37
2.2.1.12 Riesgos para la Salud .....	45
2.2.1.13 Coagulación, floculación y precipitación .....	48
2.2.1.14 Coagulación .....	49
2.2.1.15 La Electrolisis .....	55

2.2.1.16 Leyes de la Electrolisis .....	58
2.3 Variables.....	61
2.3.1 Variable Independiente.....	61
2.3.2 Variable Dependiente.....	61
<b>CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.....</b>	<b>62</b>
3.1 Población y Muestra .....	62
3.1.1 Población.....	62
3.1.2 Muestra. ....	62
3.2 Modalidad Básica de la Investigación.....	63
3.3 Nivel o Tipo de Investigación.....	63
3.4 Operacionalización de las Variables.....	65
3.4.1 Variable Independiente.....	65
3.4.2 Variable Dependiente.....	66
3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos .....	67
3.6 Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos .....	68
<b>CAPÍTULO 4. RESULTADOS .....</b>	<b>69</b>
4.1 Gestión del riesgo en el sector salud.....	69
4.2 Configuración de los riesgos .....	70
4.3 Levantamiento de Linea de Base .....	71
4.4 Propuesta para la Eliminación de Metales Pesados de Aguas Residuales Industriales de Curtiembres mediante Electrocoagulación ...	89
4.5 Tratamiento Complementario de Aguas Residuales mediante Membranas.....	90
<b>CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN.....</b>	<b>129</b>
<b>CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>132</b>
<b>CAPÍTULO 7. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>135</b>
<b>CAPÍTULO 8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>136</b>
<b>CAPÍTULO 9. ANEXOS.....</b>	<b>142</b>

## **RESUMEN**

La presente tesis, tiene como objetivo realizar la Gestión de riesgo de desastres de las lagunas de oxidación de Covicorti, El Cortijo y proponer un sistema para el tratamiento de aguas residuales industriales de curtiembres en la Ciudad de Trujillo y Distritos adjuntos .

Los diversos compuestos de cromo ( $\text{Cr}^{+3}$  y  $\text{Cr}^{+6}$ ), representan una gran amenaza al ambiente y al hombre debido a sus efectos nocivos. Las intoxicaciones se manifiestan en lesiones renales, gastrointestinales, del hígado, del riñón, de la glándula tiroides y la médula ósea, y la velocidad corporal de eliminación es muy lenta. Las industrias de curtiduría de pieles utilizan sales de Cr en sus procesos, que generan cantidades de efluentes líquidos con alto contenido de este metal, el cual, debe ser removido a fin de cumplir con la legislación ambiental.

En el presente trabajo de investigación se llevó a cabo una revisión de la literatura científica de los procesos electroquímicos usados en el tratamiento de efluentes de la industria de la curtiembre. El principal objetivo de análisis de los distintos métodos, fue la remoción de cromo ( $\text{Cr}^{+3}$  y  $\text{Cr}^{+6}$ ), colorantes, y materia orgánica, entre otros contaminantes presentes en las aguas residuales bajo estudio. Para ello se consideraron factores que conducen a mejores rendimientos en el proceso, siendo algunos: ambientales, económicos, cinéticos

En esta Tesis se presenta propuestas de Tecnologías aplicables en un amplio rango de sistemas de tratamiento de aguas residuales industriales de curtiembres y particularmente efectivas para la eliminación de metales pesados. que son la Electrocoagulación y utilizando membranas de acetato de celulosa.Cada una de ellas ofrece una solución práctica y viable en términos económicos, ambientales y de mejoramiento continuo de los procesos, permitiendo pensar en una producción sostenible y responsable.

También, se efectuó un estudio comparativo de tecnologías electroquímicas frente a otros tratamientos convencionales de aguas residuales de la industria de la curtiembre. Las principales conclusiones obtenidas fueron que el no tratamiento de efluentes de curtiembre representa un problema medio ambiental y tecnológico serio y que los métodos electroquímicos son una buena alternativa de solución y están siendo cada vez más considerados.

Palabras Claves:

Gestión de riesgos de desastres de lagunas oxidación Covicorti, El Cortijo.  
Tratamiento de aguas residuales industriales . Electrocoagulación.

## **ABSTRACT**

The present thesis, aims to carry out the Disaster Risk Management of the Covicorti Oxidation Lagoons, El Cortijo and propose a system for the treatment of industrial wastewater of tanneries in the City of Trujillo and Adjunct Districts.

The various chromium compounds ( $\text{Cr} + 3$  and  $\text{Cr} + 6$ ) pose a great threat to the environment and man due to their harmful effects. Intoxications are manifested in renal, gastrointestinal, liver, kidney, thyroid gland, and bone marrow lesions, and the body's rate of elimination is very slow. The leather tanning industries use Cr salts in their processes, which generate quantities of liquid effluents with high content of this metal, which must be removed in order to comply with environmental legislation.

In the present research work a review of the scientific literature of the electrochemical processes used in the treatment of effluents of the tannery industry was carried out. The main objective of analysis of the different methods was the removal of chromium ( $\text{Cr} + 3$  and  $\text{Cr} + 6$ ), dyes, and organic matter, among other contaminants present in the wastewater under study. For this purpose, factors that lead to better yields in the process were considered, being some: environmental, economic, kinetic

This thesis presents proposals of Technologies applicable in a wide range of systems of treatment of industrial residual waters of tanneries and particularly effective for the elimination of heavy metals. Which are Electrocoagulation and using membranes of cellulose acetate. Each of them offers a practical and viable solution in economic, environmental and continuous improvement of the processes, allowing us to think about sustainable and responsible production

Also, a comparative study of electrochemical technologies was carried out in front of other conventional treatments of wastewater of the tannery industry. The main conclusions obtained were that the non-treatment of tannery effluents represents a serious environmental and technological problem and that electrochemical methods are a good alternative solution and are being increasingly considered.

**Keywords:**

Management of disaster risks of oxidation lagoons Covicorti, El Cortijo.  
Treatment of industrial waste water. Electrocoagulation.



## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

El Plan de Aplicación de las Decisiones de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible de 2002 alienta a la industria a desarrollar su función social estableciendo sistemas de ordenación ambiental, códigos de conducta, medidas de certificación y publicación de informes sobre cuestiones ambientales y sociales. Un año más tarde, la Declaración Ministerial del Tercer Foro Mundial del Agua reunido en Kyoto propone recaudar fondos siguiendo criterios de recuperación de costos que se adapten a las condiciones climáticas, medioambientales y sociales del lugar, así como el principio de “contaminador paga”.( RODRIGUEZ F.A. et al (2016).

Los altos índices de contaminación, debido a elevadas concentraciones de metales pesados presentes en agua residuales, producto de actividades industriales, tienen como resultado el deterioro de ríos, lagos y otros cuerpos de agua, que son importantes para cualquier tipo de ecosistema. Al igual, el incremento de la población, la expansión de las zonas urbanas y la creciente industrialización, agravan los impactos adversos sobre el recurso hídrico. Esto lleva a que los residuos líquidos sean objeto de tratamiento antes de ser vertidos a los cuerpos de agua naturales, además, los metales pesados son considerados, entre otros aspectos, inhibidores de procesos biológicos y dañinos para la salud (Domingo, 2008; Daphia, 2002; Soto et al., 2004).

La industria del cuero es gran generadora de aguas residuales y de residuos sólidos altamente contaminantes, debido a la gran cantidad y variedad de productos químicos utilizados en su proceso. Por lo tanto, el desarrollo de métodos para el tratamiento de este tipo de efluentes se hace extremadamente necesario. ( ALZATE TEJADA, A.M. 2008).

La curtición 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 ( ALZATE TEJADA, A.M. 2008).

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 (SANCHEZ J. y LUJANO E. - 2000)

En estos efluentes, el Cr puede encontrarse como hexavalente Cr +6 (en forma de ion cromato  $\text{CrO}_4^{-2}$  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  $\text{CrO}_4^{2-}$  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  $\mu\text{g/L}$  ( TAPIA ET J. AL – 2002)

Los programas de gestión del riesgo deben incluir todas las estrategias para lograr un adecuado conocimiento de los riesgos, que lleven a estructurar las obras y actividades para la reducción del riesgo y planificar el manejo de las posibles respuestas; este último aspecto a su vez permite a los prestadores de servicios dar cumplimiento a las normas vigentes en lo relacionado con la formulación de planes de contingencia o planes operacionales de emergencia.(MINISTERIO DE INDUSTRIA,TURISMO E INTEGRACION. 2001).

Se propone que sea un programa dinámico, pues requiere actualizaciones permanentes, en la medida que se ejecuten obras y actividades de reducción del riesgo, o se fortalezca el conocimiento; igualmente, cuando se presenten emergencias, este instrumento debe ser revisado y actualizado acorde a las

situaciones presentadas. En todo caso se considera pertinente que el programa tenga una revisión y actualización por lo menos una vez al año. (UNESCO. 2016).

El recurso agua es indispensable en las actividades del ser humano por tal motivo las actividades realizadas deben ser responsables en el manejo de este importante recurso. Actualmente se plantean tecnologías para el manejo y cuidado por lo que se han venido implementando normativas que permitan cumplir con este propósito.(GWP . Asociación Mundial del Agua. 2014).

Por lo general las curtiembres generan efluentes o aguas residuales con altas cargas de contaminantes y por tal motivo tienen el desafío de establecer tecnologías que permitan devolver el agua residual en las condiciones especificadas pero que a la vez impliquen costos bajos en la realización de este fin.( QUIMIPIEL .2000).

Las Lagunas de oxidación son alternativas que han venido aplicándose en los últimos años por permitir un tratamiento a las aguas residuales ya que implican bajos costos de implementación y los resultados son los deseados según experiencias realizadas en instituciones como Sedalib, actualmente la empresa busca tener mayor prestigio y cumplir con su responsabilidad ambiental por lo que han optado por estrategias limpias y eficientes para sus efluentes.(PINEDO OCHOA , ROSY,S . 2012).

Para este proyecto se realizará la caracterización de los efluentes generados por curtiembres existentes en Trujillo, en razón que las aguas residuales industriales de las curtiembres existentes en la Ciudad de Trujillo y Distritos adjuntos, llegan a las lagunas de oxidación de Covicorti y El Cortijo. La identificación de las actividades que generan contaminación, y el análisis de la mejor alternativa para implementar en el caso considerando aspectos técnicos, económicos y ambientales. En la industria del cuero, la demanda específica de agua por unidad de producto terminado es muy elevada, especialmente en la etapa de ribera y curtido.

En la presente investigación, se propone la **Gestión de riesgo de desastres de lagunas de oxidación de Covicorti, el Cortijo y propuesta para tratamiento de aguas residuales de curtiembres en la ciudad de Trujillo y distritos .La Libertad**; la cual servirá como modelo, para aplicar una adecuada Gestión y así contribuir a disminuir el riesgo de desastres, por la contaminación ambiental que afecta a la salud del pobladores de la ciudad de Trujillo y de sus distritos.

### **Planteamiento del problema:**

En general las plantas de tratamiento de agua en el país están basadas en tecnologías convencionales como el tratamiento físico químico el cual utiliza coagulantes primarios como el Sulfato de Aluminio o Sales de hierro para el proceso de coagulación y polímeros sintéticos los cuales pueden ser contaminados durante su proceso de fabricación con monómeros u otras sustancias toxicas, entre las cuales se encuentra la acrilamida y de ahí pueden reaccionar con las demás sustancias químicas añadidas al agua durante su tratamiento, como tal es el caso del ozono y del cloro, generando sustancias peligrosas para la salud. (GONZALEZ FERNANDEZ, E. 1991).

Otro tipo de tratamiento muy difundido en el país es el biológico (lodos activados), y si bien es cierto es eficiente presenta un elevado costo en su operación y mantenimiento, además de ser muy sensible ya que la depuración de las aguas es realizada por bacterias las cuales dependen de determinadas condiciones de pH y carga orgánica.( RODRIGUEZ, F.A. ET AL .2016 )

Es por ello la necesidad de buscar nuevas tecnologías que permitan tratar los efluentes industriales de todo tipo y puedan cumplir las normativas ambientales vigente en nuestro país “Valores Máximos Admisibles” D.S. N° 021-2009-VIVIENDA y Límites Máximos Permisibles D.S. N° 003-2002-PRODUCE. para las aguas residuales industriales, la cual reglamenta y sanciona a las industrias que incumplan esta norma.

El efluente proveniente de una curtiembre es uno de los más complejos, en lo relativo a su tratamiento. Alrededor del 60% del peso de las pieles que ingresa

a la curtiembre son eliminadas como residuo sea en las aguas residuales o con los residuos sólidos. Se estima que el 15% del peso total de la piel se descarga en las aguas residuales principalmente en forma de grasas, pelo degradado y fibras.

Las aguas residuales de curtiembre tienen alta concentración de materia orgánica, sulfuros, compuestos de nitrógeno, sólidos suspendidos y compuestos de cromo.(MERA RIVERA . 2010).

Según CEPIS (1993); la alta carga orgánica crea condiciones anaerobias de biodegradación, debido al elevado consumo de oxígeno disuelto y que existe afectaciones siguientes :

- Afectan la vida acuática y favorecen la producción de algunos gases como el hidrógeno sulfurado, dióxido de carbono y metano.
- Algunos residuos líquidos poseen alto valor de pH (9-11) y sulfatos, mismos que al ser descargados directamente al sistema de alcantarillado generan corrosión en las tuberías de concreto simple normalizado (CSN).

La presencia de compuestos sulfurados en los efluentes puede provocar la producción de sulfuro de hidrógeno gaseoso, generado al mezclarse efluentes alcalinos con otros ácidos o neutros en el alcantarillado.(ESPARZA, E. y GAMBOA , N. 2001).

Los sólidos suspendidos y sedimentables presentes en las descargas de líquidos tienden a sedimentar y depositarse en los cursos acuáticos donde se descargan o en las tuberías de desagüe, dando origen a condiciones anaeróbicas de biodegradación con el correspondiente consumo excesivo de oxígeno disuelto en el agua y formación de compuestos pestilentes. (MARAÑON, E. 2000).

Los restos de pieles y cuero son enviados a sitios de disposición final y siendo altamente degradables provocan molestos olores y contienen substancias químicas tóxicas que pueden infiltrar en tierra o a las aguas subterráneas.(CEPIS 1993).

Los residuos industriales líquidos (RILES) de curtiembre, se caracterizan por presentar alta contaminación orgánica y tóxica asociada a sales, sulfuro y cromo, provenientes del proceso. Ello constituye un problema desde el punto de vista ambiental y para la sobrevivencia de las empresas que no cumplen con las exigencias de descarga de sus RILES. (GONZALEZ FERNANDEZ, E. 1991).

Según el Ministerio de Industria,Turismo e Integracion . 2001; las Lagunas de Oxidación de Covicorti y El Cortijo, reciben las aguas residuales de curtiembres existentes en la Ciudad de Trujillo, El Porvenir y La Esperanza, generando una abundante contaminación y dichas lagunas de oxidación fueron diseñadas para recibir aguas residuales domiciliarias y no para recibir aguas residuales industriales de curtiembres, por lo que urge la necesidad de plantear el siguiente Proyecto de Tesis : **“Gestión de riesgo de desastres de lagunas de oxidación de Covicorti, el Cortijo y propuesta para tratamiento de aguas residuales de curtiembres en la ciudad de Trujillo y distritos .La Libertad”.**

El proyecto surge bajo la necesidad de proteger a los residentes y Turistas de la Ciudad de Trujillo, debido a que existe riesgo de desastre por la posible contaminación de la salud de los habitantes de la Ciudad de Trujillo y distritos adjuntos, debido a que las curtiembres están ubicados en la zona urbana de Trujillo, El Porvenir y La Esperanza y las aguas residuales de las curtiembres existentes en esta zona, descargan a la red pública de alcantarillado domiciliarios y para luego llegar a las lagunas de oxidación de Covicorti y El Cortijo y posteriormente dichas aguas residuales son usadas en el riego de verduras , para luego ser vendidas en los mercados de Trujillo, para la alimentación , lo cual puede ser una riesgo de desastre para la salud de los pobladores, residentes y turistas de la ciudad de Trujillo.

Estas características le dan a este proyecto, un valor social, desde el punto de vista de la Salud, porque muchos productos agrícolas son regadas por dichas aguas residuales industriales sin ningún tratamiento y las lagunas de oxidación Covicorti y El Cortijo están a punto de colapsar, por que actualmente están operativas por la existencia y el trabajo de equipos electrónicos denominados “Aireadores”.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente los problemas son Riesgos de desastres que tienen las Lagunas de Oxidación de Covicorti y El Cortijo y es necesario realizar una propuesta para el tratamiento de aguas residuales industriales de curtiembres que descargas a la red de alcantarillado público en la Ciudad de Trujillo, para terminar dichas aguas residuales en las lagunas de oxidación de Covicorti y El Cortijo, las cuales deben ser reemplazadas por un sistema de tratamiento para aguas residuales industriales de curtiembres, en razón que en dichas lagunas llegan todas las aguas residuales de todas las curtiembres existentes en la Ciudad de Trujillo y distritos adjuntos.

Tal como lo indica el informe del Colegio de Ingenieros de La Libertad y la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (Sunass) advirtieron, por aquellos años 1996 y 1997 que se construyeron las lagunas de oxidación de Covicorti y El Cortijo, de que las lagunas habían sido diseñadas sin los criterios técnicos correspondientes, solo para tratar aguas servidas domiciliarias y no tratar aguas servidas industriales, de allí que ahora se sufra de olores fétidos en horas de la noche y la contaminación de las playas de nuestra ciudad, a las cuales van a parar aguas servidas sin que estén sean depuradas.

La llamada a levantar las observaciones, en aquel entonces, era el Consorcio GKW-Saniplan, empresa a la cual se le pagó por consultoría 3'531,973.45 millones de marcos, equivalente a US\$ 2' 205,095.47, para que haga el control y supervisión de la obra. Evidentemente, no habría hecho nada, caso contrario no existirían los problemas que ahora se afrontan.

Así mismo no se hizo un estudio de impacto ambiental, solo se hizo unas inmensas pozas sin ningún tipo de capas de impermeabilización, lo cual significa que las aguas servidas, aparte de ir a parar al mar, se filtran hacia el subsuelo sin un tratamiento de aguas residuales industriales que son de curtiembres existentes en la ciudad de Trujillo y Distritos aledaños.

En el presente proyecto se pretende hacer el estudio de evaluación de las Lagunas de Oxidación de Covicorti y El Cortijo, hacer el inventario de las curtiembres existentes en Trujillo y distritos y plantear una alternativa de

solución para el tratamiento de aguas residuales industriales, generado por las Curtiembres.

Existe una notable dicotomía claramente apreciable en relación con el consumo de frutas y hortalizas. Por una parte, se reconoce ampliamente un efecto protector de la salud y una singular fuente de placer; por otra, como ante cualquier alimento, un riesgo de enfermar La cualidad primaria de cualquier alimento es su capacidad nutricional, pero el consumo indiscriminado, aun cuando satisfaga plenamente el apetito puede dar lugar a problemas de sobrepeso, con sus lamentables consecuencias.(CEPIS . 1993)

La ingesta crónica, por el consumo de verduras regadas por aguas residuales industriales de curtientes, compromete a la salud en forma de padecimientos carenciales, subdesarrollo físico, inmunológico e intelectual. Desde un enfoque preventivo, existen riesgos adicionales que deben ser atendidos obligadamente. Se incluyen factores individuales como la hipersensibilidad a ciertos componentes que provocan reacciones de tipo alérgico, intoxicaciones por agentes químicos, sean constitutivos del alimento o contaminantes ambientales, adicionalmente, diversas enfermedades crónicas con gran impacto en la salud pública (enfermedades coronarias y algunos tipos de cáncer) se asocian con sobre ingesta o desbalance en el consumo de alimentos que a veces son regados con aguas residuales industriales de curtientes.( LENNTECH . 2008).

Por eso es importante realizar la investigación con la finalidad de realizar la **Gestión de riesgo de desastres de lagunas de oxidación de Covicorti, el Cortijo y propuesta para tratamiento de aguas residuales de curtientes en la ciudad de Trujillo y distritos .La Libertad.**



**Figura N° 01 : Procesos de la gestión del riesgo de desastre**

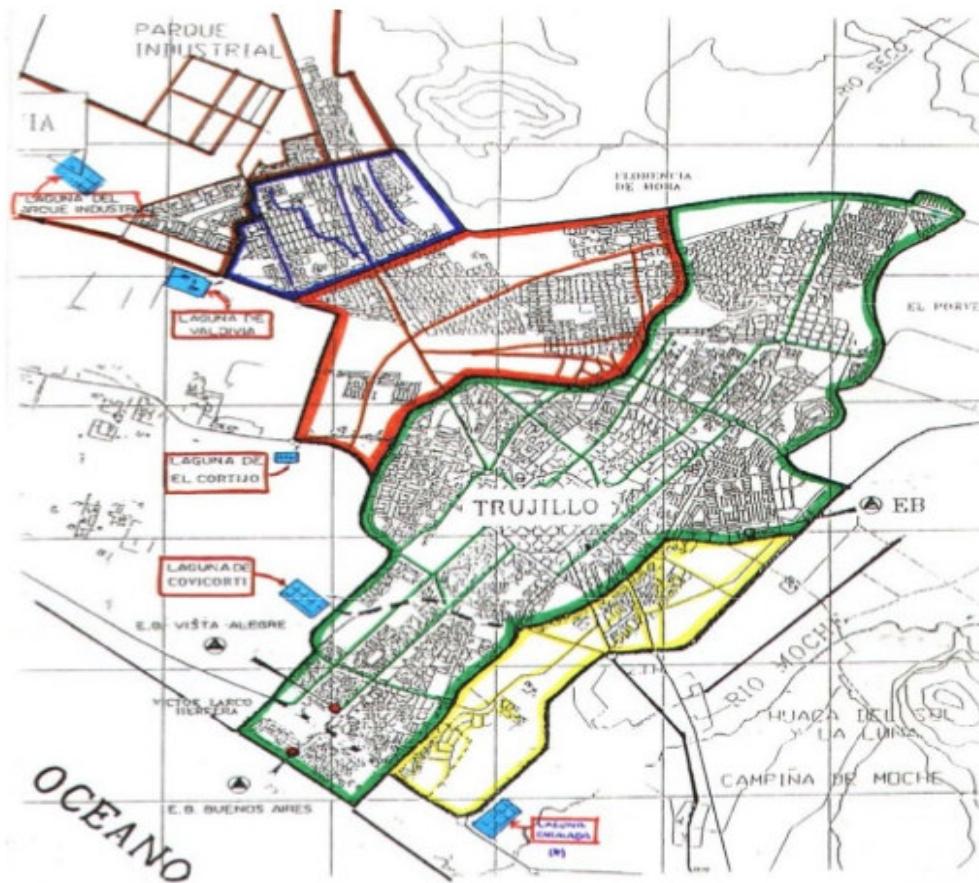
Fuente : CEPIS . 1993



**Fotografía N° 01 : Vista de trabajadores de la Curtiembre Industrias Oriana EIRL ; ubicada en calle Unión N°280. Trujillo y que sus aguas residuales van a la laguna de oxidación COVICORTI.**



**Figura N° 02 : Distribución de áreas de trabajo de una Curtiembre**  
**Fuente : Ministerio de Industria,Turismo e Integracion.Figura N° 03 : Ubicación**



de la Lagunas de Oxidación de Covicorti y El Cortjo

Fuente : SEDALIB.



**Fotografía N°02 : Vista de Laguna de Oxidación El Cortijo, con los aireadores en la superficie.**

**Fuente: SEDALIB**



**Fotografia N° 03 : Vista de Tesista en laguna de oxidación Covicorti, con aireadores**

## **Formulación del problema.**

¿Cuál es la Gestión de riesgo de desastres de las lagunas de oxidación de Covicorti, el Cortijo y propuesta para tratamiento de aguas residuales de curtiembres en la ciudad de Trujillo y distritos .La Libertad ?

## **ALCANCE**

En la presente investigación trata sobre la Gestión de riesgo de desastres de lagunas de oxidación de Covicorti, el Cortijo y propuesta para tratamiento de aguas residuales de curtiembres en la ciudad de Trujillo y distritos .La Libertad; para lo cual partiremos de la evaluación y análisis del agua residual de las curtiembres y de las metodologías existentes, por lo que un tratamiento de las aguas residuales industriales de curtiembres debe tener, además de los conocimientos de carácter general, conocimientos especiales y experiencia en Hidráulica, estructuras, contaminación ambiental y Electrificación; debido a la gran importancia y necesidad de las obras de tratamiento de aguas residuales industriales de curtiembres ubicadas en Trujillo, El Porvenir, Florencia de Mora y La Esperanza, y en especial las curtiembres cuya ubicación , evacuan las aguas residuales industriales sin tratamiento y llegan a las lagunas de oxidación de Covicorti y El Cortijo.



**Fotografia N° 04 : Vistas de Tesista en lagunas de oxidación de Covicorti y El Cortijo ; con aireadores**

**Tabla N° 01 : Sectores que entregan el agua residual a las Lagunas de Covicorti y El Cortijo**  
**Fuente : SEDALIB. MPT.**

CUENCA	SECTORES
El CORTIJO 0.40 m <sup>3</sup> /s.	Trujillo Nor Oeste (Nuevo Peru, Alto Mochica, San Luis, El Cortijo, San Isidro), La Esperanza Centro y Sur y Florencia de Mora
COVICORTI 0.43 m <sup>3</sup> /s.	a) Trujillo: Centro Histórico, Granados, Jardines, Miraflores, El Molino, Intendencia, Las Quintanas, Primavera, Sta Ines, Sta Isabel, Las Capullanas, El Alambre, Vista Hermosa, San Salvador, El Bosque, La Rinconada, Urb Libertad. b) El Porvenir c) Buenos Aires, Los Sauces d) San Andrés, Merced, California, Túpac Amaru, Los Sauces, San Vicente, Covirt, Vista Alegre, San Pedro

Así mismo el alcance de la investigación amerita tener los conocimientos especiales siguientes:

**Conocimiento en Hidráulica, Electricidad y en Gestión Ambiental. -**

Debemos conocer todas las leyes que rigen a la hidráulica para el estudio del escurrimiento crítico, para el cálculo de gastos, áreas hidráulicas, etc. Debemos conocer las formas de cómo se realizan, investigan, registran y presuponen los cálculos de datos para conocer el número de curtiembres existentes en Trujillo y Distritos, así como conocer el grado de contaminación que generan estas curtiembres mediante las aguas residuales industriales que descargan a la red de alcantarillado domiciliario , inundaciones y humedad debido a la filtración de aguas residuales sin tratamiento, gestión ambiental, para que todo diseño, trazo que se tenga de decidir, se opte por el que menor daño ambiental realice.

**Conocimientos en Mecánica de Suelos.-** Debemos tener los conocimientos plenos del comportamiento de los suelos, para así poder diseñar las lagunas de oxidación y diversas obras complementarias de acuerdo al tipo de suelo que se presente, para que no exista problema a la hora de funcionar el sistema de tratamiento de aguas residuales industriales de las curtiembres.

**Conocimientos Estructurales.**- Además de tener los conocimientos generales de estabilidad, resistencia y durabilidad para la determinación de los esfuerzos en las estructuras del sistema de tratamiento de aguas residuales industriales de curtiembre en la Ciudad de Trujillo y Distritos.

**Conocimientos en Economía.**- Debe tener la visión y la experiencia en la elección de las estructuras más adecuadas, y que convengan para lo que se trate de solucionar, hacer el estudio económico comparativo para la selección del tipo de obra que se requiere, puede ser a menor costo e incluso elevado, pero con la plena convicción de que es la solución óptima, considerando en concordancia con el código del medio ambiente, Quien contamina debe pagar los daños ocasionados.

### **Justificación**

En nuestro país se utiliza tradicionalmente tecnologías convencionales para el tratamiento de aguas residuales industriales, una de ellas el proceso físico químico, basada en el uso de coagulantes como el Sulfato de Aluminio y polímeros sintéticos (policloruro de aluminio), así como algunas sales de fierro.

Este proceso utiliza grandes cantidades de productos químicos los cuales encarecen el tratamiento, , además en algunas plantas de tratamiento no se aplica la dosis óptima de estos coagulantes o polímeros, realizando una sobredosificación de estos productos y su uso indiscriminado puede incrementar la concentración de aluminio en el agua tratada; ocasionando problemas para la salud.

Un aspecto importante en tener en cuenta es la gran cantidad de lodos producidos por este tratamiento y por su alto porcentaje de humedad son difíciles de tratar para su disposición final. Otra tecnología muy difundida en el país es el tratamiento por lodos activados, la cual es un proceso que básicamente es realizada por bacterias las cuales degradan la materia orgánica, es por ello que son muy sensibles ya que están sujetas a determinadas condiciones óptimas para buen funcionamiento y solo sirve para algunos efluentes industriales.

Con la finalidad buscar una solución al problema existente se justifica la necesidad en esta investigación buscar nuevas alternativas en el tratamiento de aguas en el país, siendo una de estas la electrocoagulación, la cual es una tecnología que no utiliza coagulantes químicos, ya que con cargas eléctricas desestabiliza las partículas coloidales permitiendo su aglomeración y precipitación, produciendo la depuración del agua contaminada, además de ser mucho más versátil y permite tratar todo tipo de efluentes industriales, lo cual nos permite alcanzar altos porcentajes en la remoción de contaminantes presentes en el agua logrando así el cumplimiento de la normativa ambiental vigente en el país.

#### **1.1.1. Justificación académica:**

El proyecto de Investigación se justifica académicamente porque permitirá aplicar procedimientos y metodologías para realizar un eficiente **gestión de riesgo de desastres de lagunas de oxidación de Covicorti, el Cortijo y propuesta para tratamiento de aguas residuales de curtiembres en la ciudad de Trujillo y distritos .La Libertad** y los factores que consideraremos serán: Factores Topográficos, factores Hidrológicos, factores Geotécnicos, factores de contaminación generados por insumos empleados por las curtiembres en el proceso industrial.

#### **1.4.2. Justificación Técnica:**

El presente proyecto está orientado para realizar una propuesta Técnica para el eficiente **tratamiento de aguas residuales industriales de curtiembres en la ciudad de Trujillo y distritos .La Libertad**, dado que existen varias metodologías de tratamiento. El objetivo principal de estos métodos es disminuir la contaminación y disminuir los riesgos de desastres por la salud del poblador al consumir verduras regadas con aguas residuales de curtiembres sin ningún tratamiento.

#### **1.4.3. Justificación social:**

El proyecto se justifica socialmente porque realizaremos una propuesta para un eficiente **Gestión de riesgo de desastres de lagunas de oxidación de Covicorti, el Cortijo y propuesta para tratamiento de**

## **aguas residuales de curtiembres en la ciudad de Trujillo y distritos**

**.La Libertad** y de esta manera Contribuiremos a mejorar la calidad de vida, sin riesgos de desastres de la salud por consumir verduras regadas por aguas residuales industriales de curtiembres, sin ningún tratamiento.

Debido a estas razones es importante realizar la investigación **Gestión de riesgo de desastres de lagunas de oxidación de Covicorti, el Cortijo y propuesta para tratamiento de aguas residuales de curtiembres en la ciudad de Trujillo y distritos .La Libertad** y así contribuir a mitigar la contaminación ambiental existente por las aguas residuales industriales de curtiembres y así mejorar la calidad de vida de los pobladores residentes y turistas en la zona de estudio.

## **APORTES**

Este trabajo pretende dar solución, ante el peligro riesgo de desastres de las Lagunas de Oxidación de Covicorti y El Cortijo, que por recibir aguas residuales industriales de las curtiembres en Trujillo y sin ningun tratamiento respectivo es usado para riego de verduras, así como se infiltra en el suelo y parte llega al mar, generando una peligrosa contaminación ambiental y para la salud de los pobladores, porque al consumir verduras regadas por dichas aguas residuales industriales de curtiembres, las verduras son contaminadas por el cromo que es altamente cancerígeno.

Con la propuesta de tratamiento de aguas residuales industriales de las curtiembres de Trujillo, que descargan actualmente sus aguas residuales industriales sin el debido tratamiento y evacuan a la red pública de alcantarillado domiciliario. El Tratamiento de las aguas residuales industriales de curtiembres que por su ubicación y empalme a la red de alcantarillado domiciliario llegan a las lagunas de Covicorti y El Cortijo , permitirá la operatividad, funcionamiento y ampliación de su vida útil de las lagunas de oxidación de Covicorti y El Cortijo, así como evitar la contaminación actual existente.

Con la Gestión de Riesgo de Desastre de las lagunas de Oxidación de Covicorti y El Cortijo y Propuesta para tratamiento de aguas residuales industriales de curtiembres en la Ciudad de Trujillo y distritos adjuntos; tendrá un Impacto socio-ambiental positivo, dado que permitirá que no haya contaminación ambiental y se eleve la calidad de vida de los habitantes de la Ciudad de Trujillo y distritos adjuntos donde existen las curtiembres.

## **Hipótesis**

La Gestión de Riesgo de desastres de las lagunas de Oxidación de Covicorti y El Cortijo, permitirá una óptima Propuesta para tratamiento de aguas Residuales industriales de Curtiembres en la Ciudad de Trujillo y distritos . La Libertad.

## **Objetivos**

### **Objetivo General.**

Realizar la Gestión de Riesgo de Desastres de lagunas de oxidación de Covicorti y El Cortijo y propuesta para tratamiento de aguas residuales industriales de curtiembres en la ciudad de Trujillo y distritos. La libertad.

### **Objetivos Específicos**

- 1.- Hacer el inventario de curtiembres y la ubicación en la Ciudad de Trujillo y Distritos, y cuales tienen empalme a la red de alcantarillado domiciliario.**
- 2.- implementación un programa de manejo ambiental para disminuir el impacto ambiental en una curtiembre existente en Trujillo .**
- 3.- Caracterizar el efluente de dos curtiembres de Trujillo**
- 4.- Proponer y Diseñar el sistema para el tratamiento de aguas residuales industriales de curtiembres.**
- 5.- Determinar la factibilidad económica, técnica y ambiental en el tratamiento de aguas residuales generadas por las curtiembres en la Ciudad de Trujillo y distritos adjuntos.**

**6.- Contribuir a mitigar la contaminación ambiental y contribuir a la buena salud de los habitantes residentes y turistas de la Ciudad de Trujillo, distritos adjuntos del Departamento de La Libertad.**

**7.- Contribuir a mejorar la calidad de vida.**

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de la investigación**

Para sustentar este trabajo de investigación se ha tomado como antecedentes :

**“Centro Nacional de Producción más Limpia en convenio con el Instituto para el desarrollo de la Ciencia y la Tecnología, Colciencias y El SENA. Diagnóstico Ambiental del sector Curtiembre en Colombia” (2004)** :presenta los resultados de un amplio estudio acerca del elevado impacto ambiental producido por las industrias curtidoras en Colombia, donde resaltan el carácter artesanal con baja tecnificación de las curtiembres y el escaso interés por organizarse para implementar un tratamiento de aguas residuales común.

**Akitiengeselleschat y Ludwigshafan, 2000**, presentan de manera estadística y analítica el impacto ambiental producido por las curtiembres en las aguas residuales, en el que presentan los índices de contaminación de las aguas residuales más relevantes para cromo mayores a 2.400 mg/L en el proceso de curtido, para materia orgánica valores de DQO que superan 10.000 mg/L de O<sub>2</sub> en los vertimientos provenientes del lavado de las pieles que ingresan a todo el proceso y de sulfuros generados en el proceso de pelambre niveles mayores a 2.000 mg/L.

**La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos** en su Manual de BPA, plantea diversas alternativas de tecnologías limpias aplicables a cada una de las etapas de los procesos en la producción de cuero, incluyendo la precipitación y recuperación del cromo de las aguas residuales del proceso del curtido con agentes alcalinos, dando una descripción breve y general del proceso, considerando necesario el

calentamiento del precipitado de cromo básico obtenido para la regeneración de la sal de cromo para curtir.

**Díaz et. al., Jiménez, Pérez y Narváez (2006)** evaluaron la recuperación del cromo a partir de las virutas del cuero producidas en el rebajado del mismo, por acción del carbonato de sodio como agente precipitante. Posteriormente, se obtiene sulfato básico de cromo por tratamiento con ácido sulfúrico y es reutilizado en el proceso de curtido mezclándolo con reactivo grado comercial, obteniendo cuero con parámetros de calidad comparables con los del cuero obtenido con sal de cromo comercial. En el proceso se requiere lavado del precipitado que contiene al cromo, con agua caliente para extraer los carbonatos.

A nivel internacional se encuentran aspectos tecnológicos rudimentarios y escasa implementación de tecnologías más limpias en las curtiembres (Blackman, 2005). En países como Venezuela, Perú, Chile, Argentina, Paraguay, México y Bolivia, también las protestas son frecuentes por la contaminación ambiental. Las industrias curtidoras son generalmente de carácter familiar, con escasa tecnificación y baja educación ambiental (Germillac, 2007).

En el marco de la Directiva Nº 001-2016-PCM en nuestro País, que aprueba los “Lineamientos para la aprobación de indicadores de Desempeño y metas de las Políticas Nacionales del D.S Nº 027-2007-PCM y sus modificatorias, y para la preparación de Informes de evaluación”, la Secretaría de Gestión del Riesgo de Desastres de la Presidencia del Consejo de Ministros como órgano supervisor, en coordinación con los órganos componentes (CENEPRED, INDECI) y con la participación del CEPLAN, ha elaborado los lineamientos e indicadores en materia de GRD para el año 2017, las mismas que servirá de referente a los sectores en la programación de sus metas e indicadores en esta materia en el marco de su competencia.

En la zona indicada para el proyecto de tesis no hemos encontrado, estudios referentes al tema de tesis, por lo que será de mucha utilidad la cristalización del indicado proyecto dado que permitirá tomar decisiones muy importantes para el tratamiento de las aguas residuales industriales de curtiembres que descargas sus efluentes a la Red Pública y llevando dichas aguas residuales hasta las lagunas de Covicorti y El Cortijo, afectando gravemente su funcionamiento en razón que dichas Lagunas han sido diseñadas para recibir aguas residuales domiciliarias y no para recibir y tratar aguas residuales industriales como son las aguas residuales de curtiembres existentes en la Ciudad de Trujillo y distritos adjuntos.

#### **A.- INVESTIGACIONES EXTRANJERAS**

##### **1.-Título : REMEDIACIÓN DE AGUAS CONTAMINADAS CON CROMO UTILIZANDO DIFERENTES BIOMATERIALES RESIDUALES**

**AUTORES : Édgar Quiñones, Candelaria Tejada , Víctor Ruiz  
INSTITUCION : UNIVERSIDAD DE CARTAGENA. COLOMBIA.  
AÑO : 2014**

##### **RESUMEN**

La contaminación de las aguas residuales industriales con metales pesados es uno de los problemas ambientales más graves que se presenta hoy en día. El tratamiento de estos efluentes mediante el uso de bioadsorbentes extraídos de biomasas residuales ha sido estudiado durante los últimos años como alternativa económica y eficiente. El propósito de este trabajo fue identificar las biomasas que están siendo utilizadas actualmente en la remoción de cromo en aguas residuales contaminadas, su capacidad de remoción y la cinética aplicada en los experimentos. Se encontró que los bioadsorbentes más usados incluyen cortezas de árboles, residuos de madera, semillas y hojas de diferentes árboles, cáscaras de frutos, residuos de cereales, flores, y cítricos. Se halló que para la remoción de Cr (VI) el biomaterial que mostró la máxima capacidad de adsorción fue los residuos de trigo con 322,58 mg/g, mientras que, para el Cr (III) los residuos de naranja con 74.87 mg/g, ambas se lograron con un pH de 5.

##### **2.-TITULO : ANÁLISIS TÉCNICO AMBIENTAL DEL PROCESO DE LA CURTIDURÍA SERRANO DE LA CIUDAD AMBATO Y DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES.**

**AUTOR : ÁLVARO DANIEL PORTILLA POZO**  
**INSTITUCION : UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR**  
**AÑO : 2013**

## **RESUMEN**

Tesis sobre el análisis del proceso de la Curtiduría Serrano y el tratamiento de sus aguas residuales. Objetivo General: Realizar el análisis técnico ambiental del proceso de la Curtiduría Serrano de la Ciudad Ambato y diseñar una planta de tratamiento de las aguas residuales. Descripción del Problema: La empresa descarga sus efluentes a la alcantarilla sobrepasando los límites establecidos en el TULSMA. Descripción del Área de Estudio: Curtiduría Serrano se localiza en la Parroquia Atahualpa del Cantón Ambato, Provincia Tungurahua. La empresa realiza los procesos: salado, remojo, pelambre, lavado, piquelado, curtido, escurrido, raspado, engrase, teñido, desvenado, estirado, escurrido, secado, prensado y empacado. Diseño Metodológico: Detalle de las técnicas y herramientas utilizadas para determinar dosificación de insumos, cuantificación de descargas, toma de muestras, medición de residuos sólidos generados. Propuestas de Mejora en el Proceso de la Curtiduría Serrano: lavado de piel en el faenamiento del animal, reciclaje de sal, reciclaje de baños de cromo, curtición de la costra y venta de raspado y lijado de cuero. Beneficios Ambientales: Reducción de la carga contaminante en los efluentes, reducción de consumo de agua, reciclaje de residuos. Beneficios Económicos: 37050.4 USD/año. Tratamiento de Aguas Residuales: Prediseño del sistema de aireación difusa y coagulación-floculación. Conclusión Relevante: Reducción del 95% de contaminantes orgánicos y 70% los inorgánicos.

### **3.- Titulo: RIESGOS MICROBIANOS EN LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS FRESCOS EN ÁREAS URBANAS Y PERIURBANAS DE AMÉRICA LATINA.**

**AUTORES : Dr. Eduardo Fernández Escartín y Dr. Juan José Peña Cabriales**  
**INSTITUCION : Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del**  
**I.P.N. Cinvestav Av. I.P.N. 2508 07360, México, D.F..**  
**AÑO : 2012**

## **RESUMEN**

La ingesta de hortalizas, como de cualquier alimento, implica un riesgo a la salud. Entre los agentes de riesgo destacan los de naturaleza microbiana. Estos riesgos se pueden expresar en forma de casos esporádicos de enfermedad, o bien de brotes, es decir afectando a dos o más personas con sintomatología similar asociados al consumo de un cierto alimento.

Los estudios epidemiológicos registran una diversidad de hortalizas, identificadas como vehículo, y de agentes patógenos microbianos: bacterias, virus y parásitos, metales pesados como el cromo en las aguas residuales de curtiembres. Aunque el daño a la salud suele consistir en un cuadro diarreico

auto limitado y pasajero, existen también problemas extra intestinales serios de gran severidad, incluso letales.

El riesgo a la salud se configura primariamente a través de la exposición a fuentes de contaminación, facilitando la supervivencia y/ o el desarrollo microbiano. Estos tres eventos pueden acontecer durante el cultivo, la cosecha, comercialización y preparación previa al consumo. Destacan como fuentes significativas de contaminación el agua de riego, la fauna (sea doméstica, de explotación o silvestre), el fertilizante orgánico y la humana. Evitar estas fuentes de contaminación es una acción preventiva imperativa para proteger la inocuidad de la hortaliza.

En la literatura científica se registran tratamientos antimicrobianos, desde el simple lavado con agua hasta la aplicación de germicidas químicos como recursos correctivos, cuando las hortalizas se consumen crudas. Con el propósito de asegurar su inocuidad podrían tomarse como referencia las normas operativas que se exigen para productos de exportación similares, tanto en invernaderos como en campo abierto. Evidentemente, en nuestro caso, habría que ajustarse a la situación particular de las hortalizas generadas en los programas de producción urbana y periurbana. De manera general se incluyen dentro de tales normas actividades de capacitación y la aplicación de acciones preventivas y correctivas. Su valoración se lleva a cabo por observación directa de las prácticas agrícolas sanitarias y la verificación de su eficiencia mediante exámenes de laboratorio. Los apoyos técnicos requeridos para este fin podrían encontrarse, en buen número de casos, en instituciones de educación media y superior que cuenten con infraestructura y especialistas en la materia.

## B.- INVESTIGACIONES NACIONALES

### **1.- Título :“TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL PROCESO DE CURTIDO EN PIELES POR PROCESOS FÍSICO-QUÍMICO DE LA CURTIEMBRE DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA DE LA UNA PUNO”**

**AUTOR** : PORTADA MAMANI ALBERTO  
**INSTITUCION** : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO. PUNO.  
**AÑO** : 2016

#### **RESUMEN**

En el presente trabajo de investigación se realizó el tratamiento de las aguas residuales de la curtiembre de la Facultad de Ingeniería Química de la UNA-PUNO, se estableció las condiciones más adecuadas para llevar a cabo el tratamiento físico-químico de las principales aguas residuales de curtiembre: remojo, pelambre y curtido de modo que se obtenga un agua residual con concentraciones que cumpla la norma en cuanto a sólidos totales, sulfuro y cromo. Para ello se determinó las condiciones óptimas para la coagulación y

posterior floculación de las aguas residuales de remojo utilizando Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>.14H<sub>2</sub>O, los porcentajes de remoción de sólidos totales (ST) fue del 98.78 %. El tratamiento de aguas residuales de pelambre se realizó aireando la muestra utilizando como catalizador sulfato de manganeso (MnSO<sub>4</sub>) para la oxidación de sulfuros, consigiéndose oxidar los sulfuros de las aguas residuales en un 91.45%. Las aguas residuales del proceso de curtido fueron tratadas con soluciones de NaOH, lográndose remover las concentraciones de cromo (III) y sólidos totales (ST) en un 96.22% y 73.65% respectivamente. En la estabilización de los lodos se pudo observar que la velocidad de sedimentación depende de la concentración de lodos, para una concentración de lodos de 6.62 g/L la velocidad de sedimentación fue 0.276 cm/min.

## FUNDAMENTACION TEORICA

Definiciones.

### **Conceptos básicos de la gestión de riesgos**

En la gestión de riesgos, los equipos de respuesta deben tener presente la importancia de compartir un lenguaje en común que facilite la comprensión mutua y contribuya a hacer más eficiente el trabajo entre los distintos actores antes, durante y después de una emergencia. Por eso, a continuación se presentan términos que han sido consensuados a nivel internacional en materia de gestión de riesgo.

**Gestión de riesgo:** Es la acción integral para el abordaje de una situación de desastre. Permite determinar los riesgos, intervenir para modificarlos, disminuirlos, eliminarlos o lograr la preparación pertinente para responder ante los daños que, sin duda, causará un determinado desastre.

**Amenaza:** Cualquier factor externo de riesgo con potencial para provocar daños sociales, ambientales y económicos en una comunidad durante determinado periodo de tiempo.

De acuerdo a su origen, las amenazas pueden ser:

- **Naturales**: son aquellas en los que no interviene la actividad humana, como sismos, erupciones volcánicas, algunos tipos de inundaciones, deslizamientos, entre otros.
- **Antrópicas o generadas por la actividad humana**: sucesos como incendios, explosiones, contaminaciones, accidentes del transporte masivo, entre otros.
- **Mixtas**: producto de un proceso natural modificado por la actividad humana, como los deslizamientos por deforestación de las laderas, sequías, derrumbes por mala construcción de caminos, canales, viviendas, etc.

**Emergencia:** Es una alteración o daño de diverso tipo (a la salud, los bienes, el medio ambiente, etc.) que demanda respuesta inmediata de la comunidad afectada, causados por sucesos naturales, generados por la actividad humana o por la combinación de ambos, cuyas acciones de respuesta pueden ser manejadas con los recursos localmente disponibles.

**Desastre:** Se trata de eventos adversos de mayor magnitud que las emergencias, por lo que superan la capacidad de respuesta de la comunidad afectada y exigen el apoyo externo, ya sea de otra región, jurisdicción o nivel gubernamental.

**Riesgo:** Remite a la probabilidad en una comunidad de sufrir daños sociales, ambientales y económicos, en determinado periodo de tiempo, en función de la amenaza y la vulnerabilidad. Una buena gestión del riesgo permite minimizar los potenciales daños, actuando oportunamente antes, durante y después de producido un desastre.

**Vulnerabilidad:** Es un factor interno de riesgo de una comunidad expuesta a una amenaza, en función de su predisposición a resultar dañada. Existe en la medida en que se haga o deje de hacer algo: la ubicación geográfica de las ciudades, la calidad de la construcción de las viviendas, el nivel de mantenimiento en todo tipo de servicios públicos, el

tipo de producción económica, el grado de organización social, la capacidad de gestión, etc.

### **Valores Máximos Admisibles (VMA)**

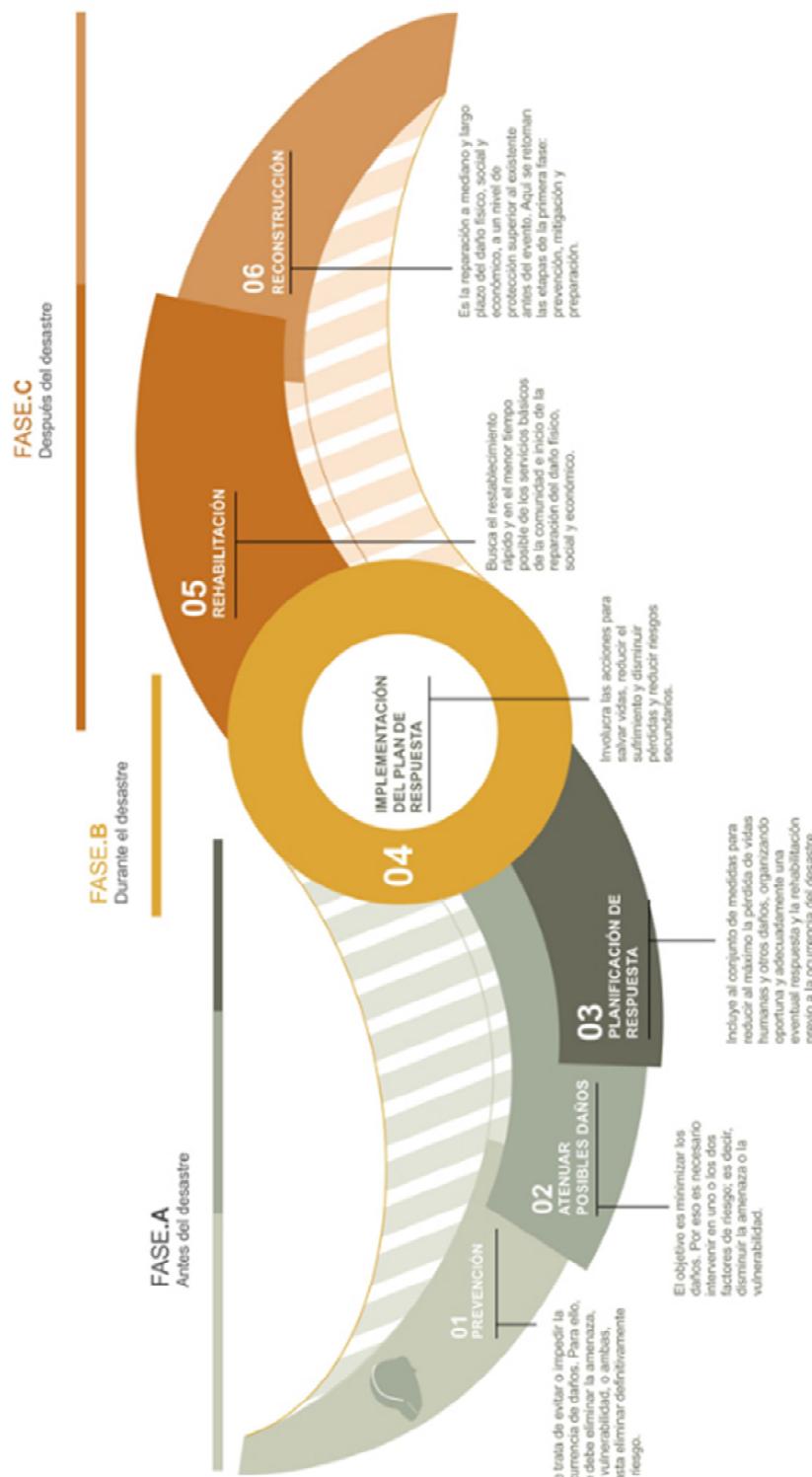
Debemos entender por Valores Máximos Admisibles (VMA) como aquel valor de la concentración de elementos, sustancias o parámetros físicos y/o químicos, que caracterizan un efluente no doméstico que va a ser descargado a la red de alcantarillado sanitario, que al ser excedido causa daño inmediato o progresivo 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.

### **Usuario No Doméstico (UND)**

Es aquella persona natural o jurídica que realiza descargas de aguas residuales no domésticas al sistema de alcantarillado sanitario.

### **Aguas Residuales No Domésticas**

Son aquellas descargas de líquidos producidos por alguna actividad económica comercial e industrial, distintos a los generados por los usuarios domésticos, quienes descargan aguas residuales producto de la preparación de alimentos, del aseo personal y de desechos fisiológicos.



**Figura N° 04 : Conceptos básicos de la gestión de riesgos**  
Fuente :UNESCO

### **Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento (EPS Saneamiento)**

Es aquella empresa o institución pública, municipal o mixta, constituida con el exclusivo propósito de brindar servicios de saneamiento en el ámbito urbano. Es quien produce, distribuye y comercializa el agua potable, y quien se encarga de la recolección, tratamiento y disposición final de las aguas servidas, la recolección de las aguas provenientes de las lluvias y la disposición sanitaria de excretas.

### **Entidad de Fiscalización Ambiental (EFA)**

Entidad pública de ámbito nacional, regional o local que tiene atribuida alguna o todas las acciones de fiscalización ambiental, en sentido amplio. Excepcionalmente, y por disposición legal, puede ser considerada EFA aquel órgano de línea de la entidad que se encuentre facultado para realizar funciones de fiscalización ambiental.

### **Estándar de Calidad Ambiental (ECA)**

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

### **Fiscalización Ambiental**

Acción de control que realiza una entidad pública dirigida a verificar el cumplimiento de las obligaciones ambientales fiscalizables de un administrado, sea una persona natural o jurídica de derecho privado o público. Comprende las acciones de fiscalización ambiental que son ejercidas por el OEFA y las EFA de acuerdo a sus competencias, y puede ser entendida en sentido amplio y en sentido estricto.

- **Fiscalización ambiental en sentido amplio:** Comprende las acciones de vigilancia, control, monitoreo, seguimiento, verificación u otras similares que se enmarcan dentro de las funciones de evaluación,

supervisión, fiscalización y sanción con la finalidad de asegurar el cumplimiento de obligaciones ambientales fiscalizables.

- **Fiscalización ambiental en sentido estricto:** Comprende la facultad de investigar la comisión de posibles infracciones administrativas y la de imponer sanciones y medidas correctivas.

#### **Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento (JASS)**

Son organizaciones elegidas voluntariamente por las comunidades y se constituyen con el propósito de administrar, operar y mantener los servicios de saneamiento de uno o más centros poblados del ámbito rural.

#### **Límite Máximo Permisible (LMP)**

Es la medida de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan al efluente o una emisión, que al ser excedido causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente.

#### **Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA)**

Es un organismo público técnico especializado, con personería jurídica de derecho público interno, se encuentra adscrito al MINAM y se encarga de la fiscalización, supervisión, evaluación, control y sanción en materia ambiental, así como de la aplicación de incentivos. Es el ente rector del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental.

#### **Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental (SINEFA)**

Creado mediante Ley N° 29325, modificada por la Ley N° 30011, con la finalidad de articular las funciones de fiscalización ambiental a nivel nacional, regional y local. Valores Máximos Admisibles (VMA) Valor de la concentración de elementos, sustancias o parámetros físicos y/o químicos, que caracterizan a un efluente no doméstico 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.

### **Aguas Residuales:**

Son aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado.

#### **¿Cómo se clasifican las aguas residuales?**

##### **Aguas Residuales Domésticas**

Son aquellas de origen residencial y comercial que contienen desechos fisiológicos, entre otros, provenientes de la actividad humana, y deben ser dispuestas adecuadamente.

##### **Aguas Residuales Industriales**

Son aquellas que resultan del desarrollo de un proceso productivo, incluyéndose a las provenientes de la actividad minera, agrícola, energética, agroindustrial, entre otras.

##### **Aguas Residuales Municipales**

Son aquellas aguas residuales domésticas que pueden estar mezcladas con aguas de drenaje pluvial o con aguas residuales de origen industrial previamente tratadas, para ser admitidas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado.

### **Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento:**

Es el ente rector del Estado en los asuntos relacionados al sector saneamiento y tiene las siguientes funciones:

- Formular, normar, dirigir, coordinar, ejecutar y supervisar la política nacional en dicho sector, así como evaluar permanentemente sus resultados, adoptando las correcciones y medidas correspondientes.

- Generar las condiciones para el acceso a los servicios de saneamiento en niveles adecuados de calidad y sostenibilidad.
- Asignar los recursos económicos a los gobiernos locales y las EPS Saneamiento para la construcción de obras de saneamiento y otorgar la certificación ambiental a dichos proyectos.
- Fiscalizar el cumplimiento de los compromisos ambientales contenidos en los instrumentos de gestión ambiental de los proyectos de saneamiento a nivel nacional y de los límites máximos permisibles (LMP) para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales.

**Autoridad Nacional del Agua (ANA):**

- Autoriza los vertimientos de aguas residuales tratadas con las opiniones previas técnicas favorables de la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud y de la autoridad ambiental sectorial, las cuales son vinculantes.
- Verifica el cumplimiento de los ECA en los cuerpos de agua e impone sanciones, y puede suspender las autorizaciones otorgadas si verifica que el agua residual tratada, puede afectar la calidad del cuerpo receptor o sus bienes asociados.
- Autoriza el reúso de agua residual, bajo previa acreditación de que no se pondrá en peligro la salud humana y el normal desarrollo de la fauna y flora, o se afecte otros usos.

**Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA):**

El OEFA ejerce funciones de evaluación, supervisión y fiscalización en lo referido al tratamiento de las aguas residuales provenientes de las actividades económicas de sectores como la mediana y gran minería, hidrocarburos en general, electricidad, procesamiento industrial pesquero, acuicultura de mayor escala, así como producción de cerveza, papel, cemento y curtiembre de la industria manufacturera. Los titulares de las actividades económicas descritas deben cumplir con no exceder

los LMP para los efluentes que generan antes de que sean descargados a la red de alcantarillado o a los cuerpos receptores.

El OEFA es la autoridad facultada para supervisar directamente en estos casos, así como también de aplicar sanciones en caso se excedan los LMP. Asimismo, como ente rector del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental, supervisa la labor fiscalizadora de las EFA, entre las cuales se encuentran las municipalidades distritales y provinciales, los gobiernos regionales, la Autoridad Nacional del Agua, o los ministerios (Producción, Agricultura y Riego, etc.) que tienen la responsabilidad de supervisar el adecuado manejo de las aguas residuales respecto de las actividades económicas que se encuentran dentro del ámbito de su competencia.

#### **OTRAS ENTIDADES vinculadas al control de las aguas residuales en el Perú**

##### **Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS):**

Es la entidad que vela por la calidad del servicio que deben brindar las EPS Saneamiento. Norma, regula, supervisa y fiscaliza, dentro del ámbito de su competencia, la prestación de servicios de saneamiento a nivel nacional y, de acuerdo a su rol regulador, también es responsable de sancionar y solucionar controversias y reclamos.

**Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS Saneamiento):** Tienen como finalidad operar y mantener en condiciones adecuadas los componentes de los sistemas de abastecimiento de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario, y deben prestar dichos servicios con oportunidad y eficiencia. Para ello, las EPS Saneamiento están obligadas a:

- Producir, distribuir y comercializar agua potable, así como recolectar, tratar y disponer adecuadamente las aguas servidas.
- Recolectar las aguas pluviales y disponer sanitariamente las excretas.

- Ejecutar programas de mantenimiento preventivo anual a fin de reducir riesgos de contaminación de agua para consumo, de interrupciones o restricciones de los servicios.
- Realizar un control de los Valores Máximos Admisibles (VMA) a través de laboratorios acreditados ante el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI), estando facultado para imponer sanciones en caso el generador incumpla con las obligaciones dispuestas en la normativa vigente, sin perjuicio de la aplicación de sanciones establecidas en otras leyes y reglamentos.

**Ministerio de Salud (MINSA):** El Ministerio de Salud, a través de Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), tiene la función de establecer las normas técnicas sanitarias para el abastecimiento de agua para consumo humano; y el manejo, reúso y vertimiento de aguas residuales domésticas y disposición de excretas. Asimismo, vigila la calidad sanitaria de los sistemas de agua y saneamiento para la protección de la salud de la población. También, diseña e implementa el sistema de registro y control de vertimientos con relación a su impacto en el cuerpo receptor.

### **Metales pesados en aguas residuales**

Las aguas residuales contienen gran número de metales pesados, entre ellos níquel, manganeso, plomo, cromo, cadmio, zinc, cobre, hierro, mercurio, entre otros. Todos estos son sustancias contaminantes que deben tomarse obligatoriamente en consideración para fijar valores límites de emisiones, aunque algunos de ellos son imprescindibles para el normal desarrollo de la vida biológica, y por tanto, la ausencia de cantidades suficientes de los mismos podría limitar, por ejemplo, el crecimiento de las algas.

Las fuentes habituales de aguas residuales que contienen grandes cantidades de metales proceden principalmente de la industria de

limpieza de metales, recubrimiento, curado, refino de fosfato y bauxita, generación de cloro, fabricación de baterías y curtiembres (Alonso J, 2008).

Estos contaminantes proceden de industrias muy variadas y por su naturaleza, concentración o caudal del efluente, hacen que esas aguas residuales demanden un tratamiento antes de su vertido o reutilización (Rodríguez A et al., 2006).

En general, el tipo y concentración de los metales pesados presentes en los residuos líquidos generados por las distintas industrias va a depender del proceso productivo, de la etapa en que se produzcan y de la materia prima utilizada (Sharma et al., 2007).

Los metales pesados ejercen efectos biológicos que pueden ser beneficiosos o perjudiciales para los distintos organismos. No son biodegradables y tienden a acumularse en los organismos, causando numerosas enfermedades y trastornos (Inglezakis et al., 2003), razón por la cual han sido catalogados como una clase emergente de cancerígenos humanos (Farajzadeh MA y Monji MB, 2004). Elevadas concentraciones de algunos de estos elementos en el ambiente o en determinados procesos pueden desencadenar una serie de problemáticas que van desde la degradación y pérdida de fertilidad de suelos (Kizilkaya et al., 2004; Arias et al., 2005), hasta afectar procesos de tratamiento de aguas residuales (Nurdan et al., 1997; Ong et al., 2005).

En la Tabla N° 02 , se pueden observar los distintos metales pesados que suelen estar presentes en los efluentes generados por estas industrias.

**Tabla N° 02 : Metales pesados presentes en efluentes industriales**  
**Fuente :** (Manzoor et al., 2006; Mohan y Pittman, 2006; Sial et al., 2006; Cavaco et al., 2007).

	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Hg	Pb	Cd	Cr	As	Al	Sn
Refinerías de petróleo	X		X	X	X		X		X	X		
Pulpa y papel			X	X	X	X	X		X			
Textiles	X	X	X	X	X		X	X	X			
Metalúrgicas	X		X		X		X	X	X	X		
Químicos orgánicos	X		X			X	X	X	X	X	X	X
Químicos inorgánicos	X		X			X	X	X	X	X	X	
Plásticos	X											
Curtiembres									X			
Mineras		X		X		X	X	X		X		
Drenaje ácido de minas	X	X	X	X							X	
Galvanoplastia		X	X	X	X		X		X			

## **IMPACTOS DEL CROMO EN LA SALUD**

Para los autores RINEHART, W.E. y GAD,S.C. ; LENNTECH; se presentaron varias consideraciones. Los efectos tóxicos del Cr<sup>3+</sup> son menores a los del Cr<sup>6+</sup>, conocido cancerígeno, ya que éste puede ocasionar manifestaciones agudas y crónicas en las personas que hayan estado en contacto directo. En relación con los efectos sobre el medio ambiente acuático, el Cr 3+ puede ser oxidado a la forma Hexavalente a un pH entre 5.5 y 6, proceso que es favorecido por la presencia de óxido de manganeso.

Los compuestos hexavalentes se absorben por vía digestiva, cutánea y respiratoria; penetran con facilidad en el interior de los eritrocitos, se combinan con la fracción globínica de la hemoglobina, y se reducen posteriormente a estado trivalente; en esta forma tiene gran afinidad por las proteínas plasmáticas, principalmente a la transferrina. La principal vía de eliminación es la renal (80%). La ingesta 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.

Respecto a LA Salud, la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. (EPA), advirtió que el Cr, Ar, Pb y los sulfuros que utilizan las curtidores causan severos daños Como la leucemia. Los compuestos Cr<sup>6+</sup> pueden absorberse por ingestión o inhalación, produciendo un efecto irritante inmediato y ulceraciones. Estas producen la necrosis del tejido circundante llegando a perforar el tabique. La intoxicación en trabajadores expuestos al contacto puede producirse por la inhalación de polvo y humos procedentes de la fabricación del dicromato. También,

puede producirse durante la soldadura del acero inoxidable, el contacto con cemento, cuero, materiales de la industria gráfica, curtido de pieles y varios tipos de trabajo con metales.

Existen numerosos trabajos que describen la interacción del Cr con proteínas del sistema inmune, formando complejos antígeno-anticuerpo. Esto explica la localización de las lesiones alrededor de las glándulas sudoríparas y por qué cantidades muy pequeñas de dicromato pueden producir sensibilización. En cuanto a los efectos carcinogénicos, se ha descrito un aumento de la incidencia en los pulmones, en trabajadores expuestos durante 15 años o más. Los cromatos de Zn y Ca parecen ser los más cancerígenos y se cuentan entre los más potentes en humanos. La exposición intensa a los compuestos ha producido una incidencia muy elevada de cáncer de pulmón.

### **Impacto del cromo en los ecosistemas**

Para LENNTech (2008), en los ecosistemas acuáticos, el Cr +6 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 +3 mediante la reducción de especies tales como las sustancias orgánicas, el ácido sulfídrico, 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 (*Ictalurusnebulosus*), en los bivalvos, como la ostra (*Crassostrea virginica*), el mejillón azul (*Mytilus edulis*) y la almeja de caparazón blando.

### **Tecnología para remoción de Cr con intercambio iónico**

El contacto entre iones de ciertos materiales genera un intercambio de los mismos en una solución de contacto. Esta capacidad la tienen

algunas sustancias artificiales y naturales; las primeras son resinas de intercambio iónico constituidas por un polímero orgánico al que se le incluyen grupos ionizables, específicos, de modo que pueden modificarse las características de capacidad y velocidad de intercambio junto con la selectividad de materiales. Estas resinas se utilizan en purificación de aguas y tratamiento de aguas residuales, con el fin de concentrar ciertos reactivos y recuperarlos para su uso posterior. Para el caso particular de la remoción del Cr la técnica se realiza mediante la oxidación de Cr +6 a Cr +3 para su posterior fijación en la columna de intercambio iónico con una resina básica. Otra sustancia apropiada para propósitos de intercambio iónico es la alúmina activada que contribuye a la retención de iones inorgánicos de soluciones acuosas, y se puede comportar como intercambiador catiónico en medio básico y aniónico en medio ácido.(RANA P. – 2000 y RAJESH, N. y K. YOGESH, K. - 2001).

### **Proceso de curtido de cuero**

En el proceso de curtido de cuero se emplean fundamentalmente dos métodos: uno en base de sales de cromo y otro a base de agentes vegetales. El 80 % de las industrias dedicadas a la actividad del curtido de pieles utiliza el proceso basado en las sales de cromo.

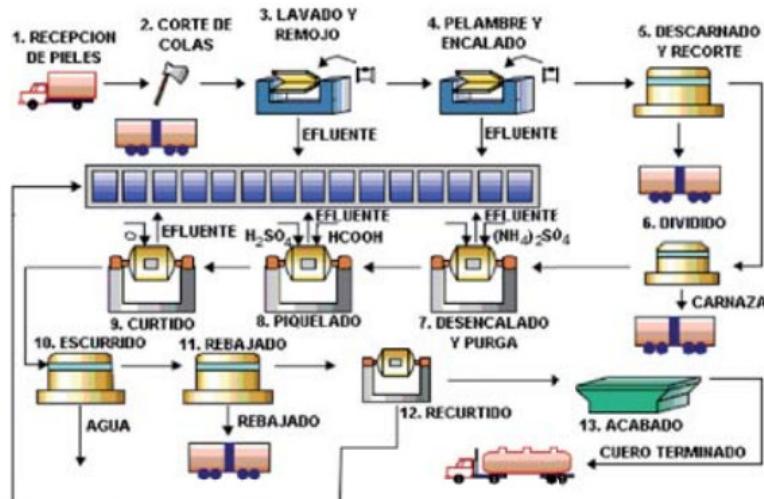
Las actividades de curtido y adobo de cueros se encuentran dentro de la categorización C-1511.01 “Actividades de descarnadura, tundido, depilado, engrase, curtido.

### **Descripción y diagrama de flujo del Proceso**

En el proceso de curtido de cuero, tanto con sales de cromo como con agentes vegetales, se cumplen las siguientes etapas:

- a. Recepción de la materia prima.
- b. Pre-tratamiento.
- c. Curado y desinfectado.
- d. Pelambre.
- e. Desencalado
- f. Descarnado.

- g. Desengrasado
- h. Piquelado.
- i. Curtido (al cromo y con agentes vegetales)
- j. Secado.
- k. Engrasado.



**Figura N° 05 : Proceso de curtido y acabado de cuero que se realiza en las cutiembres.**

Fuente : ALZATE TEJADA A. M. ( 2008)

#### a) Recepción de la materia prima.

Las pieles crudas tienen un alto contenido de humedad y pueden tener graves defectos por lo que inicialmente se realiza una inspección visual para asegurarse de que cumplan con los requisitos de calidad requeridos y de esta forma evitar su deterioro y productos finales defectuosos.

Durante la etapa de recepción de las pieles se genera agua residual, proveniente del escurrido de la humedad contenida en las pieles y pieles rechazadas.

#### b) Pretratamiento

Las pieles son pesadas y clasificadas por tamaño y por especie. Posteriormente se procede a recortar las partes del cuello, la cola y las extremidades. Las pieles son lavadas para su rehidratación así como para eliminar residuos de sangre, excretas y otras suciedades contenidas. Para este lavado se utiliza hidróxido de sodio, hipoclorito de sodio y detergentes.

Para el desarrollo de esta etapa del proceso se utiliza agua y sustancias químicas (hidróxido de sodio, hipoclorito de sodio y detergentes) para el lavado de la piel. Como resultado, se generan aguas residuales, residuos sólidos (recortes de piel) y envases vacíos de las sustancias químicas utilizadas.

### c) Curado y desinfectado.

Las pieles en bruto se curan, salándolas o secándolas. El método más frecuente es el uso de sal en las dos formas siguientes: la salazón húmeda o el curado con sal muera. Durante esta operación se emplean grandes volúmenes de agua que arrastran consigo tierra y materia orgánica, así como residuos de sangre y estiércol.

El curado con salmuera es un método más rápido y por ende, el más usado: las pieles se colocan en grandes cubas que contienen desinfectantes (bichloruro de mercurio y ácido fénico), bactericidas (sulfato de sodio y ácido bórico) y una solución de sal próxima a la saturación. Se procede a agitar para mejorar el contacto de la piel con la solución. Después de pasar unas 16 horas en la cuba las pieles absorben por completo la sal.

Para el desarrollo de esta actividad se requiere de agua, energía eléctrica para el agitador, sal y sustancias químicas (desinfectantes y bactericidas). Como resultado de la actividad se generan aguas residuales, residuos sólidos de piel y los envases vacíos de los productos químicos.

**d) Pelambre.**

Las pieles escurridas pasan al proceso de pelambre donde se les elimina la epidermis y el pelaje que las recubre, sumergiéndolas en soluciones de sulfuro de sodio y cal, manteniendo una constante agitación.

En esta etapa se produce al interior del cuero, el desdoblamiento de las fibras a fibrillas que prepara el cuero para la posterior curtición. En este proceso se emplea un gran volumen de agua, cuyos efluentes poseen gran contenido de carga orgánica y un elevado pH (11 -12) , debido a la presencia de la cal y sulfuro de sodio.

Para el desarrollo de esta actividad se requiere de sustancias químicas (cal y sulfuro de sodio) y agua para la preparación de las soluciones.Durante esta etapa se generan aguas residuales y envases vacíos de los productos químicos.

**e)Desencalado**

Es el proceso en el cual se lava la piel para remover la cal y el sulfuro, empleando importantes volúmenes de agua para evitar posibles interferencias en las etapas posteriores del curtido. Es necesario utilizar sustancias químicas como ácidos orgánicos tamponados (sulfúrico, clorhídrico, láctico, fórmico, bórico) sales de amonio, bisulfito de sodio, peróxido de hidrogeno, azucares y melazas, inclusive , se emplea el ácido sulfoftálico para lograr la neutralización del agua y la piel.

Esta etapa demanda de una gran cantidad de agua para el lavado de las pieles y para la preparación de las soluciones de los productos químicos (ácidos) para la neutralización del agua y la piel, generándose un importante volumen de aguas residuales y los envases vacíos de las sustancias químicas utilizadas.

**f)Descarnado**

Antes de comenzar la etapa de curtido se procede al descarne, donde se separan las grasas y carnazas que todavía permanecen unidas a la parte interna de la piel.

Se procede a descarnar con máquinas especiales, logrando así eliminar los tejidos subcutáneos y adiposos adheridos a la piel con el fin de conseguir la correcta penetración de los productos químicos en las siguientes etapas del curtido. Luego son lavadas con abundante agua para eliminar los residuos que estén adheridos, y proceder posteriormente al desengrasado.

Durante el desarrollo de esta etapa se consume energía eléctrica para el funcionamiento de las máquinas, agua para el lavado de la piel. Se generan residuos sólidos con un gran contenido de humedad, procedentes del descarne (tejido subcutáneo, adiposo) y aguas residuales producto del lavado de la piel.

### **g) Desengrasado.**

En el desengrasado utilizan detergentes. En dependencia de las características de la piel se puede usar percloroetileno (para pieles de ovejas). Se preparan soluciones, donde se sumerge la piel dejándola en reposo por un tiempo determinado dependiendo del origen de la piel. Las descargas líquidas que contienen materia orgánica, solventes y detergentes son tratadas posteriormente. Para la limpieza de los poros de la piel y para la eliminación de las proteínas no estructuradas se utiliza cloruro de amonio, logrando homogeneidad, tersura y mayor elasticidad en la superficie de la piel.

Para el desarrollo de esta etapa se requiere de agua para la preparación de las soluciones de los productos químicos utilizados en el desengrasado y productos químicos (solvente y/o detergente). Durante el proceso se generan aguas residuales y envases vacíos de los productos químicos.

### **h) Piquelado**

El proceso de piquelado comprende la preparación química de la piel para el proceso de curtido mediante la utilización principalmente de soluciones de ácido fórmico y ácido sulfúrico. Estos ácidos hacen un aporte de protones los cuales se enlazan con el grupo carboxílico, permitiendo la difusión del curtiente en el interior de la piel, sin que se fije en las capas externas del colágeno y de esta manera mejorar su conservación.

En esta etapa se requiere el uso de sustancias químicas y agua para el preparado de las soluciones. Como resultado de la actividad se generan aguas residuales y envases vacíos de los productos químicos usados.

### **i) Curtido.**

A continuación se describe el proceso de curtido, tanto a base de sales de cromo, como a base de agentes vegetales:

**a. Proceso de curtido en base de sales de cromo.** El proceso de curtido a base de sales de cromo, es el más utilizado, pero el más contaminante por efecto tóxico del Cr. Este método permite estabilizar el colágeno de la piel mediante agentes curtientes minerales transformando la piel en cuero.

En los curtidos minerales se emplean diferentes tipos de sales de cromo en muy variadas proporciones. Antes de entrar al proceso de curtido se hace el escurrido de la piel para eliminar el mayor contenido de humedad.

Para desarrollar este proceso la piel es introducida en una máquina llamada divisora. La acción del cromo trivalente en un medio ácido (ácido clorhídrico), permite convertir a la piel en cuero (material estable), impidiendo su degradación. El tiempo de duración del proceso de curtido es de 8 a 24 horas.

El cromo que no es absorbido por el cuero es reutilizado. Una vez secos los cueros se someten a diversos procesos de ablandamiento, quedando

listos para su terminación o acabado final . Allí, se les aplican diversos productos, que en combinación con procesos mecánicos, hacen que el cuero sea más durable y resistente.

En la etapa de curtido se prepara el cuero mediante dos procesos: el primero es el proceso mecánico de post-curtición, el cual le da un espesor

Específico y homogéneo al cuero; el segundo es el proceso húmedo de post curtición, que es el neutralizado, recurtido, teñido y engrasado del cuero.

En esta etapa del proceso se utiliza energía eléctrica para el funcionamiento de la maquinaria, agua para la preparación de las sales de cromo y sustancias químicas .Como resultado de la etapa se generan aguas residuales y envases vacíos de los productos químicos.

**Proceso de curtido del cuero con agentes vegetales.** El curtido con agentes vegetales permite la conservación de la fibra del cuero y le proporciona ciertas características de morbidez al tacto y elasticidad que son consecuencia de los materiales curtientes y de los métodos de trabajo que se emplean. En este proceso de curtido se utilizan extractos vegetales (cortezas,maderas,hojas y raíces) en su mayoría de plantas tropicales o subtropicales como la mimosa,el quebracho,o el castaño roble,o corteza de pino.

De acuerdo a la clasificación industrial internacional Uniforme (CIIU) las actividades de curtido y adobo de cueros se encuentran dentro de la categorización C-1511.01 “Actividades de descarnadura, tundido, depilado, engrase, curtido, blanqueo, teñido, adobo de pieles y cueros de pieles finas y cueros con pelo”.

Los cueros se sumergen en un licor curtiente vegetal compuesto por agua, tanino, alumbre y sal, durante el tiempo necesario para que se impregne totalmente el agente curtiente. Como el proceso de curtido propiamente dicho se lleva a cabo en un medio ácido es importante

controlar el pH de la solución, el cual debe mantenerse en un valor aproximado de pH 5.

Para corregir las desviaciones del pH que puedan ocurrir, se agrega el alumbre que es una sal ácida y el cloruro de sodio (sal común), que es una sal básica. Si el pH se torna alcalino, deberá agregarse una sal ácida (alumbre), en el caso contrario, si el pH se desvía hacia la acidez, se agregará una sal básica (cloruro de sodio).

En el desarrollo de esta etapa del proceso se requiere energía eléctrica, agua, alumbre, sal y extractos vegetales de taninos. Como resultado de la actividad se generan aguas residuales con carga orgánica y envases de los productos químicos utilizados.

#### **j) Secado**

Esta etapa de trabajo depende del proceso anterior de curtición y de las propiedades que se desea proporcionar a los cueros procesados. La velocidad del secado es muy importante: a velocidades muy rápidas la superficie exterior puede secarse mientras las partes interiores se mantienen húmedas. El secado de los cueros se realiza, principalmente en los cueros de clase superior, según el procedimiento de la llamada desecación adhesiva, en la que se adhiere el cuero húmedo sobre platos de vidrio y se lo seca estirándolo.

#### **k) Engrasado**

El engrasado se realiza con el objetivo de evitar el cuarteamiento del cuero para convertirlo suave, fuerte y flexible. Este proceso consiste en la impregnación del cuero con aceites emulsionados, los cuales se depositan en las fibras del cuero, fijándose y dando el acabado deseado.

En el engrasado hay que distinguir entre el engrasado sencillo, engrasado a mano o en tinas. En toda esta serie de tratamientos se va elevando la cantidad de aceite emulsionado y con ello la impermeabilidad y la “calidad” del cuero.

Durante el desarrollo de esta etapa se requiere de aceites engrasantes emulsionados (minerales y vegetales). Como resultado de la actividad existe el riesgo de potenciales derrames de aceites. Además se generan envases de aceites.

### **RIESGOS PARA LA SALUD**

Debido a la posible contaminación microbiana y química, la utilización de aguas residuales representa un riesgo para la salud de los agricultores, las personas que trabajan en toda la cadena alimentaria y los consumidores. El uso de mano de obra de bajo costo es una práctica habitual entre los agricultores que utilizan aguas residuales, y son las mujeres quienes se encargan de gran parte de esta tarea. Por consiguiente, enfrentan mayores riesgos para la salud, incluida la exposición a patógenos y la posibilidad de transmisión a sus familiares (Moriarty et al., 2004).

Se han propuesto distintos enfoques para mitigar los riesgos para la salud. Muchos de ellos se centran en la calidad del agua y estrictas normativas en lo que respecta al punto de uso. Así, el tratamiento de las aguas residuales pasa a ser un elemento fundamental para la reutilización del agua (Asano y Levine, 1998; Mara y Cairncross, 1989).

En la Unión Europea, por ejemplo, en el proyecto Aquarec se proponen siete categorías de calidad (en función del tratamiento) para distintos tipos de reutilización y se establecen límites microbianos y químicos para cada categoría (Salgot et al., 2006).

No obstante, en los países de bajos ingresos, en general se considera que las normas muy rigurosas en materia de calidad del agua para la reutilización tienen un costo prohibitivo y, por lo tanto, fracasan en la práctica. En las Guías de la OMS para el Uso Seguro de Aguas Residuales, Excretas y Aguas Grises en la Agricultura (OMS, 2006a) se reconocen los posibles riesgos para la salud de las aguas residuales no tratadas o con tratamiento inadecuado y la necesidad de reducir estos riesgos. En estas guías se propone emplear una serie de barreras (enfoque de barreras múltiples) para proteger la salud pública, junto con el saneamiento y las cadenas alimentarias desde la generación de aguas residuales hasta su consumo, en lugar de centrarse únicamente en la calidad de las aguas residuales en el punto de uso.

**Suelo:** las aguas residuales para riego añaden nutrientes, sólidos disueltos, sales y metales pesados al suelo. Con el tiempo pueden acumularse cantidades excesivas de estos elementos en la zona de raíces, lo que puede ser perjudicial para el suelo. El uso de aguas residuales a largo plazo podría ocasionar en el suelo: salinidad, sobresaturación, desintegración de su estructura, una reducción generalizada de su capacidad productiva y reducir el rendimiento de los cultivos. Las consecuencias dependerán de factores como la fuente, la intensidad del uso y la composición de las aguas residuales, así como de las propiedades del suelo y las características biofísicas propias de cada cultivo.

**Aguas subterráneas:** el uso de aguas residuales posee el potencial de recargar los acuíferos (externalidad positiva) y de contaminar los recursos hídricos subterráneos (externalidad negativa). La percolación del exceso de nutrientes, sales y patógenos a través del suelo puede provocar la degradación de las aguas subterráneas. No obstante, el impacto real dependerá de una gama de factores, incluida la magnitud del uso de aguas residuales, la calidad de las aguas subterráneas, la profundidad hasta el nivel freático, el drenaje del suelo y las

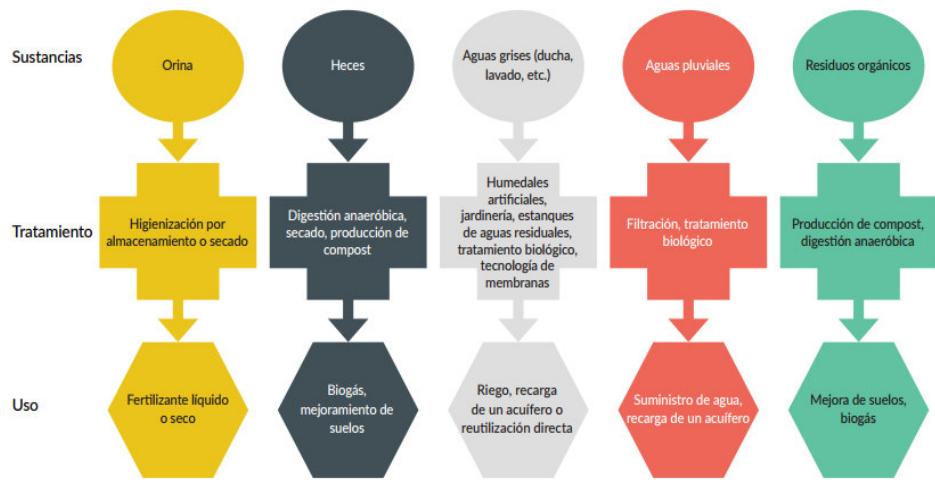
características de los suelos (por ejemplo, poroso, arenoso). Es probable que, en las zonas de regadío con niveles freáticos poco profundos, las consecuencias del riego con aguas residuales con tratamiento inadecuado sean considerables.

**Aguas superficiales:** cuando la escorrentía de los sistemas de riego con aguas residuales desemboca en aguas superficiales, especialmente pequeños lagos y masas de agua cerrados, los restos de los nutrientes pueden producir eutrofización, en particular si existen fosfatos en forma de ortofosfatos. A su vez, los desequilibrios en las comunidades de plantas y microbiológicas de las masas de agua podrían afectar otras formas superiores de vida acuática y reducir la biodiversidad. Si se trata de masas de agua que abastecen comunidades locales, los impactos ecológicos pueden transformarse en consecuencias económicas. Este método se ha aplicado en Jordania, donde se promueve el uso planificado de las aguas residuales desde 1977 y donde más del 90% de las aguas residuales tratadas se usa actualmente para el riego. En 2014, con fin de atender las inquietudes en materia de salud y su limitada capacidad de control, las autoridades jordanas implantaron las guías nacionales sobre calidad del agua de riego. En el marco de la Estrategia Nacional del Agua 2016-2025, en las guías nacionales se optó por el método de adopción de metas en función de la salud, que es un enfoque más flexible, descritas en las Guías de la OMS de 2006 (MWI, 2016a).



**Figura N° 06 : Método de barreras múltiples para reducir los riesgos relacionados con el consumo en la cadena alimenticia, aplicado al riego con aguas residuales.**

Fuente : OMS. 2015.



**Figura N° 07 : Separación de Residuos y alternativas posibles para su uso.**  
**Fuente : UNESCO-PHI/GTZ .2006**

### Coagulación, Floculación y Precipitación.

Las partículas que se encuentran en suspensión coloidal tienen un tamaño comprendido entre 0,001 y 1  $\mu$  y constituyen una parte importante de la contaminación, causa principal de la turbiedad del agua residual.

Debido a la gran estabilidad que presentan, resulta imposible separarlas por decantación o flotación. Tampoco es posible separarlas por filtración porque pasarían a través de cualquier filtro. La causa de esta estabilidad es que estas partículas presentan cargas superficiales electrostáticas del mismo signo, que hace que existan fuerzas de repulsión entre ellas y les impida aglomerarse para sedimentar. Estas cargas son, en general negativas, aunque los hidróxidos de hierro y aluminio las suelen tener positivas. La estabilidad de los sistemas coloidales y el estado de dispersión de una sustancia sólida en un líquido depende de la constante dieléctrica del líquido; pues, el grado de asociación aumenta a

medida que decrece la constante dieléctrica. Además la estabilidad de un sistema coloidal varía sensiblemente con la adición de pequeñas cantidades de electrolito ya que las partículas coloidales portan cargas eléctricas, las mismas que migran cuando están bajo la influencia de un campo eléctrico. De esta manera se establece que la capacidad coagulante de un electrolito depende de la carga del ión de signo opuesto a la que portan las partículas coloidales que constituyen una suspensión. Además hay que considerar que los sistemas coloidales formados por sustancias orgánicas como pectina en agua no son sensibles a la adición de electrolitos sino más bien que depende del grado de solvatación de la fase dispersa.

### **Coagulación.**

Consiste en desestabilizar los coloides por neutralización de sus cargas, dando lugar a la formación de un floculo o precipitado. La coagulación de las partículas coloidales se consigue añadiéndole al agua un producto químico (electrolito) llamado coagulante, normalmente se utilizan las sales de hierro y aluminio. Se pueden considerar dos mecanismos básicos en este proceso:

#### **a. Neutralización de la carga del coloide.**

El electrolito al solubilizarse en agua libera iones positivos con la suficiente densidad de carga para atraer a las partículas coloidales y neutralizar su carga. Se ha observado que el efecto aumenta marcadamente con el número de cargas del ión coagulante. Así pues, para materias coloidales con cargas negativas, los iones Ba y Mg, bivalentes, son en primera aproximación 30 veces más efectivos que el Na, monovalente; y a su vez, el Fe y Al, trivalentes, unas 30 veces superiores a los divalentes.

Para los coloides con cargas positivas, la misma relación aproximada existe entre el ión cloruro, Cl-, monovalente, el sulfato, (SO<sub>4</sub>)<sub>2-</sub>, divalente, y el fosfato, (PO<sub>4</sub>)<sub>3-</sub>, trivalente.

### **b. Inmersión en un precipitado o floculo de barrido.**

Los coagulantes forman en el agua ciertos productos de baja solubilidad que precipitan. Las partículas coloidales sirven como núcleo de precipitación quedando inmersas dentro del precipitado.

Los factores que influyen en el proceso de coagulación son:

- **El pH es un factor crítico en el proceso de coagulación.** Siempre hay un intervalo de pH en el que un coagulante específico trabaja mejor, que coincide con el mínimo de solubilidad de los iones metálicos del coagulante utilizado.

Siempre que sea posible, la coagulación se debe efectuar dentro de esta zona óptima de pH, ya que de lo contrario se podría dar un desperdicio de productos químicos y un descenso del rendimiento de la planta de tratamiento.

Si el pH del agua residual no fuera el adecuado, se puede modificar mediante el uso de coadyuvantes o ayudantes de la coagulación, entre los que se encuentran:

- Cal viva.
- Cal apagada.
- Carbonato sódico.
- Sosa Cáustica.
- Ácidos minerales.

**-Agitación rápida de la mezcla.** Para que la coagulación sea óptima, es necesario que la neutralización de los coloides sea total antes de que comience a formarse el floculo o precipitado. Por lo tanto, al ser la

neutralización de los coloides el principal objetivo que se pretende en el momento de la introducción del coagulante, es necesario que el reactivo empleado se difunda con la mayor rapidez posible, ya que el tiempo de coagulación es muy corto (1seg).

### **Floculación.**

Se refiere a la unión entre los flóculos ya formados con el fin de aumentar su volumen y peso de forma que pueden decantar. Consiste en la captación mecánica de las partículas neutralizadas dando lugar a un entramado de sólidos de mayor volumen. De esta forma, se consigue un aumento considerable del tamaño y la densidad de las partículas coaguladas, aumentando por tanto la velocidad de sedimentación de los flóculos. Básicamente, existen dos mecanismos por los que las partículas entran en contacto:

- Por el propio movimiento de las partículas (difusión browniana). En este caso se habla de Floculación peri cinética o por convección natural la cual es muy lenta.
- Por el movimiento del fluido que contiene a las partículas, que induce a un movimiento de éstas. Esto se consigue mediante agitación de la mezcla. A este mecanismo se le denomina Floculación orto cinética o por convección forzada.

Existen además ciertos productos químicos llamados floculantes que ayudan en el proceso de floculación. Un floculante actúa reuniendo las partículas individuales en aglomerados, aumentando la calidad del floculo (floculo más pesado y voluminoso).

Hay diversos factores que influyen en la floculación:

- Coagulación previa lo más perfecta posible.
- Agitación lenta y homogénea. La floculación es estimulada por una agitación lenta de la mezcla puesto que así se favorece la unión entre

los flóculos. Un mezclado demasiado intenso no interesa porque rompería los flóculos ya formados:

- Temperatura del agua. La influencia principal de la temperatura en la floculación es su efecto sobre el tiempo requerido para una buena formación de flóculos. Generalmente, temperaturas bajas dificultan la clarificación del agua, por lo que se requieren periodos de floculación más largos o mayores dosis de floculante.
- **Características del Agua Residual.** Un agua residual que contiene poca turbiedad coloidal es, frecuentemente, de floculación más difícil, ya que las partículas sólidas en suspensión actúan como núcleos para la formación inicial de flóculos.
- **Tipos de Floculantes.** Según su naturaleza, los floculantes pueden ser:

**Minerales:** por ejemplo la sílice activada. Se le ha considerado como el mejor floculante capaz de asociarse a las sales de aluminio. Se utiliza sobre todo en el tratamiento de agua potable.

**Orgánicos:** son macromoléculas de cadena larga y alto peso molecular, de origen natural o sintético. Los floculantes orgánicos de origen natural se obtienen a partir de productos naturales como alginatos (extractos de algas), almidones (extractos de granos vegetales) y derivados de la celulosa. Su eficacia es relativamente pequeña.

**Los de origen sintético,** son macromoléculas de cadena larga, solubles en agua, conseguidas por asociación de monómeros simples sintéticos, alguno de los cuales poseen cargas eléctricas o grupos ionizables por lo que se le denominan poli electrolitos.

### **Precipitación.**

Esta última etapa tiene como finalidad el separar los agregados formados del seno del agua. Las operaciones de precipitación y sedimentación química, llevadas a cabo de manera independiente o en combinación con reacciones de oxidación reducción, se utilizan ampliamente para la eliminación de metales.

Los agentes de precipitación habitual son: cal, sosa cáustica y sulfuros.

En la tabla 03 se recogen sus características:

**Tabla N° 03 : Agentes de precipitación y sus características**  
**Fuente : GRATACOS E.ET AL . 1962**

Cal, Ca(OH) <sub>2</sub>	Sosa Cáustica, NaOH	Sulfuros, NaSH y FeS
Reactivos más baratos	Más cara que la cal	Tratamiento eficaz a bajas concentraciones
Genera grandes volúmenes de lodos	Genera menos volúmenes de lodos básicos	Lodo aplicable a la recuperación de suelos
Los lodos normalmente son aplicables a la recuperación de suelos	Lodo aplicable a la recuperación de suelos	

**Desinfección Química.** El propósito de la desinfección en el tratamiento de las aguas residuales es reducir substancialmente el número de organismos vivos en el agua que se descargarán nuevamente dentro del Ambiente. La efectividad de la desinfección depende de la calidad del agua que es tratada (por ejemplo: turbiedad, pH, etc.), del tipo de desinfección que es utilizada, de la dosis de desinfectante (concentración y tiempo), y de otras variables ambientales.

El agua turbia será tratada con menor éxito puesto que la materia sólida puede blindar organismos, especialmente de la luz ultravioleta o si los tiempos del contacto son bajos. Generalmente, tiempos de contacto cortos, dosis bajas y altos flujos influyen en contra de una desinfección eficaz.

Los métodos comunes de desinfección incluyen el ozono, la clorina, o la luz UV. La Cloramina, que se utiliza para el agua potable, no se utiliza en el tratamiento de aguas residuales debido a su persistencia.

La desinfección con cloro sigue siendo la forma más común de desinfección de las aguas residuales en Norteamérica debido a su bajo historial de costo y del largo plazo de la eficacia. Una desventaja es que la desinfección con cloro del material orgánico residual puede generar compuestos orgánicamente clorados que pueden ser carcinógenos o dañinos al Ambiente.

La luz ultravioleta (UV) se está convirtiendo en el medio más común de la desinfección en el Reino Unido debido a las preocupaciones por los impactos de la clorina en el tratamiento de aguas residuales y en la clorinación orgánica en aguas receptoras. La radiación UV se utiliza para dañar la estructura genética de las bacterias, virus, y otros patógenos, haciéndolos incapaces de la reproducción. Las desventajas dominantes de la desinfección UV son la necesidad del mantenimiento y del reemplazo frecuentes de la lámpara y la necesidad de un efluente altamente tratado para asegurarse de que los microorganismos objetivo no están blindados de la radiación UV (es decir, cualquier sólido presente en el efluente tratado puede proteger microorganismos contra la luz UV).

El ozono O<sub>3</sub> es generado pasando el O<sub>2</sub> del oxígeno con un potencial de alto voltaje resultando un tercer átomo de oxígeno y que forma O<sub>3</sub>. El ozono es muy inestable y reactivo y oxida la mayoría del material orgánico con que entra en contacto, de tal manera que destruye muchos microorganismos causantes de enfermedades.

El ozono se considera ser más seguro. La ozonización también produce pocos subproductos de la desinfección que la desinfección con cloro. Una desventaja de la desinfección del ozono es el alto costo del equipo de la generación del ozono y que las habilidades de los operadores deben ser muy técnicas.

**Remoción de Nutrientes.** Las aguas residuales pueden también contener altos niveles de nutrientes (nitrógeno y fósforo) que eso en

ciertas formas puede ser tóxico para peces e invertebrados en concentraciones muy bajas (por ejemplo amoníaco) o eso puede crear condiciones insanas en el Ambiente de recepción (por ejemplo, crecimiento de algas).

Las algas pueden producir toxinas, agotar el oxígeno en el agua, consecuentemente sofocar los pescados y la otra vida acuática. El retiro del nitrógeno o del fósforo de las aguas residuales se puede alcanzar mediante la precipitación química o biológica.

### LA ELECTRÓLISIS

La Electrólisis es un proceso para separar un compuesto de los elementos que lo conforman, usando para ello la electricidad. La palabra Electrólisis viene de las raíces electro, electricidad y lisis, separación.

Estos procesos se presentan en sistemas líquidos que pueden ser sales metálicas fundidas o disoluciones (generalmente acuosas) de ciertos compuestos, principalmente inorgánicos. Cuando se introducen sendos electrodos en dos puntos de un sistema homogéneo, provenientes de un generador puede suceder: que el líquido no conduzca la corriente por ser aislador, es el caso del agua pura, el alcohol, el aceite; otra posibilidad es que la corriente pase sin que se produzca ningún fenómeno nuevo, sin considerar incremento en la temperatura, en este caso es porque el líquido es un conductor como por ejemplo el mercurio; por ultimo al pasar la corriente se producen reacciones químicas en el líquido, que recibe el nombre de electrolito, esto ocurre en todas las soluciones acuosas de los ácidos, las bases, y sales fundidas en agua.

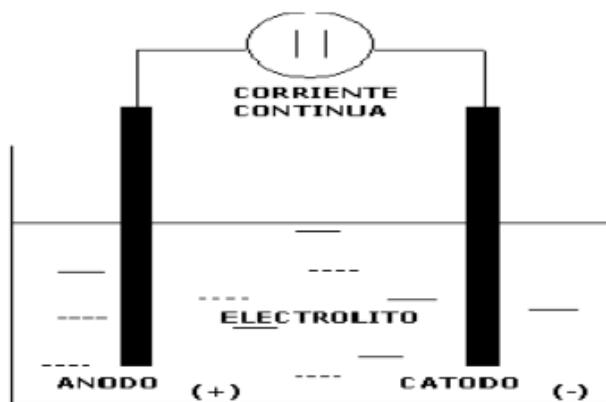


Figura N° 08 : Reactor elemental de electrólisis

Fuente :  
ECOSYSTEM .2010.

Los electrodos sumergidos en un medio acuoso manteniendo una caída de potencia entre ellos, (reactor electrolítico) se producen fenómenos que consisten principalmente en el transporte de carga eléctrica (paso de corriente con los efectos físico-químico inherentes) y transporte de materia con reacción química. El electrodo cargado negativamente se conoce como cátodo, y el cargado positivamente como ánodo.

Cada electrodo atrae a los iones de carga opuesta. Así, los iones positivos, o cationes, son atraídos al cátodo, mientras que los iones negativos, o aniones, se desplazan hacia el ánodo.

La energía necesaria para separar a los iones e incrementar su concentración en los electrodos, proviene de una fuente de potencia eléctrica que mantiene la diferencia de potencial en los electrodos. En algunos reactores de electrólisis, si el valor de la diferencia de potencial aplicada es tan sólo ligeramente mayor que el calculado teóricamente, la reacción es lenta o no se produce, por lo que resulta necesario aumentar el potencial aplicado. El potencial añadido en exceso se denomina potencial de sobretensión.

La cantidad de producto que se forma durante una electrólisis depende de:

- a. La cantidad de electricidad que circula a través del reactor electrolítico.
- b. De la masa equivalente de la sustancia que forma el electrolito.

Todos los cambios químicos implican una reagrupación o reajuste de los electrones en las sustancias que reaccionan; por eso puede decirse que dichos cambios son de carácter eléctrico. Para producir una corriente eléctrica a partir de una reacción química, es necesario tener un oxidante, es decir, una sustancia que gane electrones fácilmente, y un reductor, es decir, una sustancia que pierda electrones fácilmente.

## **IONIZACIÓN. HIPÓTESIS DE ARRHENIUS**

Para explicar los fenómenos electroquímicos que se producen en los electrolitos, el Sr Arrhenius propuso las siguientes hipótesis que se conocen como la teoría de la disociación electrolítica o también como la teoría de los iones y que explica la química de las soluciones. La disolución o la fusión provocan ruptura molecular de los ácidos, bases y sales en iones o fragmentos electrizados que son de dos tipos. El fragmento positivo recibe el nombre de catión; el negativo, el de anión. Por ejemplo el cloruro de sodio (NaCl) disuelto en agua, se disocia o ioniza en un catión  $\text{Na}^+$  y un anión  $\text{Cl}^-$ , los cationes están siempre formados por el hidrógeno de un ácido o por el metal de una base o de una sal, el resto de la molécula forma los aniones.

Un catión de valencia  $n$  lleva una carga positiva equivalente a  $n$  veces la carga eléctrica de un electrón, a la que designaremos por  $e$ . Un anión de valencia  $n'$  lleva una carga negativa igual a  $n'e$ . La ionización de sulfato de cobre se escribe Cu2+ SO4^-.

La carga eléctrica de los iones les confiere propiedades especiales y en particular aquellas de no poder actuar sobre las moléculas. Así el ion no descompone el agua, en tanto que el sodio Na si la descompone.

## **MECANISMO DE LA ELECTRÓLISIS**

Cuando una corriente eléctrica atraviesa el electrolito, los iones se desplazan en la solución. Los aniones se dirigen hacia el ánodo y los cationes hacia el cátodo, cuando estos están en movimiento no ejercen ninguna reacción química, pero cuando hacen contacto con los electrodos correspondientes, empieza la acción química, el anión toca el ánodo, abandona sus cargas negativas y vuelve al estado de átomo; en el lado del cátodo sucede que el catión recibe una carga eléctrica  $e$ , la cual lo restablece como átomo. El electrón cedido por el cátodo es

trasportado al ánodo, lo cual asegura el pasaje de la corriente a través del electrolito.

El conjunto de estos fenómenos constituye la reacción fundamental de la electrólisis.

### LEYES DE LA ELECTRÓLISIS

Para entender los fenómenos que se dan en la electrólisis es importante estudiar los trabajos del **Sr. Faraday** acerca de los procesos electrolíticos, que están descritos en las dos leyes empíricas propuestas por él. La primera establece la proporcionalidad entre la masa de producto formado en la reacción y la cantidad de electricidad que ha atravesado el reactor y La segunda afirma que para la misma cantidad de electricidad las masas de los diferentes productos formados son proporcionales a los equivalentes químicos respectivos, entendiendo bajo esta ley, la razón del peso molecular a la valencia del átomo o radical que participa en la reacción.

Si se dispone en serie un circuito de tres reactores de agua acidulada, como indica la figura, se observa que los tres reactores, tienen electrodos de dimensiones diferentes; la concentración del ácido sulfúrico, varía de uno a otro y la temperatura también puede variar, sin embargo todos los volúmenes de hidrógeno resultante son iguales, de donde el **Sr. Faraday** concluye, que si la misma corriente atraviesa varios reactores diferentes, con un mismo electrolito, la cantidad de electrolito descompuesto en cada uno de ellos es siempre la misma.

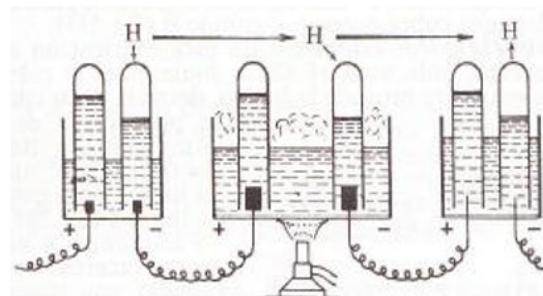
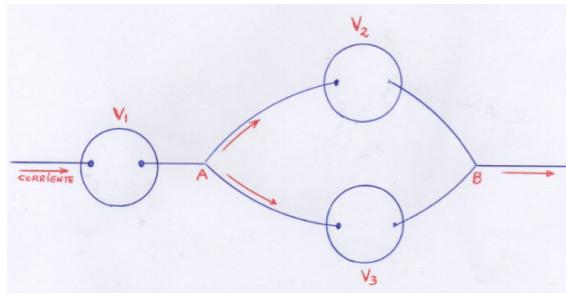
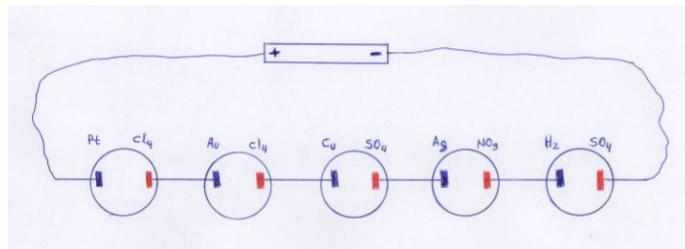


Figura N° 09 : Esquema de la primera ley de Faraday  
Fuente : ECOSYSTEM 2010.

- La cantidad de electrones (electricidad) que circulan por un conductor se mide en culombios. El culombio es la cantidad de electricidad que al atravesar un voltámetro de nitrato de plata deja en libertad:  $108/96500 = 1.118$  mg de plata. El amperio es la intensidad de una corriente continua que al atravesar un voltámetro de nitrato de plata deja en libertad 1.118 mg, de plata por segundo
- Si se dispone tres reactores , uno conectado al circuito principal y dos en paralelo unido en serie al otro; se comprueba que cuando una corriente se secciona (bifurca) la cantidad de electrolito descompuesto por la corriente principal es igual a la suma de las cantidades de electrolito descompuestas por las corrientes derivadas.



**Figura N° 10 : Esquema de la segunda Ley de Faraday**  
Fuente : Propia



**Figura N° 11 : Esquema de la tercera Ley de Faraday**  
Fuente : Propia

La masa de un producto liberado en un electrodo es proporcional a la cantidad de corriente (es decir: la intensidad de la corriente y la duración de la electrólisis) y la valencia-gramo del producto depositado:

$$m = K \frac{A}{n} It$$

El factor K depende de las unidades. Si se expresa I en amperios, t en segundos y  $\frac{A}{n}$  en

gramos, K es igual a 96500, de donde se escribe la ley de Faraday:

$$m = \frac{1}{96500} \frac{A}{n} It$$

De donde se entiende que se necesita 96500 culombios para liberar una masa de iones igual

a la valencia-gramo  $\frac{A}{n}$ . También se conoce al valor 96500C como un Faraday (F).

Para depositar el equivalente químico de cualquier elemento se necesita la misma cantidad de electricidad.

- Cuando una fuente fuerza a los electrones a circular por un conductor, se presenta una resistencia al flujo de corriente y se produce una caída de potencial. La resistencia eléctrica se mide en Ohm, y la diferencia de potencial en Voltios.

## **Variables**

### **Variable Independiente.**

Curtiembres en la Ciudad de Trujillo y Distritos.

### **Variable Dependiente.**

Gestión de Riesgo de Desastres de las lagunas de Oxidación de Covicorti , El Cortijo y Propuesta para tratamiento de aguas residuales industriales de curtiembres.

## CAPITULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1. Población y Muestra

Población.

- El universo al cual va dirigido la investigación es el tratamiento del agua residual industrial de las curtiembres existentes en el Perú.

Muestra.

- Tratamiento del agua residual industrial de las curtiembres en la Ciudad de Trujillo y distritos , que por su ubicación emiten sus aguas residuales industriales y llegan a las lagunas de oxidacion de Covicorti y El Cortijo.

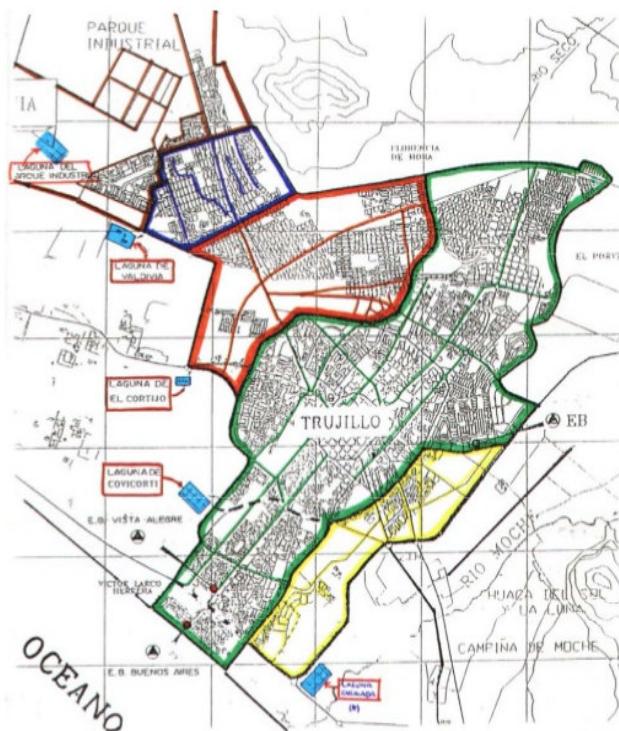


Figura N° 12 : Ubicación de las lagunas de oxidación Covicorti y El Cortijo, donde llegan las aguas residuales industriales de curtiembres de la ciudad de Trujillo .Fuente Sedalib.

### **3.2.Modalidad Básica de la Investigación**

Las modalidades de investigación empleadas fueron:

- **Campo.-** Se realizó levantamiento de información in situ, elaborando el inventario de las curtiembres existentes en Trujillo y en Distritos adjuntos , empalme a la red pública, sistemas de tratamiento.
- **Documental Bibliográfico.-** Se consultó material bibliográfico sobre contaminación de las aguas residuales con metales pesados, sistemas de tratamiento, Gestión de riesgos de desastres generados por la contaminación de verduras y hortalizas, y proponer un sistema de tratamiento.

### **3.3.Nivel o Tipo de Investigación**

Los niveles de investigación en el proyecto son:

- Exploratorio.- Se realizó levantamiento de información empleando un inventario de las curtiembres existentes, registrándose las condiciones actuales de cada curtiembre, empalmes de la evacuación del agua residual.
- Descriptivo.- Definimos nuestra gestión de riesgo de desastres de las aguas residuales industriales que llegan a las lagunas de Covicorti y El Cortijo, y posteriormente son utilizadas dichas aguas residuales en el riego de verduras y hortalizas.
- Explicativo.- Se aclara que el agua residual industrial de curtiembres contiene metales pesados como el Cromo hexavalente, que es perjudicial para la salud y teniendo el conocimiento que el agua residual almacenada en las lagunas de oxidación de Covicorti y El Cortijo, lo utilizan para riego de verduras y hortalizas, para posteriormente ser vendidos en los mercados de la ciudad de Trujillo, generando una riesgo de desastres en la salud del poblador de Trujillo y distritos; por lo que se propondrá un sistema de tratamiento mediante

Reactor y utilizando el método Electrocoagulacion y Electroflotacion ; que son dos Tecnologías basadas en los conceptos de celdas electroquímicas concretamente conocidos como Celdas Electroliticas y complementariamente se utilizaran membranas de acetato de celulosa, contribuyendo a mejorar la calidad de vida, evitar la contaminación y para gestionar presupuesto y factibilizar dicha propuesta para cada cutiembre, de tal manera que el agua residual industrial sin los metales pesados, no malograrian la oxidación de las lagunas de oxidación Covicorti y El Cortijo y así contribuir a elevar la calidad de vida de los pobladores y evitar la contaminación ambiental.

- **VARIABLES**

**Variable Independiente.**

Curtiembras en la Ciudad de Trujillo y Distritos.

**Variable Dependiente.**

Gestión de Riesgo de Desastres de las lagunas de Oxidación de Covicorti, El Cortijo y Propuesta para tratamiento de aguas residuales industrielas de curtiembres.

## Operacionalización de las Variables

### Variable Independiente.

**Tabla N° 04 : Curtiembres en la Ciudad de Trujillo y Distritos.**

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítem	Técnicas e Instrumentos
<b>CURTIEMBRES DE TRUJILLO</b> La industria formal e informal de la manufactura del calzado en Trujillo, data desde la década del 90, hasta el año 2000, se reportan 91 curtiembres y 1,198 manufacturas y en el año 2005 solo en el distrito de El Porvenir existían aproximadamente 20 curtiembres, la mayoría de ellas informales. Es innegable la creciente tendencia hacia el informalismo en las curtiembres en el Perú cuyos resultados implican menos impuestos, menos protección y seguridad para el trabajador, y una mayor, contaminación con serias consecuencias ambientales y sobre todo para la salud pública. Las curtiembres antes se encontraban lejos de la ciudad, ahora prácticamente son parte del continuo urbano de Trujillo. Los residentes están indignados por el agua sin tratar y los desechos sólidos que generan las curtiembres vecinas y los malos olores.	Inventario	Numero Sección Típica Sistema de tratamiento Contaminación	¿Cuál es el número de curtiembres? ¿Cuál es la sección típica? ¿Qué sistema de tratamiento existe? ¿Qué tipo metales pesados existe?	Observación directa Fichas nemotécnicas Cuaderno de notas Uso de sistema de posicionamiento global Cartas topográficas Lagunas de oxidacion
	Evaluación de empalme y tratamiento	Empalme a red tratamiento contaminantes	¿A dónde son evacuadas las aguas residuales? ¿Cuáles son las condiciones de la contaminación? ¿Cuáles son las condiciones del tratamiento de aguas residuales?	Observación directa Fichas nemotécnicas Cuaderno de notas Normas admisibles Cartas topográficas
	Niveles de intervención	Mantenimiento rutinario Mantenimiento periódico Rehabilitación y mejoramiento	¿Cuáles son las tareas de mantenimiento rutinario? ¿Cuáles son las tareas de mantenimiento periódico? ¿Cuál son las tareas de rehabilitación y mejoramiento?	Observación directa Fichas nemotécnicas Lista de chequeo
	Modalidad de Ejecución	Administración Directa Contrato por Niveles de Servicio Concesión Convenio Interinstitucional	¿Cuál es la modalidad de Administración Directa? ¿Cuál es la modalidad por Niveles de Servicio? ¿Cuál es la modalidad de Concesiones? ¿Cuál es la modalidad de Convenios Interinstitucionales?	Observación directa Cuaderno de notas

## Variable Dependiente.

**Tabla N° 05 : Gestión de Riesgo de Desastres de las lagunas de Oxidación de Covicorti , El Cortijo y Propuesta para tratamiento de aguas residuales industriales de curtiembres.**

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítem	Técnicas e Instrumentos
<b>Gestión de riesgo de desastres</b> Es un proceso social cuyo fin último es la prevención, la reducción y el control permanente de los factores de riesgo de desastre en la sociedad, así como la adecuada preparación y respuesta ante situaciones de desastre, considerando las políticas nacionales, con especial énfasis en aquellas relativas a materia económica, ambiental, de seguridad, defensa nacional y territorial de manera sostenible.	Mantenimiento Rutinario	Equipo y maquinaria Mano de obra Materiales	¿Qué equipo y maquinaria se necesita? ¿Cuál es la mano de obra necesaria? ¿Qué materiales se necesitan?	Observación directa Fichas nemotécnicas Cuaderno de notas Manual de rubros y rendimientos
	Mantenimiento Periódico	Equipo y maquinaria Mano de obra Materiales	¿Qué equipo y maquinaria se necesita? ¿Cuál es la mano de obra necesaria? ¿Qué materiales se necesitan?	Observación directa Fichas nemotécnicas Cuaderno de notas Manual de rubros y rendimientos
<b>Costos de operación de lagunas de oxidación de Covicorti y El Cortijo. Propuesta Tratamiento aguas residuales industriales mediante la tecnología Electrocoagulación y membranas de acetato de celulosa.</b> Son los costos que genera la operación y mantenimiento de las lagunas de Oxidación. Propuesta	Costos variables	Energía eléctrica Materiales Membranas	¿Cuánto energía consume? ¿Cuál es el tiempo de duración de cátodos y ánodos? ¿Cuánto se gasta en materiales?	Registro de volumen agua residual tratada Hojas de ruta
	Costos fijos	Seguros Impuestos Matrícula	¿Cuánto se gasta en seguros? ¿Cuánto se gasta en salarios? ¿Cuánto se gasta en la matriculación?	Cuaderno de notas y registros de facturas

\*Fuente: Elaboración propia

## **Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

Se realizaron investigaciones en las Oficinas del Gobierno Regional La Libertad, y en las Municipalidades de Trujillo y en las Municipalidades Distritales de El Porvenir, La Esperanza y Florencia de Mora; para recopilar información sobre el número de curtiembres existentes en la Ciudad de Trujillo y Distritos.

Las curtiembres en la Ciudad de Trujillo y en los distritos de El Porvenir, La Esperanza y Florencia de Mora , representan parte importante de un sector industrial clave en el desarrollo regional, sin embargo estas industrias son altamente contaminantes por la descarga de las aguas residuales a la red Pública de Alcantarillado, con las cuales se mezclan y llegan a las lagunas de Oxidación de Covicorti y El Cortijo ,contaminando al ambiente de altos contenidos de materia orgánica y efluentes con sulfuro, cloruro y cromo trivalente en concentraciones que alcanzan niveles tóxicos, por lo que se requiere de urgente atención para minimizar su generación e impacto.

La realización de la presente Tesis está enmarcada en las etapas que se detallan a continuación:

### **Fase de precampo**

- Se buscará información acerca de las industrias de curtiembres, los impactos que estos generan, que insumos utilizan y en consecuencia como es que están dañando al ambiente.
- Luego se conseguirá la data de curtiembres de la Ciudad de Trujillo ,distrito de El Porvenir, Distrito de Florencia de Mora y Distrito de La Esperanza, provincia Trujillo, región la Libertad, para luego planificar y gestionar visitas técnicas a las industrias de curtiembres, con el apoyo logístico del gobierno regional, y gobierno local , tales como son combustible, camioneta, cámara fotográfica, etc.

### **Fase de campo**

Al visitar las industrias de curtiembres se recolectara los datos a nivel de un chequeo simple y chequeo ponderado, que consistirá en revisar una lista de factores técnicos, ambientales, sociales y económicos que podrían ser afectados durante el proceso de la fabricación de cuero

## **Fase de gabinete**

Luego en gabinete, se procesaran los datos obtenidos en campo, evaluando la magnitud de los impactos generados por las curtiembres perjudicando los factores ambientales tales como son el agua, aire y el suelo.

## **Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos**

La información de campo y bibliográfica, se procesará analizando los resultados y representándolos en gráficos, cuadros, con apoyo de marcos teóricos.

Se enfoca, en la propuesta para el tratamiento de aguas residuales de curtiembres mediante el Método de Electrocoagulacion y con membranas de acetato de celulosa, se presentaran cuadros que permitan levantar la información requerida, para poner en práctica el sistema de tratamiento de aguas residuales de cada curtiembre con un reactor y con Electrocoagulacion y con membranas.

Se procesará los datos y se analizará los beneficios de aplicación de la propuesta,

Al concluir, se presentará una propuesta del sistema de tratamiento de aguas residuales industriales de curtiembres en estudio y que por sus condiciones podrá ser aplicado en todas las industrias de curtido (curtiembres) de similares características, permitiendo provechar la información para implementar acciones que ayuden a reducir la contaminación y reducir enfermedades causadas por metales pesados que se impregnan en hortalizas, verduras , al ser regadas por aguas residuales industriales de curtiembres y que al consumirlos se contaminan los pobladores.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **4.1. Gestión del riesgo en el sector salud**

La organización del sector salud para la gestión de riesgos se basa en criterios técnicos y político-administrativos.

El análisis de las amenazas, las vulnerabilidades y el nivel de riesgo de emergencias y desastres que afectan la salud de la población es incumbencia de las instituciones del sector, pero también de otras instituciones que forman parte del sistema nacional de gestión de riesgos y de disciplinas que se encuentran en otros sectores como el de ingeniería civil, la sismología, el medioambiente, la sociología, la planificación urbana y otros.

#### **Pasos para la gestión del riesgo en el sector de la salud**

##### **a. Análisis de amenazas y vulnerabilidad**

La responsabilidad de identificar, caracterizar y analizar las amenazas y las vulnerabilidades del sector salud frente a desastres recae en todas las unidades e instituciones del sector salud de acuerdo a su área de competencia. Sin embargo, es necesario establecer un mecanismo de compilación de la información relevante, que, a la vez, provea información técnica sobre las principales amenazas y su posible repercusión en las personas, la infraestructura y los recursos del sector salud.

##### **b.- Reducción del Riesgo**

Dado que existen muchos riesgos para la salud pública, en este caso es necesario enfocarse en aquellos riesgos que podrían provocar emergencias y desastres.

Asimismo, dado que los recursos disponibles deben emplearse para proteger la salud de la mayor parte de la población y, en particular, de los grupos más vulnerables, es preciso priorizar los riesgos en los cuales se debe intervenir.

Por ello, es necesario que el sector salud cuente con un programa interdisciplinario sobre reducción de riesgos que tome en cuenta todas las amenazas potenciales e incorpore los programas y servicios de salud, incluyendo la infraestructura, el equipamiento, los recursos materiales y el talento humano en salud.

### **c.- Evaluación del impacto potencial**

El sector salud debe identificar y analizar el impacto potencial de los eventos adversos para poder organizar la respuesta del sector en función del impacto a las personas, la infraestructura o equipamiento, de su magnitud en términos de población y área geográfica expuesta, de la intensidad o gravedad en un periodo determinado de tiempo, y de las posibilidades de solución de las necesidades de salud resultantes.

Una determinación precisa -mediante información apropiada y la caracterización e interacción de las amenazas y la vulnerabilidad existente- permitirá identificar las amenazas y necesidades que se harán realidad y, de esta manera, será posible establecer con mayor eficacia las funciones y responsabilidades del personal del sector salud asignado a los programas de desastres.

### **4.2. Configuración de los riesgos**

Los riesgos asociados al consumo de frutas y hortalizas regadas con aguas residuales de curtiembres ,sin ningún tratamiento en la Ciudad de Trujillo y Distritos consiste en precisar a través de qué eventos, cualesquiera que sean, se pasa de una condición de inocuidad a otra de peligrosidad, convirtiéndose en un riesgo a la salud entre los consumidores. En otras palabras, en que términos se configura ese riesgo, tanto de manera natural como propiciado por un manejo inadecuado del riego de hortalizas y frutas (alimento). Si bien el problema se inicia con el ingreso de un microorganismo patógeno a la hortaliza (contaminación), otros dos factores pueden presentarse en el proceso de configuración del riesgo, y finalmente ser determinantes de la presentación de incidentes de enfermedad. Por una parte, una vez en el alimento el patógeno deberá sobrevivir hasta el tiempo de ser ingerido; por otra, dependiendo del patógeno, metales pesados y de la susceptibilidad de las potenciales víctimas, este deberá proliferar en la hortaliza previa al consumo. El desarrollo del patógeno es una condición como antecedente ante casos de enfermedad para ciertos microorganismos: aquellos cuyo mecanismo de daño consiste en la generación de toxinas en el alimento, o entre los que requieren una población elevada de microorganismos para provocar el proceso infeccioso

#### **4.3.LEVANTAMIENTO DE LINEA DE BASE**

##### **PARÁMETROS UTILIZADOS PARA IDENTIFICAR EL NIVEL DE CONTAMINACIÓN**

Toda agua residual influye el medio donde es vertida mediante la incorporación de elementos extraños, microorganismos, residuos químicos e industriales y de otros tipos. Los parámetros básicos para determinar su nivel de contaminación son la presencia de materia orgánica que consume oxígeno; la presencia de sólidos suspendidos que dificultan la actividad biológica y recarga de los acuíferos; la presencia de materias inhibidoras o tóxicas (químicos fundamentalmente) y/o aquellas materias que modifican o anulan la actividad biológica y se pueden acumular en la cadena trófica (N y P).

A continuación se presenta una breve explicación de cada uno de los parámetros básicos que se utilizaron para realizar la caracterización de los datos de cargas contaminantes obtenidas en el levantamiento de línea de base.

##### **Demandia Biológica de Oxígeno (DBO)**

Mide la cantidad de oxígeno consumida por las bacterias al degradar la materia orgánica presente en el agua. Este parámetro refleja la materia orgánica que existe en el agua, indicando el oxígeno necesario para alimentar a los microorganismos y sus reacciones químicas. Su valor da idea de la calidad del agua desde el punto de vista de la materia orgánica presente y permite prever cuento oxígeno será necesario para la depuración de esas aguas e ir comprobando la eficacia del tratamiento depurador en una planta. Valores muy altos de este parámetro indican un alto consumo de oxígeno, lo cual puede llevar a la mortalidad de peces debido a la alta demanda de este. Además que la alta demanda biológica del oxígeno, alude a un crecimiento excesivo de algas o sea a una eutrofización del cuerpo de agua. Cuando los valores de DBO son muy bajos se debe a la posible presencia de compuestos tóxicos, por la falta de adaptación de la biocomunidad inoculada. (Ver Cr)

##### **Demandia Química de Oxígeno (DQO)**

Es la cantidad de oxígeno que se necesita para oxidar los materiales contenidos en el agua con un oxidante químico (normalmente dicromato potásico en medio ácido).

Indica la cantidad de materiales no biodegradables, como sustancias químicas. Cuando la DQO es alta indica presencia de químicos, que pueden causar la mortalidad en los peces.

### **Sólidos Suspendedos SS**

La presencia de sólidos suspendidos en el cuerpo de agua, causa problemas estéticos, provoca una adsorción1 y/o retención de moléculas contaminantes (formando una especie de película) y la consecuente protección de patógenos. Lo cual es dañino para los organismos acuáticos.

### **Sólidos Disueltos SDT**

Los análisis de sólidos son importantes en el control de procesos de tratamiento biológico y físico de aguas residuales, y para evaluar el cumplimiento de las limitaciones que regulan su vertido.

Sólidos Totales	: <b>ST = SST + SDT = STV + STF</b>
Sólidos Totales Fijos	: <b>STF = ST - STV</b>
Sólidos Totales Volátiles	: <b>STV</b>
Sólidos Suspendedo Totales	: <b>SST = SSV + SSF</b>
Sólidos Suspendedos Fijos	: <b>SSF = SST - SSV</b>
Sólidos suspendidos Volátiles	: <b>SSV</b>
Sólidos Disueltos Totales	: <b>SDT = SDV + SDF</b>
Sólidos Disueltos Fijos	: <b>SDF = SDT – SDV</b>
Sólidos Disueltos Volátiles	: <b>SDV</b>

### **Cromo (Cr)**

Las mayores actividades humanas que incrementan las concentraciones de Cromo (III) son el acero, las industrias textiles, pintura eléctrica y otras aplicaciones industriales del Cromo (VI) siendo esta presentación altamente tóxica. Aún cuando la actividad de curtiembre de pieles genera aguas residuales con presencia de Cromo (III) se ha comprobado que en aguas cuyo pH es elevado, el Cr (III) se oxida fácilmente a Cr (VI), siendo necesario el control y monitoreo de los vertidos. El Cromo (VI) es mayoritariamente tóxico para los organismos. Este puede alterar el material genético y causar cáncer. En cuerpos de agua superficiales, altas concentraciones de Cromo, pueden dañar las agallas de los peces que nadan cerca de los puntos de vertido.

En animales, puede causar problemas respiratorios, una baja disponibilidad puede dar lugar a contraer las enfermedades, defectos de nacimiento, infertilidad y formación de tumores. Su presencia inhibe la identificación de la DBO en muestreos de agua.

### **Fosfato (PO<sub>4</sub>)**

Toda forma de fósforo presente en aguas naturales, adquiere la forma iónica encontrándose en forma de fosfato . Por lo que se acostumbra a utilizar esta denominación para referirse a las diferentes formas del

### **Fósforo en el ambiente acuático.**

Es característico en aguas residuales de industrias de productos de limpieza y/o aquellas que requieren utilizar tensoactivos y detergentes en el lavado de áreas de trabajo, como la industria de alimentos. Caracterizado por ser un nutriente bioestimulante (junto al Nitrógeno) esencial para el crecimiento, causa eutrofización y la consecuente mortandad de peces en cuerpos de agua.

### **Nitrógeno (N)**

Los nitratos son la presentación más abundante del N y de mayor interés en cuerpos de agua. Al igual que los fosfatos, constituyen parte de los nutrientes esenciales para organismos acuáticos fotosintéticos, por lo que su presencia en aguas puede ocasionar eutrofización. La eutrofización es el crecimiento desmedido de especies vegetales (algas verdes azules) que cubren con un manto vegetal la superficie de agua, consumiendo gran cantidad de oxígeno, impidiendo de esta forma su oxigenación natural y ocasionando la muerte de peces y organismos naturales, con un consecuente mal aspecto y calidad de agua.

### **Aceites**

Los aceites y grasas procedentes de restos de alimentos o de procesos industriales son difíciles de metabolizar por las bacterias y flotan formando películas en el agua que dañan a los seres vivos. Los lípidos (aceites y grasas) incluyen gran número de sustancias que tienen, generalmente, como principal característica común la insolubilidad en agua, pero son solubles en ciertos solventes como cloroformo, alcohol y benceno.

Están siempre presentes en las aguas residuales industriales cuya materia prima la conforman animales (res, cerdo, pollo ) como es el caso de la matanza, tenería y curtiembres o curtidos.

### **Determinación de la Contaminación**

La contaminación del recurso hídrico, es el resultado de la descarga incontrolada de aguas residuales industriales de curtiembres sobre cuerpos de agua. Esta contaminación o degradación tiene mayor o menor intensidad, dependiendo de la abundancia y concentración orgánica del agua residual, del caudal y contenido de oxígeno disuelto de la corriente receptora.

Las leyes y normativas ambientales peruanas establecen los valores máximos admisibles ( D.S. N° 021-2009-VIVIENDA y D.S. N° 003-2002-PRODUCE) para lograr el control de la contaminación, no obstante, no especifican parámetros de DBO y DQO ideales para un cuerpo de agua sano. Sin embargo, debemos proponer y sugerir para el Control de la Contaminación proveniente de Aguas Residuales, Industriales de curtiembres en Trujillo y Distritos , establecer claramente los parámetros que toda agua de vertido debería tener. De manera que haciendo monitoreo y seguimiento de los valores establecidos se puede lograr una reducción de las consecuencias ambientales, ocasionadas por los vertidos residuales a los cuerpos hídricos.

El sector curtiembres, es catalogado como uno de los más contaminantes debido al uso de químicos con consecuencias ambientales significativas. Entre estas se encuentran las sales de cromo y sulfato de amonio, los cuales, en medio acuoso, son transformados en contaminantes difíciles de degradar y generadores de gases como sulfuro de hidrógeno y amoníaco, merecedores de una atención prioritaria para la mejora del desempeño ambiental.

Se identificaron la existencia de un total de 130 Curtiembres, distribuidas en los distritos siguientes:

**Distrito de El Porvenir : 30 Curtiembres**

**Distrito de Florencia de Mora : 9 Curtiembres**

Distrito de La Esperanza : 43 Curtiembres

Distrito de Trujillo : 48 Curtiembres



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION



LASACI

### INFORME DE ANÁLISIS LASACI

SOLICITANTE	: DAVID PAUL SANCHEZ MEJIA
PROYECTO	: "Gestión de Riesgo y Desastres de las Lagunas de Oxidación El Covicorti y El Cortijo, Propuesta para el Tratamiento de Aguas Residuales en la Localidad de Trujillo-La Libertad"
MUESTRA	: AGUA RESIDUAL
PROCEDENCIA	: CURTIEMBRE MANSICHE S.A.C
FECHA DE INGRESO	: 18 DE OCTUBRE DEL 2017
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

PROCESO	PARAMETRO	Unidades	Resultados	L.M.P-D.S. 003-2002
Pelambre	pH	-	8.29	6-9
	DQO	mg/L	739	1500
	Sulfuros	mg/L	0.87	3
	Grasas y aceites	mg/L	67.8	50
Curtido	pH	-	7.82	6-9
	Cr Total	mg/L	1.74	2
	Cr <sup>6+</sup>	mg/L	0.41	0.4
Recurtido	pH	-	7.73	6-9
	DQO	mg/L	372	1500

Método krusall-wallis

Potencímetro

Método gravimétrico

TRUJILLO 23 DE OCTUBRE DEL 2017



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

0 949959632 / 933623974

En general, las soluciones a los problemas de contaminación de este sector, no existe y no hay medidas preventivas de control de contaminación.

### **VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES (VMA)**

Entiéndase por Valores Máximos Admisibles (VMA), como aquel valor de la concentración de elementos, sustancias o parámetros físicos y/o químicos, que caracterizan a un efluente No doméstico que va a ser descargado a la red de alcantarillado sanitario, que al ser excedido en sus parámetros aprobados, indicados en el D.S. N° 021-2009 –VIVIENDA ; causa daño inmediato o progresivo a las instalaciones, infraestructura sanitaria, tratamiento de aguas residuales y tiene influencias negativas en los procesos de tratamiento de aguas residuales.

El Decreto Supremo N° 021-2009 –Vivienda aprueba los valores máximos admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas, establecidas en los anexos N°1 y N° 2 indicados en la tabla siguiente:

**Tabla N° 06 : Valores máximos admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas, aprobados por Decreto Supremo N° 021-2009-Vivienda (Anexo 1 ).**

Fuente : Ministerio de Vivienda y Construcción del Perú

PARÁMETRO	UNIDAD	EXPRESIÓN	VMA PARA DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	DBO5	500
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	DQO	1000
Sólidos Suspensidos Totales (S.S.T)	mg/L	S.S.T.	500
Aceites y Grasas (A y G)	mg/L	A y G	100

**Tabla N° 07 : Valores máximos admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas, aprobados por Decreto Supremo N° 021-2009-Vivienda (Anexo 2)**

Fuente : Ministerio de Vivienda y Construcción del Perú

PARÁMETRO	UNIDAD	EXPRESIÓN	VMA PARA DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Aluminio	mg/L	Al	10
Arsénico	mg/L	As	0.5
Boro	mg/L	B	4
Cadmio	mg/L	Cd	0.2
Cianuro	mg/L	CN	1
Cobre	mg/L	Cu	3
Cromo hexavalente	mg/L	Cr <sup>+6</sup>	0.5
Cromo total	mg/L	Cr	10
Manganoso	mg/L	Mn	4
Mercurio	mg/L	Hg	0.02
Níquel	mg/L	Ni	4
Plomo	mg/L	Pb	0.5
Sulfatos	mg/L	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	500
Sulfuros	mg/L	S <sup>-2</sup>	5
Zinc	mg/L	Zn	10
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	NH <sup>+4</sup>	80
pH <sup>(2)</sup>		pH	6-9
Sólidos Sedimentables <sup>(2)</sup>	mL/L/h	S.S.	8.5
Temperatura <sup>(2)</sup>	°C	T	<35

(1) La aplicación de estos parámetros a cada actividad económica por procesos productivos, está precisada en el reglamento de la presente norma tomando como referencia el código CIIU. Aquellas actividades que no estén incluidas, en este código deberán cumplir con los parámetros indicados en la anterior tabla..

(2) Estos parámetros, serán tomados de muestras puntuales. El valor de los demás parámetros, serán determinados a partir del análisis de una muestra compuesta.

### **¿Qué sucede si excedo los parámetros establecidos en el Anexo N° 2 del D.S. N° 021-2009-VIVIENDA?**

Si se excede alguno de los parámetros establecidos en el Anexo N° 2 del D.S. N° 021-2009-VIVIENDA, en la primera oportunidad que los supere, este tendrá un plazo de sesenta (60) días calendario, para implementar las medidas necesarias para cumplir con los Valores máximos admisibles (VMA) o solicitar el otorgamiento de un plazo adicional para dicho fin, debiendo cumplir con presentar la documentación sustentatoria que contenga como mínimo lo siguiente:

- i) Propuesta técnica de las medidas que efectuará para adecuarse a los VMA;
- ii) Propuesta económica del costo total de las medidas que efectuará para adecuarse a los VMA; y,
- iii) Cronograma de implementación de las medidas propuestas.

Ello será evaluado por la Empresa Prestadora de servicio (EPS) o entidad que haga sus veces, pudiendo otorgar un plazo de hasta dieciocho (18) meses, luego de lo cual deberá el solicitante presentar una garantía financiera que represente el 30% del costo total de las medidas presentadas y con ello proceder a suscribir un acuerdo que contendrá una Cláusula Penal a fin de que el UND se obligue a pagar mensualmente a la EPS o la entidad que haga sus veces el 100% adicional del importe facturado por el servicio de alcantarillado sanitario, durante los seis (06) primeros meses de ejecución de las medidas aprobadas y el 200% adicional por el mismo concepto, en caso el plazo del acuerdo sea mayor a seis (06) meses.

Si en una nueva oportunidad se supera los VMA establecidos en el Anexo N° 2 del Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA, la EPS o la entidad que haga sus veces, procederá a la suspensión temporal del servicio del alcantarillado sanitario de dicha empresa.

Las normas que regulan los Valores Máximos Admisibles son:

- El Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA (VMA) - (publicado el 21.11.2009);
- El Decreto Supremo N° 003-2011-VIVIENDA (Reglamento) - (publicado el 22.05.2011);
- El Decreto Supremo N° 010-2012-VIVIENDA (Modificación al Reglamento) - (publicado el 04.03.2012)
- La Resolución Ministerial N° 116-2012-VIVIENDA (Parámetros según la CIU) - (publicada el 19.06.2012);
- El Decreto Supremo N° 001-2015-VIVIENDA (Modificación al D.S. 021-2009-VIVIENDA y su Reglamento) – (publicado el 10.01.2015)
- La Resolución de Consejo Directivo N° 025-2011-SUNASS-CD (Metodología para determinar el pago adicional por exceso de concentración de parámetros) - (publicada el 20.07.2011); y,
- La Resolución de Consejo Directivo N° 044-2012-SUNASS-CD (Directiva sobre VMA) - (publicada el 10.01.2013).

## **INVENTARIO DE CURTIEMBRES Y SU UBICACIÓN EN LA CIUDAD DE TRUJILLO Y DISTRITOS EL PORVENIR, FLORENCIA DE MORA Y LA ESPERANZA.**

## Relación de curtiembres en el Distrito El Porvenir

Fuente : SUNAT. TRUJILLO. 2017.

RUC	RAZÓN SOCIAL
1080775817	RODRIGUEZ ARTEAGA DOMINGO GLICERIO
10084428162	RAMELLO QUEZADA FERNANDO
17229483269	CASILLO NIEVES JUAN FRANCISCO
1079309276	ACEVEDO ALTAMIRANO WILSON
1079436211	SAAVEDRA CAMPOS CHARITO ELSA
1079450866	FLORES AGUIRRE AGUSTIN
1081842542	SOSA COTRINA ABRHAM
20355605133	CURTENGRE LATINA E.R.L.
10097449037	GAMBOA ARTEAGA LILI YOVANI
1081640915	MORENO VILLALOBOS FRAN GONZALO
20393045573	NDR PIEL S.R.L.
1078795416	VARELA CHAVEZ JULIO CESAR
1078050376	VALVERDE VASQUEZ PEDRO GLICERIO
1087179796	VADILIO CRUZ MONICA JANNETH
1080798442	SILVESTRE AGUILAR WILSON HERMAN
10422458892	DURAN SOSA NIEL JHDAN
2048046492	D'YELEN SAC
2048087172	TENERIA Y SERVICIOS BLAZER EIRL
2048345210	COMERCIAL CGC S.A.C.
1079544607	DURAN TIBURCIO ADRIEL E
10416165271	UBILLUS DJEDA JORGE ARMANDO
10460536666	RODRIGUEZ VARGAS CARLOS EDUARDO
10463975588	BADA VILCHEZ ANDERSON ALONSO
20482382976	INDUSTRIAL ARPIEL S.A.C.

DOMICILIO
CAL. ASTOPILCO NRO. 894 URB. RIO SECO LA LIBERTAD - TRUJILLO - EL PORVENIR
CAL. FRANCISCO ZELA NRO. 1127 P.J. EL PORVENIR (IGLESIA BUEN PASTOR A UNA CORA) - EL PORVENIR
CAL. HIPOLITO UNANUE NRO. 453 P.J. EL PORVENIR LA LIBERTAD - TRUJILLO - EL PORVENIR
CAL. INCARROCA NRO. 1008 SEC. RIO SECO BARRIO 3 LA LIBERTAD - TRUJILLO - EL PORVENIR
CAL. LEONIDAS YERVINI NRO. 299 INT. 6 RIO SECO (A 2 CUADRAS DEL CANAL) - EL PORVENIR
CAL. LEONIDAS YERVINI NRO. 727 A.H. LA MERCEO - EL PORVENIR
CAL. CAPAC YUPANQUI NRO. 389 INT. 8 P.J. - EL PORVENIR
CAL. LEONIDAS YERVINI NRO. 389 INT. 8 P.J. - EL PORVENIR
CAL. ASTOPILCO NRO. 1019 SEC. RIO SECO BARRIO 4 - EL PORVENIR
CAL. ATAHUALPA NRO. 631 RIO SECO BARRIO 4 LA LIBERTAD - TRUJILLO - EL PORVENIR
CAL. HIPOLITO UNANUE NRO. 562 P.J. EL PORVENIR (A 2 CORAS DEL CANAL EL PORVENIR).
JR. MANCO CAPAC NRO. 1132 INT. 1134 RIO SECO (A DOS CORAS DEL CANAL) - EL PORVENIR
JR. CAPAC YUPANQUI NRO. 655 RIO SECO - EL PORVENIR
CAL. CHINCHAYSUO NRO. 960 RIO SECO - EL PORVENIR
CAL. JOSE OLAYA ARO. 1338 P.J. EL PORVENIR LA LIBERTAD - TRUJILLO - EL PORVENIR
CAL. CONDORFANDU NRO. 450 RIO SECO LA LIBERTAD - TRUJILLO - EL PORVENIR
CAL. BERNARDO PINMALLI NRO. 531 P.J. EL PORVENIR (A UNA CORA ANTES DEL CANAL) - EL PORVENIR
CAL. LEONIDAS YERVINI NRO. 399 INT. 8 P.J. EL PORVENIR (A 1/2 CORA CURTIEMBRE DENDRSA - EL PORVENIR
CAL. JOSE DE LA RIVA AGUERO NRO. 422 (SECTOR LA UNION) - EL PORVENIR
CAL. FRANCISCO DE PAULA NRO. 175 A.H. LA MERCED - EL PORVENIR
CAL. INDEPENDENCIA NRO. 1809 A.H. MIGUEL GRAN - EL PORVENIR
MZA. L LOTE 10 CPMAATO TRUJILLO BARR. 3 (AL FRENTE DE PUSTA MEDICA) - EL PORVENIR
AV. SANCHEZ CARRION NRO. 101N - EL PORVENIR
CAL. JOSE DE LA RIVA AGUERO NRO. 430 (ESPAZOS DE IGLESIA LA CARIDAD) - EL PORVENIR
CAL. MANCO CAPAC NRO. 1136 URB. RIO SECO - EL PORVENIR

1027421933	VALVERDE JIMENEZ GAVIEL
10455893645	ACEVEDO CALDERON GARY JOAN
10402843131	AGUILAR ESPINDA JELEN ROSMERY
10405544879	VERGARA TRUJILLO RICARDO MARTIN
20539733533	CURTIEMBRE PIEL DE DRO E.I.R.L.
20480943920	PIEL TRUJILLO S.A.C.

CAL. LOS HEROES NRD. 583 P.J. - EL PORVENIR
CAL. TUPAC AMARU NRD. 561 P.J. - EL PORVENIR
AV. SANCHEZ CARRION NRD. 1354 P.J. EL PORVENIR (1 CUADRA DE LA COMISARIA) - EL PORVENIR
CAL. BARCELONA NRD. 1524 P.J. - EL PORVENIR
CAL. HUASCAR NRD. 632 P.J. EL PORVENIR (POR MERCADO 7 DE JUNIO - RIO SECO) - EL PORVENIR
CAL. LEONIDAS YEROV NRD. 350 RIO SECO (POR EL POLICLINICO) - EL PORVENIR

#### RELACION DE CURTIEMBRES EN EL DISTRITO DE FLORENCE DE MORA

RUC	RAZON SOCIAL	DOMICILIO
1735500814	RABANAL VELA CARLOS WILFREDO	CAL. 18 DE MAYO NRD. 1662 - FLORENCE DE MORA
10434230531	BARRERO SANCHEZ JUDITH MARGARITA	P.J. 20 DE SETIEMBRE NZA. 01 LOTE 10 BARR. MUNICIPAL - FLORENCE DE MORA
20482054880	INDUSTRIAS HERPANI E.I.R.L.	JR. 22 DE FEBRERO NRD. 437 (ESPALDA GRIFO APOTOSL SANTIAGO LA CABABA) - FLORENCE DE MORA
10179552740	VELASQUEZ POLO REGULIO ANTONINO	CAL. 21 DE OCTUBRE NRD. 436 P.J. FLORENCE DE MORA (FRENTE A PARROQUIA SAN PATRICIO) - FLORENCE DE MORA
20354310555	PIELES INDUSTRIALES S.A.C.	CAL. 29 DE JUNIO NRD. 1375 LA - FLORENCE DE MORA
1041094323	CALVANARIO CASTILLO JUAN CARLOS	AV. 26 DE MARZO NRD. 1417 P.J. FLORENCE DE MORA - FLORENCE DE MORA
20600560892	INVERSIONES LLAUKE E.I.R.L.	CAL. ALFONSO UGARTE NRD. 135 P.J. FLORENCE DE MORA BA 9 - FLORENCE DE MORA
10462490645	GRANDEZ CHULANDAMA JHINO	CAL. 9 DE OCTUBRE NRD. 504 P.J. FLORENCE DE MORA BA. 3 - FLORENCE DE MORA
20160102605	INVERSIONES YADAY E.I.R.L.	NZA. 26 LOTE 9 A.H. BARRIO 9 (CERCA A UNA ANTENA GRANDE) - FLORENCE DE MORA

Fuente : SUNAT. TRUJILLO. 2017.

#### Relación de curtiembres en el Distrito de La Esperanza

RUC	RAZÓN SOCIAL	DOMICILIO
1018454186	ALVA CASTILLO JORGE ENRIQUE	CAL. MATEO DEL TORO Y ZAMBRANO NRO. 975 A.H. LA VERONICA - LA ESPERANZA
10181669088	MORENO FLORES ELMER DAVID	CAL. GUADALUPE VICTORIA NRO. 698 A.H. SANTA VERONICA - LA ESPERANZA
2043567542	QUIMPIPE SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	NZA. C-1 LOTE 3 SECT. PARQUE INDUSTRIAL (FIR LA FABRICA DE CEMENTO) - LA ESPERANZA
1006610004	CRUZADO ALDAINE SEGUNDO CONSTANTE	AV. GRAN CHIMU NRO. 1083 P.J. LA ESPERANZA - LA ESPERANZA
20230823651	CURTIEMBRE BECERRA E I LTDA	JR. LA VICTORIA NRO. 765 PARTE BAJA (ALTURA DE LA CRUZ 3ER PARADERO) - LA ESPERANZA
10179811753	CARBALJA NAVEZ ANTONINO	CAL. MATEO DEL TORO Y ZAMBRANO NRO. 1043 A.C.A.M. TORO Y ZAMBRANO (1043-4) - LA ESPERANZA
101802831086	DUISPE VASQUEZ JOSE LUIS	CAL. JOSE CASTELLI NRO. 1206 INT A.P.J. - LA ESPERANZA
1017981004	MALCA SALDABA LUIS HERMAN	JR. ALFONSO UGARTE NRO. 643 A.H. SANTA VERONICA - LA ESPERANZA
10179810243	TUCUTI CARMONA LEONCIDO	CAL. ANCASH NRO. 136 A.H. LA VERONICA - LA ESPERANZA
1018057730	FERNANDEZ CRISOLAGO JULIO CESAR	SIN CALLE NZA. 20 LOTE 01 A.H. FRATERNIDAD-ETAPA (A LA DERECHA DE PUERTA DE CEMENTERO) - LA ESPERANZA
2053997204	PIELES & CUEROS NICOTYAMI E.I.R.L.	CAL. JUNIN NRO. 500 P.J. LA ESPERANZA - LA ESPERANZA
2044049201	INVERSIONES HARDO S.A.C	NZA. C-3 LOTE 01 PARQUE INDUSTRIAL (ATRAS DE CONCRETERA DINO-CEMENTO PACASMA) - LA ESPERANZA
1018445471	MORILLOS FLORES DANNY SAUL	CAL. TADEO MENDOZA NRO. 420 P.J. LA ESPERANZA - LA ESPERANZA
1018740553	TUCUTI FLORES EVELIA	JR. GUADALUPE VICTORIA NRO. 800 - LA ESPERANZA
10182224171	CUENCA AL FARO SANTOS FRANCISCO	PARQUE INDUSTRIAL NZA. C2 LOTE 14 P.J. LA ESPERANZA (ESPALDA DE FABRICA CEMENTO PACASMA) - LA ESPERANZA
1018039014	NIEITO DUISPE OSWALDO	NZA. 76 LOTE 10 A.H. Y RAUL HAYA DE LA TORRE (III ETAPA: PARADERO COLECTIVOS) - LA ESPERANZA
10454455985	DUISPE VASQUEZ FRANK TELLES	CAL. JOSE CASTELLI NRO. 1206 - LA ESPERANZA
04242420423	MACHUCHA MARTINEZ ELIZABETH EDIMIRA	CAL. JOSE ANTONIO GALAN NRO. 1385 A.H. LA VERONICA - LA ESPERANZA
20461838466	BRENYHI EURL	CAL. SAN SALVADOR NRO. NO A.H. LA VERONICA - LA ESPERANZA
20481927855	CURTIEMBRE SANTA ROSA SAC	NZA. H6 LOTE 2 PARQUE INDUSTRIAL - LA ESPERANZA
20481905649	CURTIEMBRE ROLENT EURL	JR. ANCASH NRO. 211 - LA ESPERANZA
20482001093	CURTIEMBRE SAIGO SAC	NZA. C2 LOTE 15 URB. PARQUE INDUSTRIAL (PARTE POSTERIOR DE CEMENTOS PACASMA) - LA ESPERANZA
20482056823	CURTIEMBRE CUENCA SAC	NZA. C4 LOTE 14 PARQUE INDUSTRIAL (ESPALDAS DE FABRICA CEMENTOS PACASMA) - LA ESPERANZA
20482103665	INVERSIONES JUNIOR S.A.C.	NZA. C4 LOTE 26 URB. PARQUE INDUSTRIAL (FRENTE A TRUFE) - LA ESPERANZA

Fuente : SUNAT. TRUJILLO. 2017.

204682885712	CURTIEMBRE SANTO DOMINGO S.A.C.	MZA. C2 LOTE 9 URB. PARQUE INDUSTRIAL (A LA PARALELA A LAS OFICINAS DE BCP) - LA ESPERANZA
10180279569	VERA NAVARRO MARIO JAVIER	CAL ALFONSO UBARTE NRO. 721 AH. LA VERONICA - LA ESPERANZA
10279977276	WALTER MEJIA CASTILLO	MZA. 12 LOTE 15A P.J. - LA ESPERANZA
20482562807	AMERICA R.C. SYSTEMS IMPORT & EXPORT S.A.C.	MZA. C01 LOTE 09 URB. PARQUE INDUSTRIAL (ESPADAS DEL UNIBLOCK) - LA ESPERANZA
20482650491	CURTIEMBRE & SERVICIOS LIBERTAD S.A.C.	MZA. C1 LOTE 01 URB. PARQUE INDUSTRIAL (A MEDIA CDA. AGENCIA TELEFONICA DEL BOP) - LA ESPERANZA
20482802185	CURTIEMBRE ECOLOGICA DEL NORTE E.I.R.L.	MZA. C02 LOTE 05 URB. PARQUE INDUSTRIAL - LA ESPERANZA
20440207422	CURTIDURIA ORION S.A.C.	CAL UNO MZA. A1 LOTE 01 PARQUE INDUSTRIAL - LA ESPERANZA
20477297855	CURTIEMBRE VIRGEN DE LA ASUNCION E.I.R.L.	MZA. C9 LOTE 15 Z1. PARQUE INDUSTRIAL (FRENTE AL A.H. VIRGEN DEL SOCORRO-PARQUE) - LA ESPERANZA
2047687564	CURTIDURIA INDUSTRIAL MORILLO HERMANOS S.R.L.	MZA. C07 LOTE 1-2 URB. PARQUE INDUSTRIAL - LA ESPERANZA
10483169821	CONTRERAS ESQUIVEL JUAN CARLOS AUGUSTO	MZA. B12 LOTE 59 URB. MANUEL AREVALO III - LA ESPERANZA
10765607502	ROJAS BUSTAMANTE KEVIN ARNOLD	AV. CONDORCANQUI NRO. 2119 SEC. JERUSALEM (IGLESIA CRISTO REY) - LA ESPERANZA
20559537676	CURTIEMBRE GOREAL S.A.C.	MZA. C3 LOTE 5-6 URB. PIT PARQUE INDUSTRIAL (ESPAÑA DE CEMENTO PACASMAYO) - LA ESPERANZA
10467560145	GRACIANO ESPEJO ROY ROBY	MZA. B LOTE 14 AH. VILLA HERMOSA - LA ESPERANZA
20559932819	CURTIDURIA SARCO S.A.C.	MZA. C-3 LOTE 7 Z1. PARQUE INDUSTRIAL NORTE - LA ESPERANZA
1070991703	MINCHAN BARRENA DIEGO ARMANDO	MZA. D LOTE 6 AH. ALAN GARCIA PEREZ - LA ESPERANZA
10449289799	AVELINO MORENO LESY JHOANA	AV. MARIA DE ALVEAR MZA. 7 LOTE 6 AH. MANUEL SEDAME - LA ESPERANZA
20440122940	INTER- COMPANY S.R.L.	AV. DOS MZA. C-10 LOTE 03 URB. PARQUE INDUSTRIAL - LA ESPERANZA
20440397299	INDUSTRIAS EL BUEFALO E.I.R.L.	CAL. MIGUEL A BASTIDAS NRO. 350 AH. LA VERONICA (FRENTE A CALLE JUNIN DE LA ESPERANZA) - LA ESPERANZA
20559831604	TENERIA Y CURTIEMBRE S.A.C.	MZA. A1 LOTE 19 PARQUE INDUSTRIAL - LA ESPERANZA

Fuente : SUNAT. TRUJILLO. 2017.

### Relación de curtientes en el Distrito de Trujillo

RUC	RAZON SOCIAL
1018137447	ROJAS PAZ ALBERTICO PAUL
10178010141	ROMERO VALERA CAMILO DAVID
10180966401	VERGARA TRUJILLO HILDA ROSEMARY
1017354471	SEGURA DE CHAVEZ OLGA Y SABEL
2040222964	INDUSTRIAS ORIANA EIRL
10178838330	MONZON MEYRA REYNALDO CRESPIN
10181031536	PLASENCIA RODRIGUEZ ANNA RITA
10184587000	DE LA CRUZ VIGO WILLIAM HENRY
10401365732	CARRANZA LIZARRAGA OSMAR LUIS
20274013339	QUEZADA YBANEZ S.A.
20440057365	CORTIEMBRE MANSICHE S.A.C.
10181665391	BUCANEIGRA MEDRANO MIRELLA
10180102829	GARCIA VERSARA VICTOR MIGUEL
20480960697	DISTRIBUIDORA NOEMI S.A.C.
20132086541	CORTIEMBRE EL CORTijo S.A.C.
10401010262	VASQUEZ DIRUNA JOEL IVAN
2040369313	INDUSTRIAS Y NEGOCIOS TRUJILLO SAC
10190784032	ALVARADO RODRIGUEZ ROLANDO MANUEL
10180785677	VERBAL ANTICONA CATALINA
10448597607	VARELA ALVA MIGUEL ANGEL
10442751043	PREFEL SALVERRDY SEGUNDO JOSE
10181335870	ASPIRIS LOPEZ LUIS ALBERTO
10406036749	SEGURA BARRETO JULIO CESAR
20461928312	TENERIA Y SERVICIOS DEL NORTE S.A.C.
20482004451	CORTIEMBRE EUROPEI S.A.C.

#### DOMICILIO

JR. JOSE GALVEZ NRO. 1118 URB. VISTA BELLAS LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO  
 PROL. SANCHEZ CARRION MZA. E LOTE 24 URB. LOS PORTALES LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO  
 CAL. QI MZA. Q LOTE 23 URB. LOS PORTALES (A ESPALDAS DE PLAZA VEA LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO  
 AV. PERU NRO. S/N INT. #37 (MOD. UNION PUESTOS #37-438-439) LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO  
 JR. UNION NRO. 280 BARR. EL MOLINO (IGLESIA SAN PEDRO NO ASCO A CORA Y MED) LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO  
 PUESTO NRO. 1015 INT. C MOD. UNION SECCION CUEROS Y CALZADO LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO  
 CAL. LENINGRAD NRO. 767 URB. SANTA ISABEL LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO  
 NRO. L INT. 105 URB. SANTA TERESA DE AVILA LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO  
 MZA. 69 LOTE 54 URB. LA RINCONADA III ETAPA LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO  
 JR. COLON NRO. 751 URB. LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO  
 JR. COLON NRO. 766 DPTO. 308 CENTRO-CERRODO (OPTO. N° 308) LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO  
 MZA. B LOTE 20 A/H SANTA R'DE MONSERRATE LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO  
 MZA. D LOTE 06 URB. MONSERRATE (II ETAPA) LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO  
 AV. -CESAR VALLEJO MZA. A2 INT. B DPTO. 101 URB. MONSERRATE (COSTA RICA BLOCK B) LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO  
 JR. CRISTOBAL COLON NRO. 786 INT. 305 GRU. CERRODO LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO  
 JR. MARCELO UNO VARELA NRO. 162 URB. SANTA MARIA Y EPA LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO  
 JR. OREGOSO NRO. 185 INT. 201 RES. CENTRO LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO  
 PROLMIRAFLORES NRO. 2124 CAS. MAMPUESTO LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO  
 MZA. C LOTE 2 URB. EL SOL DEL CHACAO LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO  
 CAL. DESPANTES NRO. 355 URB. LA NORIA (POR LA IGLESIA CRISTO REDENTOR) LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO  
 CAL. FORTUNATO HERRERA - PIS NRO. 581 URB. CHIMU LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO  
 MZA. C LOTE 1 C.V. COVICORT LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO  
 CAL. MODIGUIA NRO. 281 ARANJUEZ LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO  
 JR. DIEGO DE ALMAGRO NRO. 545 INT. 222 CERCADO TRUJILLO LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO  
 MZA. L LOTE 2 URB. SANTA TERESA DE AVILA (FRENTE A RESTAURANT EL PAISAN) LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO

Fuente : SUNAT. TRUJILLO. 2017.

2060007930	JR. GINEERA NRO. 397 URB. SANCHEZ CARRION LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
2048242151	JR. DA SILVA NRO. 673 INT. 2 URB. PRIMAVERA (OPTO 2 ALTURA DE NORSAC AV. TUPAC AMARU) LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
10423150365	JR. GINEERA NRO. 397 URB. SANCHEZ CARRION LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
10425629994	MZA. B LOTE 20 A.H. SANTA ROSA DE MONSERRATE (ALTURA AV STA TERESA CON HUSARES) LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
20482296891	JR. UNION NRO. 309 GARR. EL MOLINO LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
2048443355	AV. PERU NRO. S/N INT. C9/2 NUEVO MERCADO UNION (SECCION CUEROS-POR PUERTA PRINCIPAL) LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
10429818449	AV. PERU NRO. S/N INT. C9/3 (MERCADO UNION PUESTO 103) LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
10401566618	AV. AMERICA NORTE NRO. 575 URB. DANIEL HOYLE (CERCA DEL CUARTEL) LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
20482595295	PJ. CALLAO NRO. S/N INT. 8/85C (FRENTE AL GRIFU GASPETROL) LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
20482838538	CAL. GARCIAZO DE LA VEGA NRO. 118 URB. EL SOL (CULTURA CUDRA II GONZALES PRADA) LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
20477203541	MZA. B LOTE 20 A.H. SANTA R.MONSERRATE LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
20477424474	PJ. FORTUNATO HERRERA NRO. 581 URB. CHIMU (FRENTE A SENSCIO) LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
20477485775	AV. AMERICA NORTE NRO. 1155 URB. LOS JARDINES LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
10473279318	CAL. LOS SAFIROS NRO. 771 URB. LA RINCONADA LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
10416559088	PJ. MERCADO LA UNION NRO. 426 INT. 8 BAR. LA INTENDENCIA - MERCADO LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
20533797779	CAL. ZEPITAN NRO. 734 CENTRO CIVICO (MISMA CORA DE SEDALIB) LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
10473808230	CAL. ALFONSO UGARTE 173-4 NRO. . P.J. FLORENCIA DE MORA LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
20553787869	CAL. AGRICULTORA NRO. 132 URB. HUERTA GRANDE LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
20560123447	CAL. JULIO CESAR TELLO NRO. 221 URB. LOS GRANADOS LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
20560200667	CAL. CARLOS MONGE NRO. 312 URB. CHIMU LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
205601426789	CAL. OBISPO GUILLERMO CHARIN NRO. 212 URB. SAN ANDRES ETAPA LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
20560666968	AV. PERU PUESTO 825-826 NRO. S/N NUEVO MERCADO LA UNION LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
2031564504	AV. AMERICA OESTE NRO. 10 URB. LOS CEDROS (FRENTE AL OVALO MOCHICA) LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO

Fuente : SUNAT. TRUJILLO. 2017.

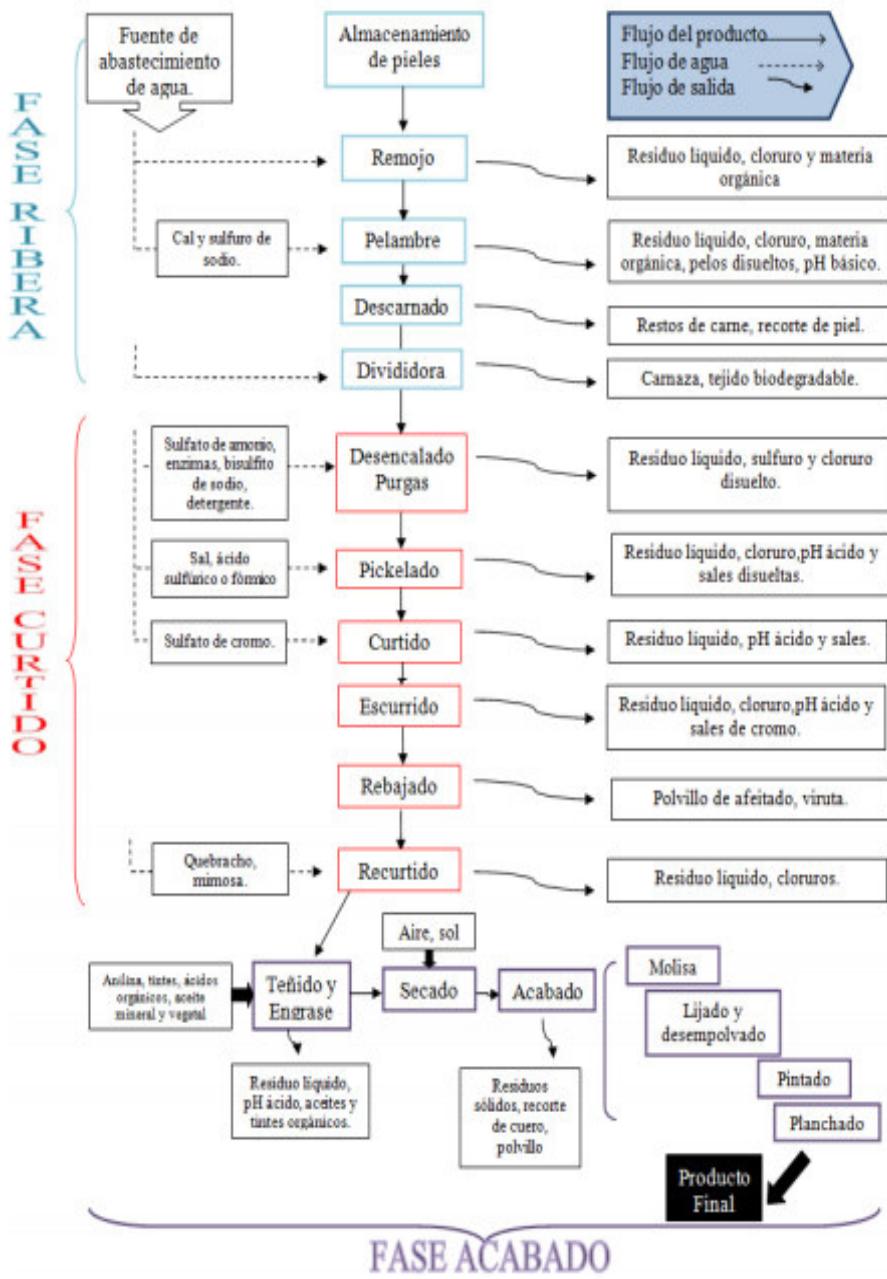
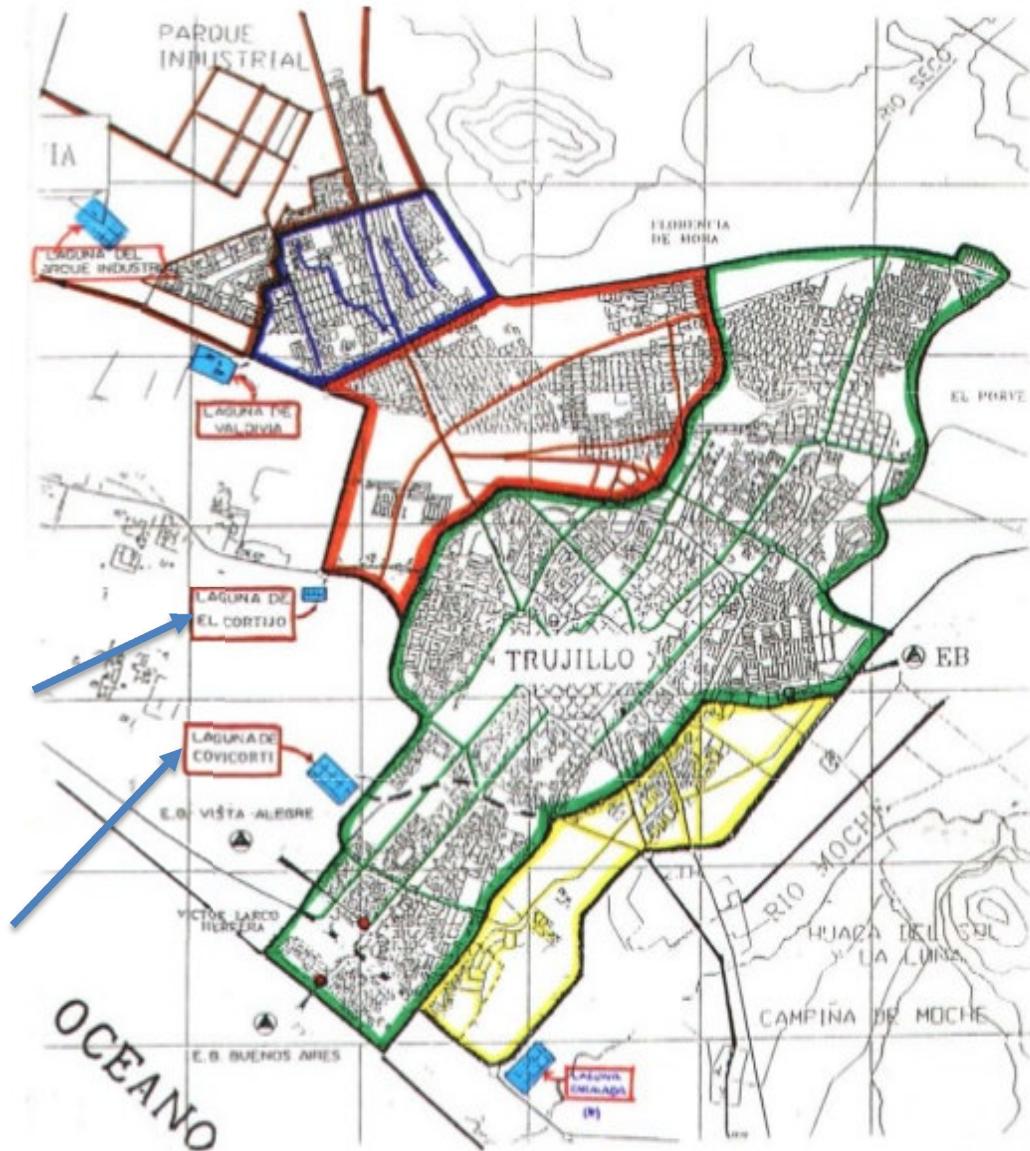


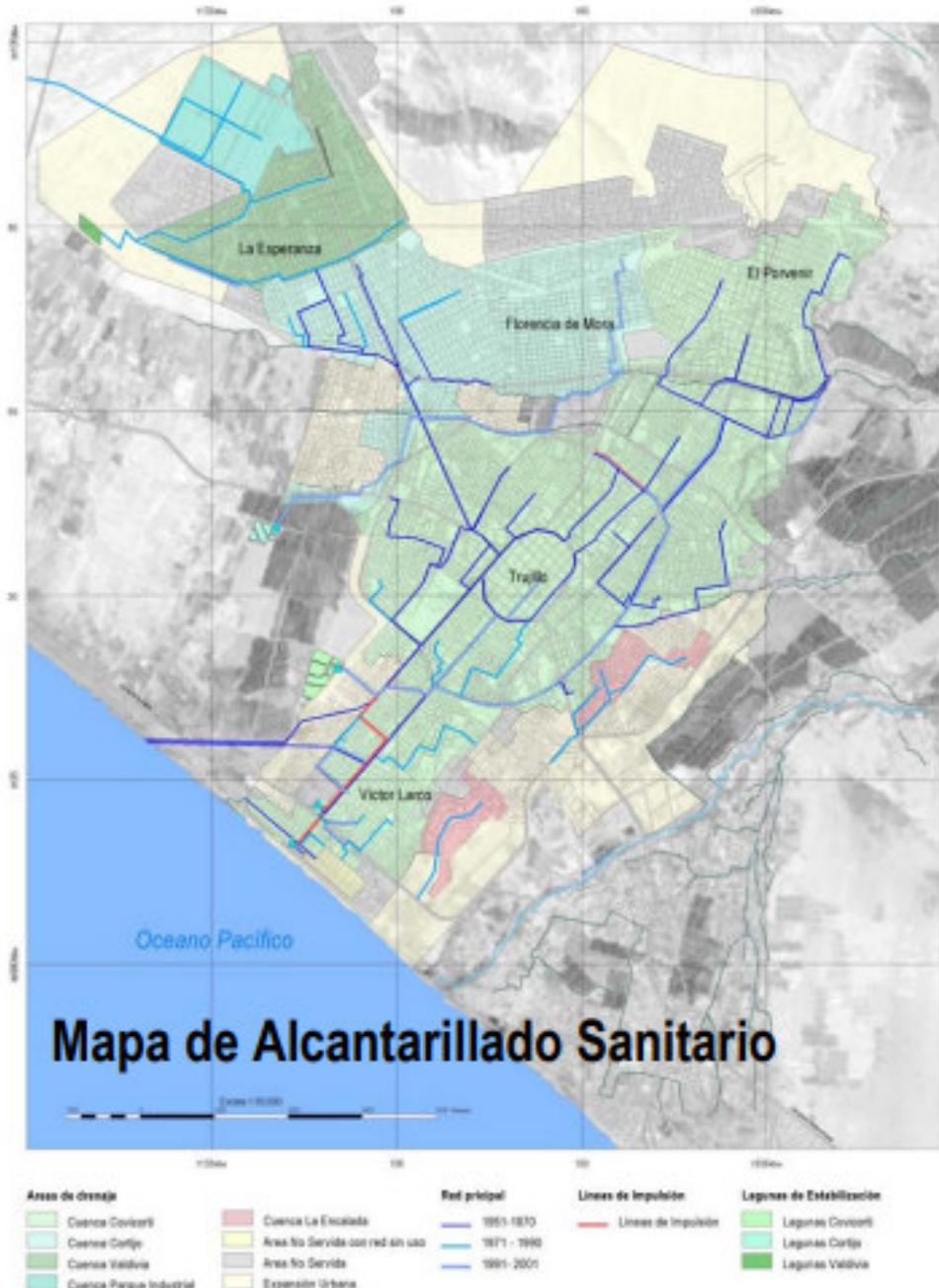
Figura N° 13 : Flujoograma del proceso de producción de una curtiera

Fuente : CEPIS .1993



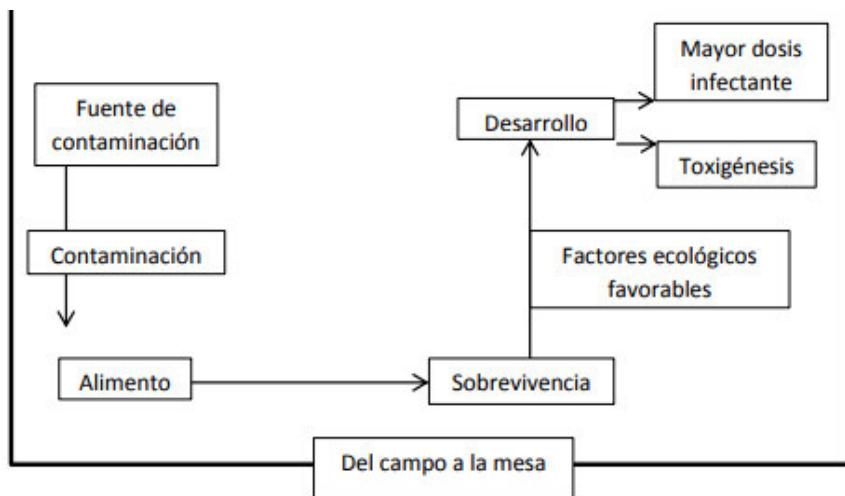
**Figura N° 14 : Ubicación de las Lagunas de Oxidación El Cortijo y Covicorti, a donde llegan las aguas residuales industriales de las curtiembres de Trujillo y distritos adjuntos.**

Fuente : SEDALIB.



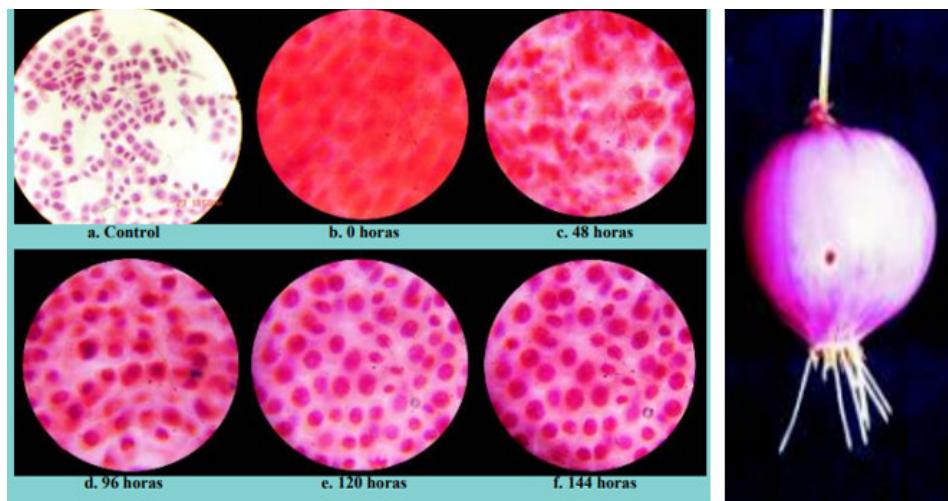
**Figura N° 15 :Sistema de Alcantarillado Sanitario de Trujillo y distritos, el cual está interconectado.**

Fuente : SEDALIB.



**Figura N° 16 : Configuración de los peligros microbianos y de metales pesados en las aguas residuales de curtiembre, al regar hortalizas y frutas (Alimento).**

Fuente : González Fernández E. 1991



**Figura N° 17 : Características morfológicas de las raicillas de la Cebolla ( Allium cepa) que han sido regadas con aguas residuales de curtiembre a diferentes tiempos. Microfotografía a 400 aumentos.**

Fuente : Otiniano M, Tuesta L, Robles H, Luján M, Chávez M. 2007.

#### **4.4. PROPUESTA PARA LA ELIMINACIÓN DE METALES PESADOS DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES DE CURTIEMBRES MEDIANTE ELECTROCOAGULACIÓN**

Las industrias de curtiembres que generan aguas residuales tienen un mayor contenido de metales pesados.

En dichos efluentes es habitual encontrar metales como Cr, Pb, An, Ni, Cu, por lo que es muy peligroso vertirlos directamente, ya que pueden ser fácilmente absorbidos por peces y vegetales y posteriormente acumularse en el cuerpo humano a través de la ingesta de dichos productos alimenticios.

Altas cantidades de elementos como CR, Pb o Ni están asociados a enfermedades de extrema gravedad como el cáncer de pulmón. Igualmente, el plomo y sus componentes son cancerígenos y fácilmente distribuibles mediante la sangre a múltiples órganos y tejidos, como el hígado, pulmones, riñones, cerebro, músculos, etc.

Para eliminar los efectos adversos de los metales pesados en la salud humana y en el medio ambiente es imprescindible someter las aguas residuales industriales a tratamiento antes de que sean vertidas.

Hay numerosas opciones a la hora de su tratamiento, como pueden ser la precipitación, coagulación-floculación, intercambio iónico, membranas, flotación, adsorción, solventes, concentración o electrocoagulación.

En esta Tesis nos vamos a centrar en la electrocoagulación y la electrocoagulación-electroflotación, que son tecnologías aplicables en un amplio rango de sistemas de tratamiento de aguas industriales y aguas residuales, y particularmente efectivas para la eliminación de metales pesados.

Se trata de dos tecnologías basadas en los conceptos de celdas electroquímicas, concretamente conocidas como celdas electrolíticas. Es un proceso electrolítico, una fuente de corriente directa es conectada a un par de electrodos inmersos en un líquido que actúa como electrólito.

La base de la electrocoagulación es la formación en el mismo lugar de una especie coagulante que puede remover contaminantes del agua y agua residual que está

siendo tratada. Las especies coagulantes son las responsables de la agregación, así como de la precipitación de partículas suspendidas, y simultáneamente, de la adsorción de disolventes contaminantes.

El proceso de tratamiento contempla tres mecanismos:

- Oxidación del ánodo.
- Desprendimiento de burbujas de gas hidrógeno en el cátodo.
- Sedimentación o flocación de flóculos formados.

Las pruebas realizadas para efluentes altamente contaminados de metales pesados confirman que la electrocoagulación es un proceso eficiente, que además no genera contaminación secundaria, como sucede en un tratamiento físico-químico.

#### **4.5. TRATAMIENTO COMPLEMENTARIO DE AGUAS RESIDUALES MEDIANTE MEMBRANAS**

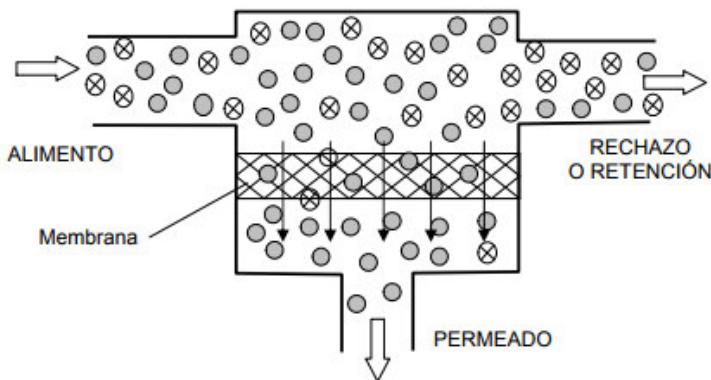
Es un proceso novedoso, que tiene por finalidad separar el agua de las sales inorgánicas a través de una membrana que permite el paso del agua; impide el paso de las sales; trabaja a presiones entre 400 y 800 psi, generadas por bombas a fin de impulsar el agua para que pase a través de una membrana y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

Variables que definen el comportamiento:

En la Figura siguiente se muestra esquemáticamente como actúa una membrana.

- **Alimento** : Es la disolución a tratar ( Agua residual de Curtiembres).
- **Permeado:** Constituido por las cantidades que han pasado a través de la membrana y por tanto es el agua residual de curtientes sin los metales pesados ( sin Cromo valencia 6).
- **Rechazo o retención:** Es el resultado de la pérdida por parte de la disolución de las cantidades que constituyen el permeado y por tanto estarán los metales pesados y especial el cromo de valencia 6 y cromo de valencia 3.



**Figura N° 18 : Funcionamiento esquemático de una membrana**

Fuente : RODRIGUEZ F.A 2016

**Las características del comportamiento de una membrana son:**

- 1.- **Flux o densidad de flujo :** Normalmente entendido como densidad de flujo volumétrico, es decir como caudal que atraviesa la membrana por unidad de área.
- 2.- **Selectividad:** Este factor cuantifica la capacidad separadora de la membrana normalmente se emplean los siguientes factores:

- **Índice de retención o factor de rechazo de un componente:** este factor se calcula a partir de las concentraciones de componente en el alimento ( $C_a$ ) y en el permeado ( $C_p$ ) como:

$$R = \frac{C_a - C_p}{C_a}$$

- **Factor de selectividad entre dos componentes A y B .** Se calcula a partir de sus concentraciones o fracciones (molares o másicas) en el permeado ( $y_A$  ;  $y_B$ ) en el alimento ( $x_A$  ;  $x_B$ )

$$\alpha_{A/B} = \frac{y_A / y_B}{x_A / x_B}$$

- **Umbral de corte molecular :** este parámetro es normalmente utilizado en membranas de ultrafiltración y se define como la masa molecular a la que se obtiene una retención prácticamente total (Normalmente un 90%) de una macromolécula determinada).

## ESTRUCTURAS POSIBLES DE LAS MEMBRANAS

El tipo de estructura de la membrana tiene una influencia determinante en el problema de la separación.

A grandes rasgos podemos distinguir los siguientes tipos generales:

- Membranas porosas.
- Membranas no porosas o densas.
- Membranas de transporte (membranas líquidas y de transportador fijo).
- Membranas intercambiadoras de iones.

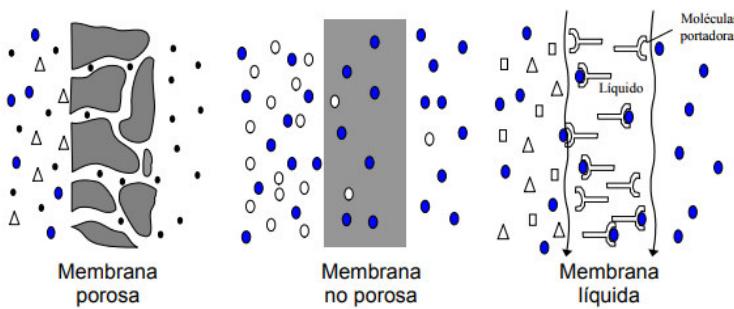


Figura N° 19 : Tipos de estructura de las membranas

Fuente : RODRIGUEZ F.A 2016

## Filtración mediante membranas para el tratamiento aguas residuales.

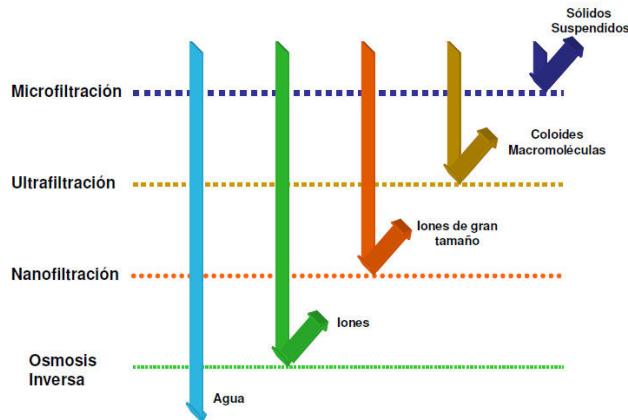


Figura N° 20 : Filtración mediante membranas para el tratamiento aguas residuales.

Fuente : RODRIGUEZ F.A 2016

Evolucionado en las últimas décadas se encuentran los de filtración a través de membrana. De forma general, éstos consisten en forzar el paso del líquido a filtrar a través de una membrana colocada sobre un soporte sólido. El hecho de necesitar cada vez mayores flujos de permeado, producidos a menores presiones de operación, ha llevado a un constante avance en el diseño y fabricación de las membranas.

En función del tamaño de las partículas que se deseen separar del líquido, variará el tipo de membrana a utilizar, siendo posible elegir entre las de filtración, microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración y ósmosis inversa. A continuación, se detallan las diferencias entre ellas:

### **Filtración**

La filtración convencional utiliza como medio filtrante un medio poroso formado por material granular (grava, arena, antracita, etc.). El líquido a filtrar se hace pasar a través del lecho poroso, por gravedad o mediante presión, quedando los sólidos atrapados en los espacios intersticiales que quedan entre las partículas que conforman el lecho filtrante.

La alternativa a la filtración mediante lechos porosos es la utilización de filtros formados por aglomerados de fibras sintéticas de policarbonato o de celulosa. En función del material utilizado y su disposición, el diámetro medio del poro del filtro varía, siendo éste el parámetro que determina el tamaño mínimo de las partículas que quedarán retenidas (*cut off* o valor de corte del filtro).

Estos filtros se repliegan en el interior de un cartucho y son capaces de retener partículas con un tamaño superior a 10 mm (partículas de arena, de polvo fino, etc.). Permiten trabajar a unas densidades de flujo de 4 a 8  $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ , que aunque las densidades de flujo de los filtros granulares sean similares, éstos últimos requieren mucho más espacio físico para ofrecer la misma superficie de filtración.

No obstante, los filtros granulares pueden ser sometidos a lavados en contracorriente, los cuales son muy efectivos. Así, para filtrar un efluente con un alto contenido de sólidos, la opción más conveniente son los filtros granulares. Y cuando el contenido

en sólidos es bajo o moderado, los cartuchos de filtración son más competitivos y requieren menos espacio.

### **Microfiltración**

Las membranas de microfiltración separan partículas que tienen un tamaño de entre 0,1 mm y 10 mm (baterías, polvo de carbón muy fino, amianto, etc.). Estas membranas pueden ser de nylon, polietileno, polipropileno, etc.

### **Ultrafiltración**

Las membranas de ultrafiltración retienen el paso de partículas con un tamaño de entre 1 nm y 100 nm (0,1 mm), que es el tamaño de los virus, los coloides, las macroproteínas, las endotoxinas, etc. El modo de operación es equivalente al de la microfiltración, el conjunto de membranas se colocan sobre un soporte y una bomba incrementa la presión del líquido para que éste pase a través de la membrana.

### **Nanofiltración**

Mientras que con la microfiltración y la ultrafiltración se separan partículas en suspensión del líquido, mediante la nanofiltración se pueden separar moléculas disueltas en el líquido (azúcares, proteínas, moléculas de colorante, etc.). Las membranas de nanofiltración tienen un valor de corte de entre 0,1 nm y 1 nm, tamaño típico de la mayoría de moléculas que no tienen un peso molecular elevado. Incluso quedan retenidos iones como el  $\text{Ca}^{2+}$  y el  $\text{Mg}^{2+}$ , hecho que hace posible utilizar estas membranas para eliminar la dureza del agua, sin haber de dosificar reactivos químicos.

### **Ósmosis inversa**

La ósmosis inversa es un fenómeno basado en el equilibrio que se establece a ambos lados de una membrana semipermeable que separa dos volúmenes de líquido con diferente concentración salina. El solvente difunde a través de la membrana y la atraviesa, mientras que los iones disueltos no pueden hacerlo. De forma natural, el solvente pasaría de la solución más diluida en sales a la más concentrada, para igualar la presión osmótica (ósmosis). No obstante, si se aplica presión en el lado de la solución más concentrada, el flujo a través de la membrana se invierte y se produce un flujo neto de solvente que atraviesa la membrana desde la solución más

concentrada a la menos concentrada. La presión que se debe aplicar depende de la concentración de sales en la solución concentrada.

En la microfiltración, ultrafiltración y nanofiltración todo el fluido pasa la membrana mientras que los sólidos quedan retenidos en la superficie de la membrana. En el caso de la ósmosis inversa, como a medida que la solución va incrementando su concentración en sales, la presión aplicada también debe ser mayor, el flujo es tangencial en relación a la membrana. De esta manera, parte del solvente atraviesa la membrana y la otra parte arrastra hacia el exterior todas las sales. Así, existe un caudal de alimentación y dos efluentes, el de permeado y el de rechazo, donde se concentran todas las sales disueltas, moléculas y partículas que contenía el alimento. En función del tipo de membrana utilizado, la presión de operación y las características del efluente a tratar, varía la proporción entre el caudal de permeado y el caudal de alimentación, variando entre un 50 y un 75%.

Para alargar la vida de las membranas de ósmosis inversa y de nanofiltración es conveniente pretratar el efluente, normalmente mediante una ultrafiltración.

Numerosos sectores industriales utilizan la ósmosis inversa para producir agua de elevada pureza, como es el caso de la industria farmacéutica, la industria alimentaria, las centrales nucleares, la industria electrónica, la industria biotecnológica, etc. En aplicaciones ambientales también se utiliza la ósmosis inversa para reducir y/o concentrar al máximo efluentes residuales, proceso seguido generalmente de una etapa de evaporación-concentración al vacío para acabar de concentrar plenamente el residuo. También se emplea la ósmosis inversa para acabar de afinar el agua condensada en procesos de evaporación en los que se concentran residuos.

Existen equipos comerciales con diferente disposición de las membranas, para adaptarse a condicionantes diferentes. Así, podemos encontrar las siguientes configuraciones:

- **Cartucho de membranas.** Las membranas están plegadas alrededor del colector de permeado. Son sistemas compactos, ideales para tratar soluciones con una baja concentración de sólidos en suspensión y se suelen utilizar con membranas de filtración y de microfiltración.
- **Membranas en espiral.** Un conjunto de láminas de membrana, separadas entre sí por un soporte poroso, se enrolla alrededor de un tubo que actúa como

colector de permeado. Es un diseño muy compacto, presenta una buena relación coste-eficiencia y es apropiado para aplicaciones de gran volumen. Generalmente se utiliza con membranas de nanofiltración y de ósmosis inversa.

- **Membrana tubular.** Las membranas, de forma tubular, están colocadas en el interior de una carcasa rígida. La alimentación entra por el interior de las membranas y el flujo es en dirección al exterior. Debido al diámetro del tubo de la membrana, de 5 a 10 mm, no es probable que existan problemas de colmatación. Es apropiada para efluentes con una concentración elevada de sólidos en suspensión. Se suele utilizar para aplicaciones de ultrafiltración.
- **Filtro de placa y marco.** Se asemeja físicamente a un filtro prensa. Las membranas se colocan sobre los marcos separadas por placas y la alimentación discurre por el espacio entre las placas y las membranas. A un lado de la membrana se concentran los sólidos y en el otro se evacúa el permeado. Esta disposición sólo se utiliza cuando el alimento tiene una elevada viscosidad, generalmente en aplicaciones de las industrias farmacéutica y alimentaria.
- **Fibra hueca.** Consta de un elevado número de membranas con un diámetro inferior a 0,1 mm que constituyen un haz en el interior de una carcasa. Se utiliza prácticamente sólo para aplicaciones de nanofiltración y ósmosis inversa para tratar efluentes con una baja concentración de sólidos.

Las operaciones de separación mediante membrana son ampliamente utilizadas por las numerosas ventajas que presentan en relación a otras tecnologías. En primer lugar ofrecen una elevada eficiencia de separación donde el factor clave es el *cut off* de la membrana. Son procesos que se pueden llevar a cabo a temperatura ambiente y de forma continua. El consumo de energía no es elevado y no se requiere el uso de reactivos químicos (excepto antiincrustantes para limpiar las membranas). También se debe valorar la facilidad de combinación de esta técnica con otros procesos. Por último, destacar que se trata de plantas muy compactas que requieren poco espacio físico.

Por otro lado, se debe tener en cuenta que no es una técnica que elimine el contaminante, sino que lo concentra. Generalmente se genera una corriente de rechazo/residuo que debe ser tratada correctamente. También se debe tener en cuenta el coste de las membranas y su durabilidad. Será muy importante pretratar el efluente para alargar la vida útil de las membranas. Finalmente, en función de la aplicación concreta, se pueden presentar problemas de degradación,

ensuciamiento o polarización de la membrana. Problemas que, si bien se pueden solventar, dificultan e incrementan los costes de operación.

Así pues, la filtración mediante membranas es superior a los métodos convencionales por la capacidad de producir separaciones de forma muy eficiente a temperatura ambiente y por la relación coste/eficiencia.

**Tabla N° 08 : Resultados químicos del agua residual de la curtiembre CUFESA SAC.  
(Actualmente D YELZEN SAC). Ubicada en el Distrito El Porvenir. Provincia Trujillo.**

Parámetros	Unidades	Salida	Valores Máximos Admisibles <sup>(1)</sup>	LMP para las Actividades Industriales de Curtiembres <sup>(2)</sup>
		AR-01		
Aluminio (Al)	mg/l	3.36	10	--
Arsénico (As)	mg/l	< 0.090	0.5	--
Bario (Ba)	mg/l	0.0350	--	--
Berilio (Be)	mg/l	< 0.0005	--	--
Boro (B)	mg/l	0.865	4.0	--
Cadmio (Cd)	mg/l	0.003	0.2	--
Calcio (Ca)	mg/l	536.11	--	--
Cobalto (Co)	mg/l	< 0.0066	--	--
Cobre (Cu)	mg/l	0.036	3.0	--
Cromo Total (Cr)	mg/l	46.52	10	2
Cromo Hexavalente	mg/l	0.004	0.5	0.4
Estatío (Sn)	mg/l	75.20	--	--
Estroncio (Sr)	mg/l	0.010	--	--
Fósforo (P)	mg/l	3.15	--	--
Hierro (Fe)	mg/l	1.015	--	--
Litio (Li)	mg/l	<0.014	--	--
Magnesio (Mg)	mg/l	95.1	--	--
Manganoso (Mn)	mg/l	0.154	4.0	--
Molibdeno (Mo)	mg/l	< 0.012	--	--
Mercurio (Hg)	mg/l	<0.0002	0.02	--
Níquel (Ni)	mg/l	0.025	4.0	--
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	40.60	80	30
Plata (Ag)	mg/l	0.0042	--	--
Pbomo (Pb)	mg/l	< 0.010	0.5	--
Potasio (K)	mg/l	63.0	--	--
Silicio (Si)	mg/l	21.11	--	--
Sodio (Na)	mg/l	921.1	--	--
Sulfatos	mg/l	304	500	--
Sulfuros	mg/l	4.6	5.0	3.0
Talio (Tl)	mg/l	< 0.15	--	--
Titanio (Ti)	mg/l	<0.0042	--	--
Vanadio (V)	mg/l	0.1123	--	--
Zinc (Zn)	mg/l	0.120	10	--

<sup>(1)</sup> Valores Máximos Admisibles para descargas al sistema de alcantarillado - Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA

<sup>(2)</sup> Aprueban Límites Máximos Permisibles y Valores Referenciales para las Actividades Industriales de Cemento, Cerveza, Curtiembre y Papel. D.S. 003-2002-PRODUCE.

Los parámetros de cromo total, sulfuros y nitrógeno amoniacial, han excedido los Valores Máximos Admisibles del D.S. N° 021-2009-VIVIENDA y/o los LMP del D.S. 003-2002-PRODUCE. La empresa señala que estas concentraciones son debido a la utilización de insumos para el curtido del cuero, como las sales de cromo.



**Tabla N° 09 : Límites Máximos permisibles en una curtiembre**  
**Fuente: OMS. 2016**

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permisible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio	Al	mg/l	0,2
Amoniaco	N-Amoniacal	mg/l	1,0
Amonio	NH <sub>4</sub>	mg/l	0,05
Arsénico (total)	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Cianuro (total)	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,1
Cloruro	Cl	mg/l	250
Cromo	Cr	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Coliformes Totales	nmp/100 ml		3 000
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		600
Color	color real	unidades de color	100
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr <sup>6+</sup>	mg/l	0,05
Demandra Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO <sub>5</sub>	mg/l	2,0
Dureza	CaCO <sub>3</sub>	mg/l	500

#### EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), es un proceso que comprende un conjunto de técnicas y procedimientos, destinados a prever e informar sobre los efectos de la Gestión de desastres de las lagunas de oxidación de Covicorti y El Cortijo ,que almacena aguas residuales industriales de curtiembres y posteriormente riegan verduras y para posteriormente ser vendidas en los mercados y ser consumidas por los habitantes y turistas de la Ciudad de Trujillo

y que es dañino para la salud de los pobladores y también pueda ocasionar sobre el medio ambiente.

El término Impacto Ambiental, en general se refiere a cualquier cambio, modificación o alteración permanente de los elementos del medio ambiente o de las relaciones entre ellos, causada por las actividades de riego a cultivos y evacuación al mar de las aguas residuales industriales de curtiembres sin ningún tratamiento en las lagunas de oxidación de Covicorti y El Cortijo y prevenir en las Etapas Preliminar, de Construcción, así como en la de Operación de las aguas residuales industriales de curtiembres, en las áreas de influencia de la misma, tanto directa como indirecta.

Es importante tener en consideración la premisa de que el presente trabajo no implica ninguna modificación del trazo actual de las redes de alcantarillado, la mayoría de las actividades se realizará sobre los colectores y redes existentes, con modificaciones en que cada curtiembre construirá e implementará la construcción de un reactor de electrocoagulación para el tratamiento y separación de los metales pesados de las curtiembres, en especial del Cromo.

Los impactos potenciales originados por el tratamiento de las aguas residuales industriales de curtiembres en la Ciudad de Trujillo y Distritos, son analizados respecto a los elementos del medio físico como; aire, agua, tierra, vegetación y aspectos socioeconómicos de la población y se presentan medidas complementarias al planteamiento de la obra, orientadas al control o mitigación de los mismos, en el Plan de Manejo Ambiental.

En la figura siguiente, se ilustra el proceso de determinación de los impactos ambientales y su interacción con la línea base y descripción del proyecto.

También muestra como el Plan de Gestión Socio-Ambiental (medidas preventivas, correctivas y/o de mitigación) resulta de la evaluación de impactos y el conocimiento de los componentes ambientales, recursos naturales y actividades del proyecto.

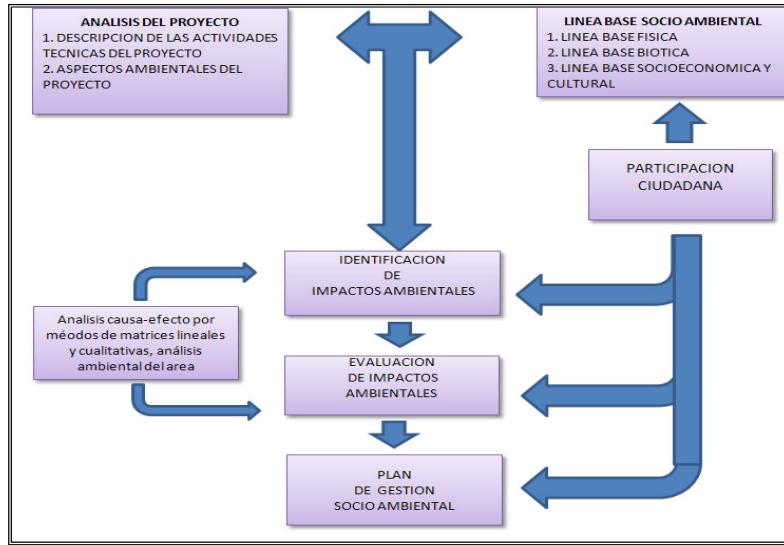


Figura N° 21 : Plan de Gestión Socio-Ambiental

Fuente : Alzate Tejada A.M. 2008

## IDENTIFICACION DE IMPACTOS

En esta fase se realiza la identificación de los impactos más significativos y su descripción. Para ello, la evaluación del impacto tendrá un enfoque integrado y el conocimiento del ambiente existente junto con la comprensión de toda la descripción del proyecto para determinar el rango completo de los impactos probables, tanto positivo como negativos. Los elementos ambientales e impactos asociados que podrían presentarse con el proyecto serán los siguientes:

- Ambiente físico: topografía, recursos de aire, recursos geológicos, recursos del suelo y agua, así como el relieve.
- Ambiente biológico: ecosistemas terrestres y ecosistemas acuáticos.
- Ambiente socioeconómico y cultural: ambiente social, ambiente económico y ambiente de interés humano.

El resumen de impactos se presenta en las tablas N° 55; 56 y 57.

En general aquellos impactos ambientales, sean positivos o negativos, que se producirán indefectiblemente en la ejecución del proyecto, implican medidas de control, mitigación o prevención, indistintamente; mientras que aquellos impactos ambientales que pueden producirse por prácticas inadecuadas o el no

cumplimiento del PMA, cuentan con medidas de control y de prevención, justamente por el carácter que tienen.

Es importante señalar que en este caso de visión anticipada o de conjetura sobre la situación a presentarse, la incertidumbre es un componente inevitable en la predicción de los impactos; sin embargo el detalle de las actividades permite una aproximación importante a la realidad.

### **Acciones del proyecto que producirían impactos**

En base a la revisión del estudio de Ingeniería, se han determinado las actividades del proyecto que generarán impactos al ambiente.

En dicho análisis se toma en cuenta los componentes del ambiente y las acciones del proyecto; los primeros susceptibles de ser afectados y los otros capaces de generar impactos, con la finalidad de identificar dichos impactos y proceder a su evaluación y descripción final correspondiente.

Esta etapa permitirá obtener información que permitirá estructurar la siguiente fase “Plan de Manejo Ambiental”, el cual, como corresponde, está orientado a lograr que el proceso constructivo y funcionamiento de esta obra se realice en armonía con la conservación del ambiente.

Analizando las acciones del proyecto que podrían provocar impactos, son las que están enmarcadas en los siguientes rubros:

**a. Actividades preliminares**

- Movilización de equipos y herramientas
- Topografía y georeferenciación.
- Contratación de Mano de Obra.

**b. Etapa de construcción**

- Excavación y movimiento de tierras
- Construcción de un reactor de electrocoagulación.
- Transportes de material base, excedentes .
- Señalización vertical y horizontal

**c. Etapa de Operación y mantenimiento.**

- Funcionamiento del reactor de electrocoagulacion

- Funcionamiento de las membranas.

### **Componentes del medio que podrían sufrir impactos**

Antes de proceder a identificar y evaluar los impactos de la propuesta para la construcción de un reactor de electrocoagulación para tratamiento de aguas residuales industriales de cada curtiembre, sobre la salud y el ambiente, es necesario realizar la selección de componentes interactuantes. Esto consiste en conocer y seleccionar las principales actividades del proyecto y el conjunto de elementos ambientales del entorno físico, biológico, socio-económico y cultural que intervienen en dicha interacción.

En la selección de actividades se optó por aquéllas que deben tener incidencia probable y significativa sobre los diversos componentes o elementos ambientales. Del mismo modo, en lo concerniente a elementos ambientales se optó por aquéllos de mayor relevancia ambiental. Así, los componentes interactuantes seleccionados son los siguientes:

El análisis de las alteraciones que se producirían sobre los componentes del ambiente se realiza mediante el uso de indicadores de impacto, los cuales han sido identificados y verificados en el campo.

Para el presente estudio se tiene componentes del medio físico y componentes del medio socioeconómico y cultural, que se describen en las siguientes tablas.

**Tabla N° 12 : Componentes ambientales –Medio Físico**

Fuente: Trabajo de campo y Gabinete.

COMPONENTES AMBIENTALES-MEDIO FISICO				
SISTEMA	SUB SISTEMA	MEDIOS	FACTORES	SUB FACTORES
MEDIO AMBIENTE	MEDIO FISICO	MEDIO INERTE	AIRE	Calidad de Aire Ruidos
			SUELO	Calidad de Suelo Vibraciones Erosión Drenaje
			AGUA	Uso de agua superficial Calidad de agua
				Cubierta vegetal Diversidad Especies protegidas o endémicas
		FAUNA		Hábitat Diversidad Especies protegidas o endémicas
			PAISAJE	Calidad de paisaje
		MEDIO PERCEPCIONAL		

**Tabla**

**Nº 13 :**

### Componentes ambientales –Socio Económico y cultural

Fuente: Trabajo de campo y Gabinete.

COMPONENTES AMBIENTALES- SOCIOECONOMICO Y CULTURAL					
SISTEMA	SUB SISTEMA	MEDIOS	FACTORES	SUB FACTORES	
<b>MEDIO AMBIENTE</b>	<b>MEDIO SOCIOECONOMICO Y CULTURAL</b>		SOCIAL	SALUD	Salud pública
				POBLACION	Migración para la zona de trabajo Calidad de vida
			ECONOMIA	CONFLICTOS SOCIALES	
				SEGURIDAD	Seguridad pública
			TRANSITO VEHICULAR	ECONOMIA LOCAL	Oferta de bienes y servicios Capacidad adquisitiva Generación de empleo
				RESTOS ARQUEOLOGICOS	Vías de acceso interna Red vial externa
			CULTURAL		Vestigios arqueológicos Valores históricos

Tabla N° 14 : Matriz de Leopold para el proceso de producción de las curtientes. Fase de Ribera

**Fuente : Mera Rivera - 2010**

COMPONENTES AMBIENTALES BÁSICOS		PROCESO DE CURTICIÓN								
		ETAPA DE PRODUCCIÓN: RIBERA				CRITERIO DE EVALUACIÓN				
		EMISIONES GASEOSAS	EFUENTES LÍQUIDOS	RESIDUOS SÓLIDOS	INTERACCIÓN CON EL ENTORNO	ÁREA INVOLUCRADA	DURACIÓN DE EFECTOS EN EL TIEMPO	PERIODICIDAD DE SUS EFECTOS	GRADO DE EFECTO	NATURALEZA DE ACCIÓN
POBLACIÓN	NUCLEOS URBANOS	-	-	-	-	L	LP	C	D	IRRE
	SALUD	-	-	-	-	L	LP	C	D	REV
	GENERACION DE EMPLEO		-	+	+	R	LP	C	D	IRRE
	NIVEL DE INGRESOS		-	+	+	R	LP	C	D	IRRE
	ACTIVIDADES ECONÓMICAS		-	+	+	R	LP	C	D	IRRE
SUELOS			-	-	-	L	LP	INT	D	REV
AIRE	CALIDAD DEL AIRE	-	-	-	-	L	CP	INT	I	REV
	NIVEL DE OLORES	-	-	-	-	L	CP	INT	I	REV
AGUA	AGUAS SUPERFICIALES		-	-	-	L	LP	INT	D	IRRE
	ALCANTARILLADO	-	-	-	-	L	LP	INT	D	REV
	NAPA FREÁTICA		-	-	-	L	LP	INT	D	IRRE
CLIMA										
PAISAJE			-	-	-	L	CP	INT	D	REV

De la tabla N° 14 ; según Mera Ribera -2010 ; se deduce lo siguiente:

- De acuerdo a los resultados obtenidos con la Matriz de Leopold del proceso de producción de la fabricación de cuero en la fase de ribera, podemos indicar que genera un impacto altamente negativo a los efluentes líquidos.
- Las emisiones gaseosas afectan indiscutiblemente en la salud de los empleados y la población aledaña a las curtiembres; al recurso aire en general y a las alcantarillas.
- El factor económico ha sido siempre un impacto positivo, porque ha generado empleo, ingresos económicos y ha proporcionado actividades económicas en general, y se da de manera continua, a largo plazo en general e irreversible según su naturaleza de acción.
- Según el criterio de evaluación, el área involucrada de la fase de ribera de la fabricación de cuero, se da a nivel local, siendo el factor económico un bienestar a nivel regional. - Generalmente la duración de los efectos son directos y se dan a largo plazo con el tiempo.

**Tabla N° 15 : Matriz de Leopold para proceso de producción de las curtiembres. Fase Curtido**

Fuente : Mera Rivera - 2010

COMPONENTES AMBIENTALES BÁSICOS		PROCESO DE CURTICIÓN							
		ETAPA DE PRODUCCIÓN: CURTIDO				CRITERIO DE EVALUACIÓN			
		EMISIONES GASEOSAS	EFLUENTES LÍQUIDOS	RESIDUOS SÓLIDOS	INTERACCIÓN CON EL ENTORNO	ÁREA INVOLUCRADA	DURACIÓN DE EFECTOS EN EL TIEMPO	PERIODICIDAD DE SUS EFECTOS	GRADO DE EFECTO
POBLACIÓN	NÚCLEOS URBANOS	-	-	-	L	LP	C	D	IRRE
	SALUD	-	-	-	L	LP	C	D	REV
	GENERACION DE EMPLEO	-	+	+	R	LP	C	D	IRRE
	ECONOMÍA	-	+	+	R	LP	C	D	IRRE
	NIVEL DE INGRESOS	-	+	+	R	LP	C	D	IRRE
AIRE	ACTIVIDADES ECONÓMICAS	-	+	+	R	LP	C	D	IRRE
	SUELOS	-	-	-	L	LP	INT	D	REV
AGUA	CALIDAD DEL AIRE								
	NIVEL DE OLORES								
	AGUAS SUPERFICIALES	-	-	-	L	LP	INT	D	IRRE
	ALCANTARILLADO	-	-	-	L	LP	INT	D	REV
	NAPA FREÁTICA	-	-	-	L	LP	INT	I	IRRE
CLIMA									
PAISAJE		-	-	-	L	CP	INT	D	REV

De la De la Tabla N° 15 ; según Mera Ribera -2010 ; se deduce lo siguiente:

- De acuerdo a los resultados obtenidos con la Matriz de Leopold del proceso de producción de la fabricación de cuero en la fase de curtido, podemos indicar que este genera un impacto negativo a los efluentes líquidos y en la generación de los residuos sólidos, pero sin afectar el recurso aire.
- El factor económico ha sido siempre un impacto positivo, porque ha generado empleo, ingresos económicos, actividades económicas en general, y se da de manera continua, largo plazo e irreversible según su naturaleza de acción.
- Según el criterio de evaluación, el área involucrada de la fase de ribera de la fabricación de cuero, se da a nivel local, siendo el factor económico un bienestar a nivel regional.
- Generalmente la duración de los efectos son directos y se dan a largo plazo con el tiempo.

Tabla N° 16 : Matriz de Leopold para proceso de producción de las curtiembres. Etapa de acabado

Fuente : Mera Rivera - 2010

COMPONENTES AMBIENTALES BÁSICOS		PROCESO DE CURTICIÓN								
		ETAPA DE PRODUCCIÓN: ACABADO								
		ASPECTOS ABIAENTALES				CRITERIO DE EVALUACIÓN				
EMISIÓNES GASEOSAS	EFLUENTES LÍQUIDOS	RESIDUOS SÓLIDOS	INTERACCIÓN CON EL ENTORNO	ÁREA INVOLUCRADA	DURACIÓN DE EFECTOS EN EL TIEMPO	PERIODICIDAD DE SUS EFECTOS	GRADO DE EFECTO	NATURALEZA DE ACCIÓN		
POBLACIÓN	NÚCLEOS URBANOS		-	-	-	L	CP	C	D	REV
	SALUD		-	-	-	L	CP	C	D	REV
	ECONOMÍA	GENERACION DE EMPLEO			+	R	LP	C	D	IRRE
		NIVEL DE INGRESOS			+	R	LP	C	D	IRRE
AIRE	ACTIVIDADES ECONÓMICAS				+	R	LP	C	D	IRRE
	SUELOS		-		-	L	CP	INT	D	REV
	CALIDAD DEL AIRE		-		-	L	CP	INT	D	REV
	NIVEL DE OLORES		-		-	L	CP	INT	D	REV
AGUA	AGUAS SUPERFICIALES		-		-	L	CP	INT	D	REV
	ALCANTARILLADO		-		-	L	CP	INT	D	REV
	NAPA FREÁTICA		-		-	L	CP	INT	I	REV
CLIMA										
PAISAJE		-	-	-	L	CP	INT	D	REV	

Tabla N° 16 , según Mera Ribera -2010 se deduce lo siguiente:

- De acuerdo a los resultados obtenidos con la Matriz de Leopold del proceso de producción de la fabricación de cuero en la fase de acabado, podemos indicar que el efecto que causa la fabricación de cuero genera un impacto negativo a los efluentes líquidos, sin afectar la economía y el recurso aire, por otro lado la generación de los

De  
la

residuos sólidos trae consigo un impacto negativo en la salud, recurso aire y la belleza escénica del paisaje.

- Las emisiones gaseosas afectan indiscutiblemente en la salud de los empleados y la población aledaña a las curtiembres; al recurso aire en general.
- El factor económico ha sido siempre un impacto positivo en cuanto a la interacción con el entorno, porque ha generado empleo, ingresos económicos y a proporcionado actividades económicas en general, y se da de manera continua e irreversible según su naturaleza de acción.
- Según el criterio de evaluación, el área involucrada de la fase de acabado de la fabricación de cuero, se da a nivel local, siendo el factor económico un bienestar a nivel regional y a largo plazo.
- Generalmente la duración de los efectos son directos, reversibles y se dan a corto plazo.

Leyenda de la Matriz de Leopold:

L = Local. INT = Intercalado. R = Regional. D = Directo. CP = Corto Plazo.

I = Indirecto. LP = Largo Plazo. REV = Reversible. C = Continuo.

IRREV = Irreversible.

### **Identificación de impactos ambientales**

Luego del diagnóstico y reconocimiento se realiza la valoración según magnitud, duración, extensión e intensidad, de acuerdo a los factores, componentes y atributos ambientales en determinadas etapas del proceso de producción de cuero.

**Tabla N° 17 : Matriz de identificación de Impactos Ambientales**

Fuente: Leopold et al., 1971

PRIMERA PARTE: IDENTIFICACIÓN									
Actividades del proyecto	FACTORES/COMPONENTES Y ATRIBUTOS AMBIENTALES								
	Físico-Químicos				Ecológicos			Socio-Económicos	
	E-G	Ef-L	R-S	I-E	A	S	Ai	Salud	Act. Eco.
<i>Recepción y Almacen de pieles</i>									
1.Almacén	-7	-2	-3	-2	0	0	-6	-3	5
<i>Fase de ribera</i>									
1.Remojo	-5	-7	-7	-2	-9	0	-2	0	5
2.Pelambre	-4	-8	-8	-2	-9	0	-5	-4	5
3.Descarnado	-6	-4	-9	-5	-2	-3	-7	-4	5
4.Divididora	-5	-4	-7	-2	-4	-3	-2	-4	5
<i>Fase de curtido</i>									
1.Desencalado o y Piquelado	0	-7	-3	-2	-5	-3	0	-4	5
2.Curtido	0	-8	0	-3	-7	-2	0	-4	5
3.Escurrido	0	-8	0	-3	-7	-4	0	-4	5
4.Rebajado	0	0	-8	-3	0	-2	0	-4	5
5.Recurrido	0	-6	0	-3	-6	-2	0	-4	5
<i>Fase de acabado</i>									
1.Teñido y Engrase	-7	-5	0	-3	-6	-2	-7	-5	5
2.Secado al vacío	-7	0	0	-2	0	0	-7	-2	5
3.Maceta	-3	0	0	-3	0	0	-3	0	5
SEGUNDA PARTE: CALIFICACIÓN									
CATEGORÍAS DE IMPACTOS	FACTORES/COMPONENTES Y ATRIBUTOS AMBIENTALES								
	Físico-Químicos				Ecológicos			Socio-Económicos	
	E-G	Ef-L	R-S	I-E	A	S	Ai	Salud	Act. Eco.
Extensión	5	10	10	5	10	5	5	5	10
Peso E	0.076	0.153	0.153	0.076	0.153	0.076	0.076	0.076	0.153
Duración	2	10	2	2	10	10	2	10	10
Peso D	0.034	0.172	0.034	0.034	0.172	0.172	0.034	0.172	0.172
Intensidad	56	61	53	46	55	21	47	56	80
Peso I	0.117	0.128	0.112	0.096	0.115	0.044	0.098	0.117	0.168
Magnitud	7.055	11.09	7.521	4.908	9.631	3.037	5.104	8.710	16.736

Fuente: Leopold et al., 1971

#### Leyenda:

- |             |                               |  |          |
|-------------|-------------------------------|--|----------|
| <b>E-G</b>  | = Emisiones gaseosas.         | <b>A</b>                               | = Agua.  |
| <b>Ef-L</b> | = Efluentes líquidos.         | <b>S</b>                               | = Suelo. |
| <b>R-S</b>  | = Residuos sólidos.           | <b>Ai</b>                              | = Aire.  |
| <b>I-E</b>  | = Interacción con el entorno. | <b>Act-Eco=Actividades Económicas.</b> |          |

**Tabla N° 18 : Prioridades ambientales de las curtiembres de Trujillo y Distritos**

Fuente : Pinedo Ochoa , Rosy, S. – 2012.

Código	Aspectos Medioambiental	Nivel de Importancia	Nivel de prioridad
EF – L	Efluentes líquidos	A	1
R – S	Residuos sólidos	B	2
E – G	Emisiones gaseosas	C	3
RU	Ruido	C	3
C – A	Consumo de agua	B	2
I – Q	Insumos químicos	C	3

**LEYENDA**

**A:** Alta importancia y acción. Son necesarias acciones y/o control inmediato y al corto plazo.

**B:** Media importancia y acción. Requiere acción y/o control en un futuro próximo o mediano plazo.

**C:** Baja importancia y acción. Se aconseja acción y/o control en el largo plazo. Se aconseja revisión en el futuro.

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla N° 19 : Posibles alternativas de solución**

Fuente : Pinedo Ochoa , Rosy, S. – 2012.

Impactos identificados	Aspectos Ambientales	Mitigación Propuesta
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Descargas de efluentes líquidos que afectan al ecosistema marino.</li> <li>- Se disminuye el valor del agua para el uso como bebida o para fines agrícolas e industriales.</li> <li>-Corrosión en las cañerías de cemento acelerando el deterioro de los tubos de desagüe.</li> <li>- Impactos negativos sobre la salud humana de los trabajadores y de la población en general.</li> </ul>	<b>Efluentes líquidos:</b> Se vierten al desagüe, aguas residuales de los procesos industriales de remojo, pelambre y curtido con parámetros muy por encima de la legislación vigente; alto nivel de DQO, DBO, sólidos totales, grasas, cromo III, etc. (D.S N° 003-2010 - MINAM).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Programas de reutilización o reciclaje de efluentes.</li> <li>- Sistemas de tratamiento de efluentes.</li> <li>- Programa de monitoreo de efluentes.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deterioro de la calidad del aire.</li> <li>- Riesgo de impactos directo sobre la salud de los trabajadores.</li> </ul>	<b>Emisiones gaseosas:</b> Malos olores debido al cuero y efluentes residuales, también emisiones de ácido sulfídrico por reacción del sulfuro en el pelambre, generación de vapor por calderos y gases tóxicos debido al uso de lacas y pinturas en el área de acabado del cuero, e incluso con emisión de olores que son inhaladas por el personal, debido a una inadecuada política de mantenimiento e higiene de las instalaciones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificación de contaminación de gases y polvos por secciones.</li> <li>- Sistema de control de emisiones.</li> <li>- Monitoreo de emisiones gaseosas y calidad del aire.</li> <li>- Uso adecuado de los equipos de protección personal (EPP).</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Controlar consumo de agua en los procesos.</li> <li>- <u>Potabilizar el agua en procesos</u></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminución de la calidad de los suelos.</li> <li>- Congestión en el flujo de las redes de alcantarillado.</li> <li>- Olores fétidos producto de la descomposición de la materia orgánica.</li> <li>- Proliferación de vectores causantes de enfermedades.</li> </ul>	<b>Residuos Sólidos:</b> Se producen residuos sólidos sin curtir en las actividades de ribera que se dan como resultado de los recortes de piel en bruto y tripa, carnazas, pílafas, pelo y lana y también residuos sólidos con cromo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Correcta disposición final de los residuos sólidos.</li> <li>- Plan de gestión y manejo como un residuo industrial.</li> <li>- Lograr que el botadero donde se arroja la basura sea formal, con un adecuado tratamiento y en el mejor de los casos la implementación de relleno sanitario.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alteración del nivel acústico.</li> </ul>	<b>Ruidos y emisiones acústicas:</b> Generado por equipos y máquinas en la zona de la ribera, curtido y acabado además de la zona de ruidos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementar programa de monitoreo de ruidos.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peligro químico.</li> </ul>	<b>Insumos químicos:</b> Existen serios riesgos laborales debido al descuido en el manejo de los insumos químicos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementar programa de manejo de insumos químicos que se emplean en el proceso de producción de cueros.</li> <li>- Implementar un Sistema de salud, higiene y seguridad ocupacional.</li> </ul>

### **Potencial de Generación de Olores y su Control**

Los malos olores en las curtiembres se originan principalmente por la descomposición de la materia orgánica, es decir la putrefacción de cueros, pieles, carnazas y recortes, producto de la liberación de desulfuro de hidrógeno y amoníaco, y de la utilización de compuestos orgánicos volátiles.

Las emisiones de sulfuro provenientes del pelambre y de las aguas residuales; las emisiones de amoníaco y vapores de solventes que provienen del desencalado y de la etapa de acabado son fuentes importantes de generación de olores. Olores molestos también se pueden generar en el tratamiento de aguas residuales, tanto en el procesamiento de efluente, como en la deshidratación de lodos.

Una situación que también genera olores al principio del proceso productivo es la recepción de pieles en mal estado de mantenimiento y sucias con estiércol. Se sugiere principalmente evitar la generación de malos olores evitando inadecuadas prácticas productivas, mejoras en el control de las operaciones e implementar una política de mantención e higiene de las instalaciones.

Con respecto a las emisiones atmosféricas, se sugiere lo siguiente:

- Procesamiento inmediato de los cueros una vez recepcionados.
- Descargar las pieles en lugar acondicionado exclusivamente para la recepción de sangre, derivados y posteriormente enviados a un sistema de tratamiento.
- Mantenimiento de la maquinaria y equipos en perfectas condiciones a fin de evitar riesgos de almacenamiento de materia prima.
- Pelambre enzimático, método utilizado en curtiembre bovinas con buenos resultados ya que reduce el consumo y descarga de sulfuro, lo que implica en la reducción de olores.



**Figura N° 22 : Diagrama de flujo de una curtiembre, considerando los olores, a fin de mitigar con el sistema de tratamiento propuesto.**

Fuente : Mera Rivera . 2010.



Fotografía N° 05 : Inicio del Proceso industrial de la curtiembre Chimu Murgia Hnos SAC. (Av. América Oeste 110. Urb.Los Cedros. Trujillo).



Fotografía N° 06 : Filtro de Pelo y piscina homogenizadora de baño de pelambre de la cutiembre Chimu Murgia Hnos SAC. (Av. América Oeste 110. Urb.Los Cedros. Trujillo).



Fotografía N° 07 : Producto final de la curtiembre Chimu Murgia Hnos S.A.C.

**Tabla N° 20 : Residuos sólidos del procesamiento de 1 TN de piel vacuno salado en la CURTIEMBRE CHIMU MURGIA HNOS. S.A.C (Peso promedio 36 kg/piel)**

Fuente : CURTIEMBRE CHIMU MURGIA HNOS. S.A.C

RESIDUOS SOLIDOS	Wrs (bruto) (kg)	% de colágeno	Wrs (neto) (kg)
<b>Sólidos no curtidos</b>			
Carnazas (tejido adiposo y restos de carne)	200	8.0	192.00
Recortes de piel depilada	100	4.00	96.00
<b>Sólidos curtidos</b>			
Descarnes curtidos con sales de Cr (III), no utilizables	110	4.4	105.60
Residuo de la operación de rebajado para igualación del espesor del cuero	125	5.0	120.00
Virutas y recortes del cuero curtido con sales de cromo (III)	20	0.80	19.20
Polvo del esmerilado de la superficie del cuero semiterminado	2	0.08	1.92
Recortes del cuero semiterminado	32	1.28	30.72
Cuero plena flor	190	7.6	182.40
Cuero descarne	221	8.84	212.16

Wrs = Peso de residuo sólido

**Tabla N° 22 : Residuos sólidos del procesamiento de una tonelada de piel vacuno salado en la CURTIEMBRE TALABARTERIA SANEZI SRL (Avda. América Norte 1135. Urb.Los Jardines (Peso promedio 36 kg/piel)**

RESIDUOS SOLIDOS	Wrs (bruto) (kg)	% colágeno	Wrs (neto) (kg)
<b>Sólidos no curtidos</b>			
Carnazas(tejido adiposo y restos de carne)	180	6.96	172.80
Recortes de piel depilada	120	4.76	115.20
<b>Sólidos curtidos</b>			
Descarnes curtidos con sales de cromo (III), no utilizables	125	4.96	120.00
Residuo de la operación de rebajado del espesor del cuero	110	4.4	105.60
Virutas y recortes del cuero curtido con sales de cromo (III)	27	1.12	26.71
Polvo del esmerilado del cuero semiterminado	5	0.2	4.99
Recortes del cuero semiterminado	23	0.91	21.81
Cuero plena flor	209	8.36	200.64
Cuero descarne	201	8.04	192.96

**Tabla N° 23 : Residuos sólidos del procesamiento de una tonelada de piel vacuno salado en la CURTIEMBRE JB S.A.C. ( Garcilazo de la vega 118.Urb.El Sol .Trujillo) (Peso promedio 36 kg/piel)**

RESIDUOS SOLIDOS	Wrs (bruto) (kg)	% colágeno	Wrs (neto) (kg)
<b>Sólidos no curtidos</b>			
Carnazas(tejido adiposo y restos de carne)	170	6.8	163.20
Recortes de piel depilada	142	5.68	136.32
<b>Sólidos curtidos</b>			
Descarnes curtidos con sales de cromo (III), no utilizables	145	5.8	139.20
Residuo de rebajado del espesor del cuero	120	4.8	115.20
Virutas y recortes del cuero curtido con sales de cromo (III)	23	0.92	22.79
Polvo del esmerilado de la superficie del cuero semiterminado	4.5	0.18	4.49
Recortes del cuero semiterminado	23.5	0.94	22.56
Cuero plena flor	196	7.84	180.63
Cuero descarne	176	7.04	168.96

**Tabla N° 24 : Residuos sólidos promedio neto del procesamiento de una tonelada de piel vacuno salado (Peso promedio 36 kg/piel)**

Fuente : CURTIEMBRE JB S.A.C.

RESIDUOS SOLIDOS	Promedio Wrs (neto) (kg/TN)
<b>Sólidos no curtidos</b>	
Carnazas(tejido adiposo y restos de carne)	176.00
Recortes de piel depilada	115.84
<b>Sólidos curtidos</b>	
Descarnes curtidos con sales de cromo (III), no utilizables	121.60
Residuo de rebajado para igualación del espesor del cuero	113.60
Virutas y recortes del cuero curtido con sales de cromo (III)	22.98
Polvo del esmerilado del cuero semiterminado	3.82
Recortes del cuero semiterminado	25.03
Cuero plena flor	187.89
Cuero descarne	191.36

**Tabla N° 25 : Resumen de los ensayos estandarizados para aguas residuales**

Fuente : CEPIS. 2016.

Ensayo	Método
Sólidos	Gravimétrico
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Oxidación con Dicromato de potasio ( $K_2Cr_2O_7(aq)$ ) en medio ácido y valoración en retroceso con sal de Mohr
Nitrógeno total (N <sub>T</sub> )	Volumétrico
Fósforo total (P <sub>T</sub> )	Cloruro de Estaño (II)
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	Gravimétrico con Cloruro de Bario
pH	Potenciométrico
Conductividad	Potenciométrico
Sulfuros	Volumétrico (Yodométrico)
Demandra Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	Volumétrico

**Tabla N° 26 : Características del efluente de la etapa de pelambre en las curtiembres de la Ciudad de Trujillo.**

**Fuente : Curtiembre Ternería y servicios del Norte SAC.**

Parámetro	Valor medio	Coeficiente de variación (CV) (%)	Desviación estándar (DST)
pH	12	0,82	0,098
DQO (mg/L)	11 400	0,56	63,840
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	2 873	2,56	73,540
Sulfuros (mg/L)	375	4,96	18,600
Nitrógeno total (mg/L)	1 026	3,68	37,760
Nitrógeno amoniacal (mg/L)	73	3,68	2,690
Sólidos disueltos totales (mg/L)	25 860	4,89	1264,550
Cloruros (mg/L)	7 142	3,65	260,680

### **Electroquímica y reacciones**

La electroquímica es la rama de la química dedicada al estudio de la interacción y correlación de los procesos químicos y eléctricos mediante las reacciones de oxido-reducción. Algunas de las principales técnicas electroquímicas son: electrocoagulación, oxidación electroquímica y procesos de electro-Fenton.

En este tipo de reacciones se produce básicamente, un intercambio entre los electrones de los electrodos y los iones o moléculas de la solución, mediante la aplicación de una diferencia de potencial, que genera una corriente donde los electrones fluyen desde el punto más negativo hasta el más positivo.

Para que estas reacciones se lleven a cabo, inevitablemente ocurrirá la polarización de los electrodos, la cual es definida como la desviación del potencial aplicado respecto al potencial de equilibrio por el paso de corriente. Este cambio de potencial es conocido como sobre potencial, el cual puede ser controlado aumentando la conductividad de la solución, el área efectiva de los electrodos o la distancia entre ellos.

## **MEDIDA DE CROMO EN EL AGUA RESIDUAL DE LAS CURTIEMBRES**

Para la determinación del cromo en el agua residual de las curtiembres se ha utilizado el método en función de la concentración esperada.

### **MÉTODO DE DETERMINACIÓN DEL ÓXIDO DE CROMO CR<sub>2</sub>O<sub>3</sub> EN CONCENTRACIONES MAYORES A 1G/L**

#### **Principio operatorio**

Se oxida en medio ácido todo el cromo III a cromo VI, mediante la adición de ácido perclórico. Posteriormente se adiciona yoduro potásico en exceso. A continuación, se valora el exceso de yodo con tiosulfatos sódico en presencia de un indicador de almidón (cambio de color de pardo a azul).

#### **Material**

- Erlenmeyer.
- Bureta.
- Agitador magnético.

#### **Reactivos**

- HNO<sub>3</sub> 60%
- HClO<sub>4</sub> 60%
- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 96%
- Disolución de KI al 15% (15g KI en 100 ml de agua destilada),
- Disolución titulante de Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 0.1N,
- Disolución de almidón al 1% (1g/100 ml),

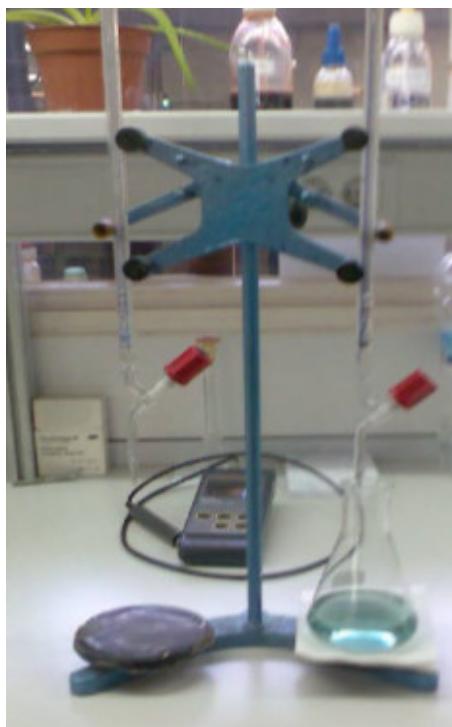
#### **Procedimiento**

El procedimiento se realiza por duplicado a las muestras.

1. Se filtra la muestra.
2. Se toma una muestra de 5 ml y se introduce en un matraz de 250 ml. Se añade en su interior, un plato poroso, 5 ml de HNO<sub>3</sub>, 11 ml HClO<sub>4</sub>, 4 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (la mezcla sulfúrico-perclórica puede ya estar preparada). Se coloca un embudo en la boca del matraz.

3. Se calienta hasta que la materia orgánica se descompone (Verde □ Anaranjado), para posteriormente dejar enfriar.
4. Se diluye con 100 ml de agua destilada. Se deja hervir de 7 a 10 min. y posteriormente se deja enfriar.
5. Se añaden 10 ml de KI al 15% y se dejar reposar 10 min. en la oscuridad.
6. Se valora con Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ; 0.1N utilizando almidón como indicador, el cual se añade hacia el punto final de la valoración, cuando la disolución se vuelve de color amarillento.

El punto final se alcanza cuando la disolución se colora a azul blanquecino, tal y como se observa en la fotografía siguiente:



Fotografía N° 08 : Punto final de la determinación del óxido de cromo III

Fuente : Esparza, M. y Suarez, D.

## **Descripción de los métodos electroquímicos**

### **Electrocoagulación**

Esta técnica tiene un gran potencial para eliminar las desventajas de los tratamientos clásicos para aguas residuales e implica la generación de fenómenos químicos y físicos; usa electrodos para proveer iones al agua residual que se desea tratar. El objetivo general es disminuir las concentraciones de cromo ( $\text{Cr}^{+3}$  y  $\text{Cr}^{+6}$ ), DQO, DBO<sub>5</sub> y COT y sólidos suspendidos en el efluente mediante un coagulante generado 'in situ'. Este se forma por una reacción de oxidación del ánodo y las especies cargadas o metales pesados. La electrocoagulación implica varias etapas: formación de coágulos; desestabilización del contaminante, partículas en suspensión y ruptura de emulsiones; remoción del material contaminante por flotación, sedimentación y filtración.

Cuando un potencial es aplicado a los electrodos, elaborados de diferentes metales, especialmente hierro y aluminio, ocurre el siguiente proceso: el hierro o aluminio del ánodo se disuelven dando origen a iones metálicos, los cuales son hidrolizados inmediatamente para formar hidróxidos y polihidróxidos, estas sustancias son excelentes agentes coagulantes.

La coagulación se logra cuando estos cationes 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, para después ser removidos por sedimentación y flotación.

**Tabla N° 27 : Composición general de aguas residuales**

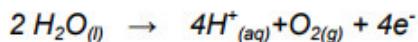
Fuente : Ecosystem.2010.

CARACTERÍSTICAS	EVALUADO (mg/L)
BOD <sub>5</sub>	1720
COT	8540
Total de sólidos suspendidos	6200
Cromo total	67
Sulfuros	385
Cloros	18500
Componentes fenólicos	91
Nitrógeno de amonio	288
pH	4-7

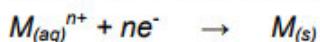
En principio, es necesario definir las variables de operación mediante ensayos previos en laboratorios, por lo general se consideran: temperatura; material, tipo de conexión, operación y geometría de los electrodos; conductividad y concentración de la muestra; pH; densidad de corriente; voltaje y distancia entre los electrodos y agitación.

En una celda simple de electrocoagulación, donde solo hay un ánodo y un cátodo, de material M, se presentan en general las siguientes reacciones electroquímicas.

Reacciones de oxidación en el ánodo:



Reacciones de reducción en el cátodo:

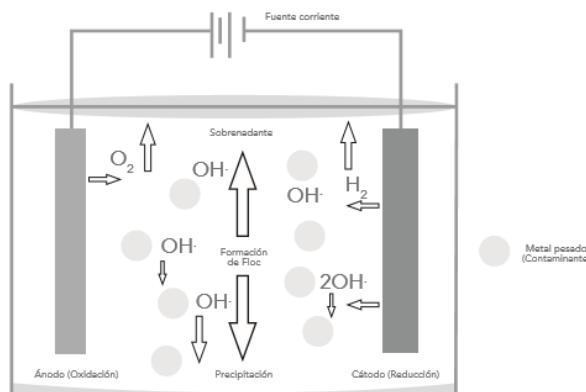


Como ventajas sobre los tratamientos convencionales, biológicos y físico químicos, se puede señalar que la electrocoagulación en aguas

residuales requiere de menor tiempo de residencia para que se produzca; cuenta con unidades compactas, fáciles de operar, con una producción de lodo y consumo energético menor; no requiere de obras civiles importantes para su instalación; no se utilizan productos químicos, por lo tanto no se presenta una contaminación secundaria; y por todo lo anterior esta técnica tiene costos de operación bajos. Por otra parte, como desventajas, los electrodos necesitan ser reemplazados con regularidad debido a su oxidación; la formación de una placa de oxido en el cátodo puede disminuir la eficiencia de la electrocoagulación y se requiere una conductividad alta.

Para que el reactor funcione, se requiere de una fuente externa de energía eléctrica, que origina las reacciones electroquímicas como consecuencia del flujo de electrones entre los electrodos metálicos y los compuestos presentes en el efluente, generando procesos de reducción en el cátodo (conversión de los protones del agua en hidrógeno), y los de oxidación en el ánodo, que produce iones metálicos y oxígeno, este último proveniente de la hidrólisis del agua (Koboya et al., 2003) (figura N° 2).

Cuando esto ocurre los contaminantes forman componentes hidrofóbicos que se precipitan o flotan, esto facilitando su remoción por algún método de separación secundario (Ping, 2005; Chavez et al., 2005; Gomes et al., 2007).



**Figura N° 23 : Mecanismo de electrocoagulación en agua contaminada con un metal pesado.**  
Fuente : Ecosystem.2010.

Una amplia gama de especies coaguladas e hidróxidos metálicos pueden ser formados a partir de los iones metálicos a un pH apropiado, que conduce a la desestabilización, precipitación y eliminación de contaminantes disueltos tales como metales pesados (Elham et al, 2011).

Dentro de los contaminantes más estudiados se encuentran: arsénico, hierro, níquel, cobre, zinc, plomo, cadmio, mercurio y cromo hexavalente, siendo los electrodos más utilizados en los procesos de electrocoagulación aluminio ( $Al^{3+}$ ) y hierro ( $Fe^{2+}$ ) (Berenguer, 2009; Jing-wei, et al., 2007; Babu et al., 2007; Aristizábal y Bermúdez, 2007), donde se han reportado altos porcentajes de remoción (Aber et al, 2009; Ölmez, 2009).

**Tabla N° 28 : Condiciones óptimas para remoción de contaminantes por electrocoagulación**  
**Fuente : EDISON GILPAVAS. 2008**

Variedad	Parámetros				Valores de remoción	Ref.	
	Densidad corriente	Potencial eléctrico	Tiempo	pH			
Aguas residuales que contienen $Cu^{2+}$ , $Zn^{2+}$ y $Cr^{2+}$	0,8 - 4,8 A/dm <sup>2</sup>	N.R	20 min Zn y Cu 60 min Cr (v/v)	4,0 - 8,0	98%	(Aadhoun et al., 2004)	
$Cr^{2+}$ en agua	32,52 mA/cm <sup>2</sup>	N.R	60 min	3,4	98%	(Golder et al., 2004)	
$As^{3+}$ en agua	30 mA/cm <sup>2</sup>	N.R	60 min	2,4	≥ 99,6%	(Gomes et al., 2007)	
$Cr^{2+}$ en agua	Corrientes ≤ 0,1 A	0,9 V	45 min	N.R	Remoción total	(Heidmann y Calman, 2008)	
Aguas residuales que contiene $Ni^{2+}$ , $Cu^{2+}$ , $Zn^{2+}$	0,5 A/dm <sup>2</sup>	N.R	30 min	5,4	≥ 98%	(Mouedchen et al., 2008)	
$Cr^{2+}$ en agua	N.R	12,8 V	24 min	5,0	90,4%	(Bhatti et al., 2009)	
$Cr^{2+}$ en agua	200 A/m <sup>2</sup>	Electrodos de Fe	30 min	9,0	Remoción total	(Zongo et al., 2009)	
Aguas residuales que contienen $Fe^{2+}$ , $Ni^{2+}$ , $Cu^{2+}$ , $Zn^{2+}$ , $Pb^{2+}$ y $Cd^{2+}$	11,55 mA/cm <sup>2</sup>	30 V	15 min	7,6	95%	(Merzouk et al., 2009)	
$Cr^{2+}$ en agua	Presencia de NaCl y $H_2SO_4$	N.R	60 min	6,5	99 %	(Almoya et al., 2009)	
Agua de río contaminada con $Hg^{2+}$	2,5 - 3,125 A/dm <sup>2</sup>	0,3-0,9V	N.R	3,0-7,0	99,9%	(Nansen-Njiki et al., 2009)	
$Cr^{2+}$ en agua proveniente de curtidores	64 mA/cm <sup>2</sup>	EDTA como agente quelante	N.R	24 min	2,4	99 %	(Durante et al., 2011)
$Cr^{2+}$ en agua	0,2 A/m <sup>2</sup>	N.R	N.R	7,0	98,2%	(Vasudevan et al., 2011)	
Aguas residuales que contiene $Ni^{2+}$ , $Cu^{2+}$ , $Cr^{2+}$	10 mA/cm <sup>2</sup>	N.R	20 min	3,0	Remoción total	(Abdal y Camci, 2011)	
Aqua con $Hg^{2+}$	N.R	9 V	50 min	4,5	98,5%	(Chaturvedi, 2013)	

A medida que se realiza el proceso de electrocoagulación se forma una capa de óxido sobre el cátodo, así como el deterioro del ánodo, por la oxidación, lo cual conduce a la perdida de eficiencia de la celda de electrocoagulación. Estas limitaciones se minimizan con la adición de una placa paralela que contiene el electrodo de sacrificio, suministrando una corriente directa. Aunque muchos autores prefieren el uso de la corriente alterna, puesto que se cree que la activación cíclica retarda los mecanismos normales de ataque del electrodo que experimenta el sistema y así se puede asegurar la vida del electrodo de una manera razonable (EDISON GILPAVAS. 2008).

#### **LA ELECTROCOAGULACIÓN, UN TRATAMIENTO ECONÓMICO Y EFICAZ PARA LAS AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES DE CURTIEMBRES.**

La electrocoagulación es un método alternativo para el tratamiento de aguas residuales industriales de curtiembres. Consiste en un proceso de desestabilización de los contaminantes del agua ya estén en suspensión, emulsionados o disueltos, mediante la acción de corriente eléctrica directa de bajo voltaje y por la acción de electrodos metálicos de sacrificio, normalmente aluminio/hierro.

Se trata de un equipo compacto que opera en continuo, mediante un reactor de especial diseño donde se hallan las placas o electrodos metálicos para producir la electrocoagulación. En este proceso se genera una elevada carga de cationes que desestabilizan los contaminantes del agua residual, se forman hidróxidos complejos, estos tienen capacidad de adsorción produciendo agregados (flóculos) con los contaminantes. De otro lado, por la acción del gas formado se genera turbulencia y se empuja hacia la superficie los flóculos producidos.

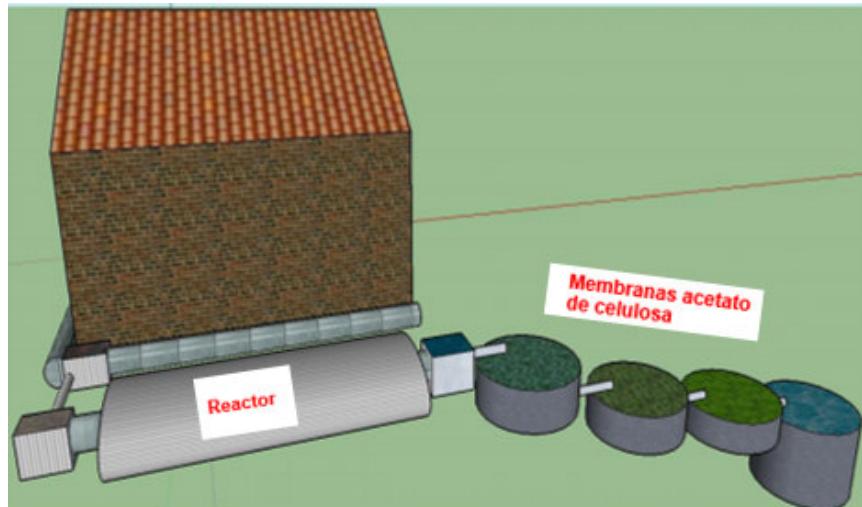
Otro fenómeno beneficioso del proceso de electrocoagulación es la oxidación química que permite oxidar los metales y contaminante a especies no tóxicas y degradar la DQO/DBO de forma sustancial.

La electrocoagulación permite la eliminación de contaminantes (aceites y grasas, metales pesados, coloides, moléculas orgánicas, color, etc.) en suspensión, disueltos o emulsionados de aguas residuales muy diversas, procedentes de las industrias galvanoplástica, alimentaria, del papel, de la piel, siderúrgica, textil, así como también lavanderías y plantas de producción de agua para el consumo humano entre otras.

Tras el proceso de electrocoagulación se obtiene un desecho en forma acuosa compuesto por especies químicas de hierro ligadas a arsénico. Este residuo debe de ser tratado, mediante otras técnicas convencionales, como puede ser mediante membranas para separar la mayor parte de agua posible y obtener un subproducto con el menor volumen posible y fácil de gestionar.

La electrocoagulación es una operación sencilla que requiere de equipos relativamente simples, ya que los flocs formados por electrocoagulación contienen poca agua superficial, son ácido-resistentes y son más estables, por lo que pueden ser separados más fácilmente por filtración. Por otra parte, se trata de una tecnología de bajo coste y que necesita poca inversión en mantenimiento.

Además de ser una técnica para el tratamiento de aguas residuales, la electrocoagulación también resultar ser un proceso muy interesante para ser aplicado previamente a una ósmosis inversa, ya que facilita el proceso de desalinización del agua a tratar.

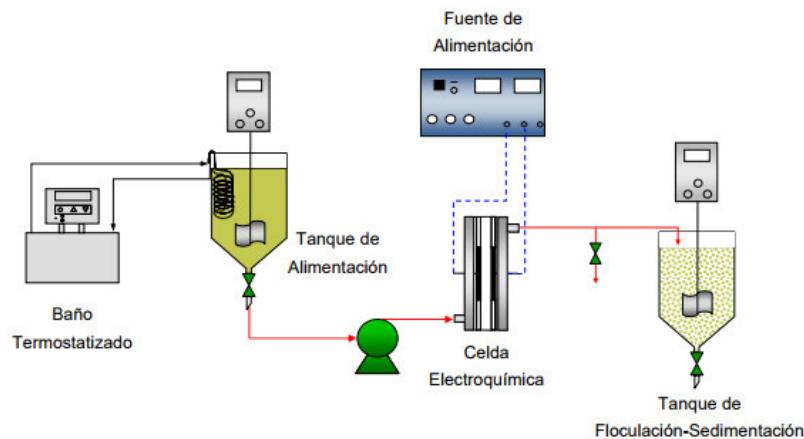


**Figura N° 24 : Esquema de un Reactor para tratamiento de aguas residuales industriales de curtidores mediante el método Electrocoagulacion y con membranas de acetato de celulosa**

## **DISPOSITIVOS EXPERIMENTALES**

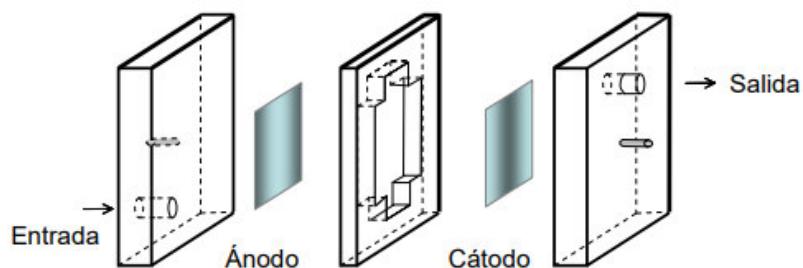
### **1.- Unidad de coagulación asistida electroquímicamente (o electrocoagulación)**

Para realizar estudios sobre la coagulación asistida electroquímicamente de efluentes residuales industriales de curtidores, se ha utilizado una instalación a escala bancada (benchscale), que puede operar en modo de funcionamiento tanto continuo como discontinuo. Un esquema de sus componentes se muestra en las figura siguiente :



**Figura N° 25 : Instalación de electrocoagulación en modo de operación continuo.**  
Fuente : Martínez Navarro Fabiola .2008.

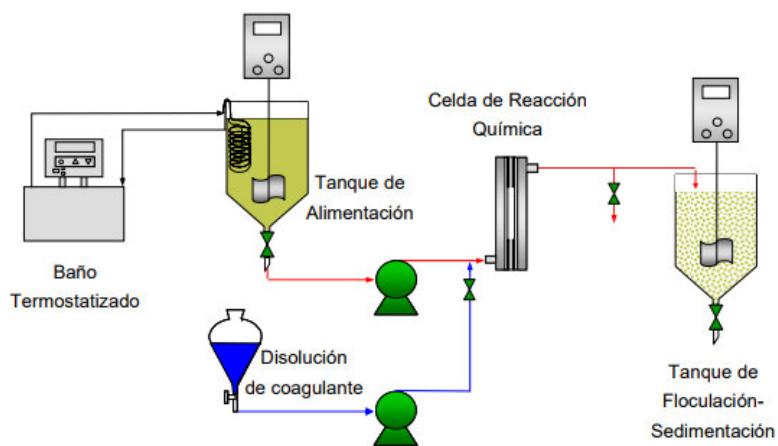
**La celda electroquímica** consta de un solo compartimento, con flujo longitudinal ascendente, como se indica en la figura siguiente. Los electrodos (ánodo y cátodo) consisten en una placa de aluminio HE 18, con un espesor de 0,8 mm, que se encuentran enfrentados en posición paralela. El hecho de que ánodo y cátodo sean del mismo material (aluminio) posibilita la inversión de la polaridad para evitar la pasivación y la deposición de sólidos en su superficie. Ambos electrodos son cuadrados con un área geométrica de 100 cm<sup>2</sup> cada uno, y una distancia interelectródica de 9 mm. La corriente eléctrica se suministra mediante una fuente de alimentación DC Power Supply FA-376 PROMAX (PROMAX ELECTRONICA, S. A. España).



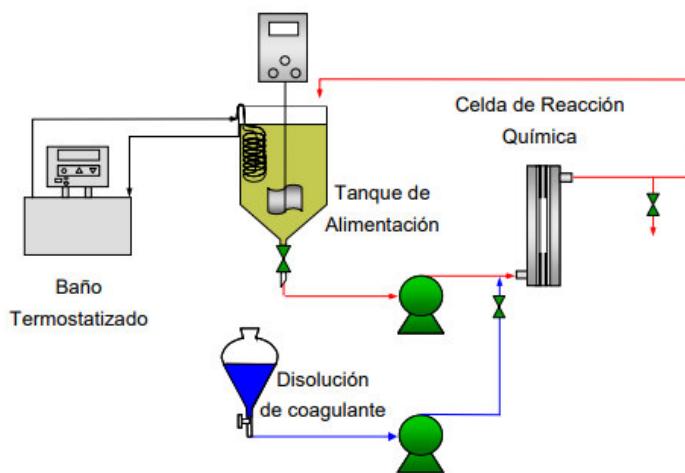
**Figura N° 26 : Sección de la celda electroquímica empleada en el proceso de electrocoagulación.**  
Fuente : Martínez Navarro Fabiola .2008.

## Unidades de coagulación química

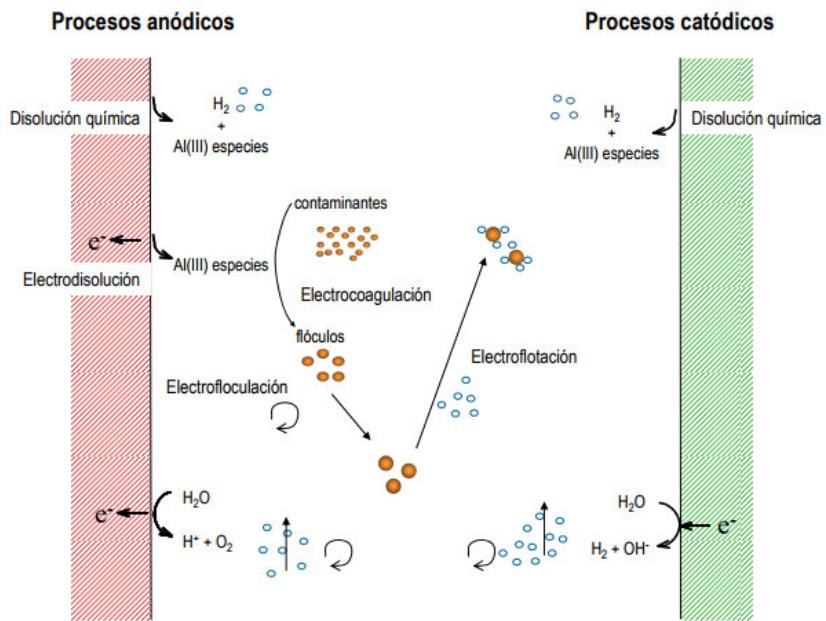
Para la realización de los ensayos químicos de coagulación, se utiliza una instalación a escala bancada, que puede operar en modo de funcionamiento tanto continuo como discontinuo. Un esquema de sus componentes se muestra en las figuras siguientes.



**Figura N° 27 : Instalación de coagulación química para modo de operación continuo**  
Fuente : Martínez Navarro Fabiola .2008.



**Figura N° 28 : Instalación de coagulación química para modo de operación discontinuo.**  
Fuente : Martínez Navarro Fabiola .2008.



**Figura N° 29 : Principales etapas que ocurren en la celda electroquímica en el proceso de coagulación asistida electroquímicamente.**

Fuente : Martínez Navarro Fabiola .2008.

#### COSTOS PARA EL TRATAMIENTO MEDIANTE LA ELECTROCOAGULACION

Un agua Residual de curtiembres con Cromo, partiendo de una concentración inicial de 100 ppm, el usar coagulación química y posterior microfiltración mediante membranas de acetato de celulosa, se calcula un valor de USD\$ 0.36 y al tratar la misma solución por medio de electrocoagulación y posterior microfiltración arroja un valor de USD\$ 0.106 (CALDERON MOLGORA, C. 2013).

## CAPITULO V DISCUSION

Las curtiembres en Trujillo y en los distritos de El Porvenir, Florencia de Mora y La Esperanza el distrito de Trujillo, representan parte importante de un sector industrial y clave en el desarrollo regional, sin embargo, estas industrias son altamente contaminantes por la descarga al ambiente de altos contenidos de materia orgánica y efluentes con sulfuro, cloruro y cromo trivalente en concentraciones que alcanzan niveles tóxicos, por lo que se requiere de urgente atención para minimizar su generación e impacto.

En esta investigación para la determinación del nivel de cromo total y cromo hexavalente (mg/l) durante el monitoreo realizado desde Julio a Octubre del 2017, se ejecutó con criterio y análisis en base a lo establecidos por el Ministerio de Vivienda y Construcción (D.S. 021-2009-VIVIENDA); el Ministerio de la Producción ( D.S. 003-2002-PRODUCE ) y la Organización Mundial de la Salud (OMS): Las que establece que los Límites Máximos Permisibles para cromo total y cromo hexavalente en las aguas residuales de curtiembres son :

DESCRIPCION	MINISTERIO DE VIVIENDA ( D.S. 021-2009-VIVIENDA)	MINISTERIO DE LA PRODUCCION (D.S. 003-2002-PRODUCE)	ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SLUD ( OMS)
Cromo Total (mg/l)	10	2	0.5
Cromo hexavalente ( mg/l)	0.5	0.4	0.05

Cabe indicar que los valores obtenidos en el laboratorio de dos curtiembres son los siguientes resultados :

CURTIEMBRE	CROMO TOTAL (mg/l)	CROMO HEXAVALENTE (mg/l)
CURTIEMBRE DYELZEN  SAC  (Antes CUFESA)	6.52	0.004
CURTIEMBRE MANSICHE  SAC	1.74	0.41

Haciendo las contrastaciones de los resultados nos damos cuenta que los valores son diferentes y en algunas curtiembres en cuanto a las normas del Perú, pero si tenemos en cuenta los límites máximos permisibles de la OMS, los resultados del contenido de cromo hexavalente (mg/l) superan los límites máximos permisibles recomendado por la Organización mundial de la Salud (OMS).

Así mismo las curtiembres también generan altas concentraciones diarias de residuos sólidos industriales peligrosos en sus residuos de virutas con sales de cromo III.

El tratamiento de aguas residuales industriales que contienen metales pesados como es el agua residual de las curtiembres, por los resultados de varios investigadores coinciden en opinar y se está demostrando que uno de los métodos muy eficientes es el método mediante la Electrocoagulación, por lo que se propone que sea el tratamiento de las aguas residuales de cada curtiembre y que se realice en el interior de cada establecimiento de cada curtiembre de tal manera que dichas aguas residuales tratadas al ser evacuadas a la red del sistema de

alcantarillado domiciliario, las aguas residuales domiciliarias y aguas residuales tratadas de curtiembres lleguen a las lagunas de Covicorti y El Cortijo, las cuales funcionarían correctamente y no sería necesario reemplazarlos.

El uso de esta clase de tecnología implica utilizar un reactor de electrocoagulación, este equipo se puede considerar como una celda electrolítica cuyos elementos conductores de corriente o electrodos (ánodos o electrodos de trabajo y cátodos o electrodos inertes), son sumergidos en el fluido a tratar, que contiene los metales o sustancias que van a ser retirados.

Un agua Residual de curtiembres con Cromo, es un agua residual industrial y que partiendo de una concentración inicial de 100 ppm, el usar coagulación química y posterior microfiltración mediante membranas de acetato de celulosa, se calcula un valor de 1.30 soles y al tratar la misma solución por medio de electrocoagulación y posterior microfiltración se gastaría 0.50 soles, lo cual no es muy elevado el costo. Razón por la cual cada propietario de las curtiembres, es posible que implementen un sistema de tratamiento de aguas residuales mediante el método Electrocoagulacion y membranas, lo que traería como consecuencia que no sería necesario reemplazar las lagunas de Oxidacion de Covicorti y El Cortijo, porque ya no llegaría el cromo con las aguas residuales.

## **CAPITULO VI**

### **CONCLUSIONES**

Realizada la investigación podemos concluir lo siguiente:

**1.-** En la Ciudad de Trujillo, El Porvenir, Florencia de Mora y La Esperanza existen 130 curtiembres, distribuidas de la siguiente manera:

DESCRIPCIÓN	NUMERO DE CURTIEMBRES
Trujillo	48
El Porvenir	30
Florencia de Mora	09
La Esperanza	48
TOTAL	130

**2.-** Las aguas residuales industriales de las curtiembres de la Ciudad de Trujillo y distritos de El Porvenir, Florencia de Mora y La Esperanza ; para los procesos , utilizan sustancias con contenidos de Cromo, y el cromo es considerado como metal pesado y es cancerígeno.

**3.-**En la implementación del Programa de manejo ambiental para disminuir el impacto ambiental en las curtiembres de Trujillo y Distritos Se logró capacitar al 90 % a los operarios de la curtiembre Piel de Oro E.I.R.L mediante charlas sobre el cuidado y la importancia del agua residual entre otros. Así como concientizarlos, y al gerente, sobre los problemas ambientales que se estaban produciendo en dicha curtiembre.

**4.-**Para la disminución de los residuos sólidos en las canaletas, de la curtiembre Piel de Oro EIRL, se logró convencer al gerente para que pueda invertir en un sistema de rejillas, logrando un notable aporte para la empresa y sus alrededores. Se logró persuadir a los habitantes ubicados a los alrededores de la empresa sobre la gestión que se estaba

realizando para que se sientan más tranquilos y vivan más cómodos sin preocupación por los daños al ecosistema

**5.-** Se realizó la caracterización de los efluentes de la curtiembre Mansiche SAC y sobre el contenido del Cromo hexavalente esta en los límites máximos que dispone Ministerio de Vivienda y Construcción del Perú ( D.S. 021-2009-VIVIENDA y el Ministerio de LA Producción del Perú (D.S. 003-2002-PRODUCE).

**6.-** En la Caracterización de los efluentes de la curtiembre CUFESA SAC, actualmente Curtiembre DYELZEN SAC ubicada en el Distrito de El Porvenir, en cuanto al cromo hexavalente, tiene un valor mayor que los valores máximos recomendados por el Ministerio de Vivienda y Construcción del Perú ( D.S. 021-2009-VIVIENDA y el Ministerio de LA Producción del Perú (D.S. 003-2002-PRODUCE).

**7.-** Se propone para el tratamiento de aguas residuales industriales de curtiembres contaminadas con metales pesados (Cr+3 ; Cr+6), mediante la

Electrocoagulación,dado que es un método atractivo, en virtud de los diversos beneficios que incluyen la disminución del impacto ambiental, versatilidad, eficiencia energética y rentabilidad.

**8.-** Cuando se utilicen aguas residuales industriales de curtiembres en la Ciudad de Trujillo, sin tratar para regar cultivos comestibles, deben establecerse barreras (Reactor de Electrocoagulación); en las fuentes de aguas residuales, los mercados y a nivel del consumidor a fin de brindar protección y en distintos puntos de la cadena de producción.

**9.-** La opción más apropiada para la gestión de riesgos de desastres en relación con el uso de aguas residuales industriales de curtiembres en la Ciudad de Trujillo, en un determinado contexto variará en virtud del uso final previsto, la aceptación sociocultural y distintos factores económicos, institucionales, biofísicos y tecnológicos.

**10.-** El vertido de aguas residuales industriales de curtiembres no tratadas en la Ciudad de Trujillo, puede tener efectos sumamente nocivos para la salud humana y el medio ambiente, incluidos brotes de enfermedades transmitidas por vectores, el agua y los alimentos, así como la contaminación y pérdida de la diversidad biológica y servicios de los ecosistemas.

**11.-** La evaluación de Impacto ambiental es negativa dado que las aguas residuales industriales de curtiembres tienen metales pesados como el cromo y que llegan sin ningún tratamiento a las lagunas de oxidación Covicorti y El Cortijo, dichas lagunas de oxidación se construyeron para recibir aguas servidas domiciliarias y no para recibir aguas servidas industriales de curtiembres, por lo que urge la necesidad de tratamiento de las aguas residuales industriales, por parte de cada propietario de curtiembre.

**12.-** Mediante la Electrocoagulación, se propone que sea el tratamiento de las aguas residuales de cada curtiembre y que se realice en cada curtiembre, de tal manera que dichas aguas residuales al ser evacuadas a la red del sistema de alcantarillado domiciliario, ya no transporte el cromo, que es el elemento perjudicial para las lagunas de oxidación de Covicorti y El Cortijo.

**13.-** Los costos para el tratamiento aguas residuales de curtiembres mediante la electrocoagulación, con una concentración de 100 ppm se calcula un costo aproximado de 0.50 soles por metro cubico, en razón que la implementación del equipo no ha sido posible por recursos económicos y consideramos la propuesta de Calderón Molgora, C. 2013.

## **CAPITULO VII**

### **RECOMENDACIONES**

- 1.-Se recomienda realizar un control más riguroso de las autoridades encargadas y hacer cumplir las normas que no pasen de valores máximos permisibles de metales pesados que contiene las aguas residuales de curtiembres.**
- 2.- Publicar las normas de seguridad y salud ocupacional; como también sanciones ambientales por incumplimiento.**
- 3.- Exigir con obligatoriedad que cada empresa de curtiembre tenga su planta de tratamiento de aguas residuales industriales.**
- 4.- Los trabajadores de las curtiembres deberán usar adecuadamente los equipos de protección personal y sancionar a los que hagan caso omiso.**
- 5.- Se recomienda plantear objetivos y metas para el cumplimiento de las normas ambientales en todas las etapas del proceso de curtiembre.**
- 6.- Además, se recomienda que es necesario realizar más estudios, recabar datos de forma innovadora y compartir herramientas para poder hacer frente a la enorme carencia de información en materia de aguas residuales.**

## **CAPITULO VIII**

### **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- ACGIH. (2008). "Threshold limit values for chemical substances and physical agents & biological exposure indices".
- ALONSO J. (2008). Los metales pesados en las aguas residuales. Edit. Colombia.
- Álvarez, S.G., Maldonado, M., Gerth, A. et al. (2014). "Caracterización del agua residual de curtiduría y estudio del lirio acuático en la recuperación de cromo".
- ALGUACIL F.J. ET AL.,(2006). "Recuperación de Cr (VI) mediante extracción con membranas líquidas soportadas" presentado en Iberomet IX. Congreso Iberoamericano de Metalurgia y Materiales, La Habana.
- ALZATE TEJADA A. M. ( 2008) "Proyecto Gestión Ambiental en la industria de Curtiembre en Colombia. Diagnóstico y estrategias" .
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (Apha) (1995); American Water Works Association (Awwa); Water Polution Control Federation (WPCF). Standard methods for th examination of water and wastw water. 19 ed. American Health Association . Washington D.C.
- AMILS R. ET AL.(2004)."Aplicaciones biotecnológicas para la recuperación de Cr (III) a partir de efluentes de curtición", presentado en XVI Congreso Latinoamericano de Químicos y técnicos de la Industria del Cuero, Buenos Aires, 2004.
- ASANO, T. Y LEVINE, A. D. 1998. Wastewater Reclamation, Recycling, and Reuse: An Introduction. T. Asano (ed.), Wastewater Reclamation and Reuse. CRC Press.
- ASANO, T.; MAEDA, M. Y TAKAKI, M. (1996). Wastewater reclamation and reuse in Japan: Overview and implementation examples. Water Science and Technology, Vol. 34, Nº 11, pp. 219-226.
- BENEJAM, M.F.Y PUJOL,R.O.(2000). "Reducción de la contaminación en la curtición al Cromo", Revista Ingeniería Química no. 365, pp. 172-181.

- BOCANEGRA GARCÍA CARLOS ALFREDO.(2012).Impactos e Indicadores Ambientales en la Ciudad de Trujillo. Edit. Nuevo Norte S.A. Trujillo. 118p.
- CALDERON MOLGORA, CESAR ( 2013). Remocion de cromo y arsenico mediante procesos de membrana.Mexico.
- CEPIS. (1993)."Guía para la Minimización de Residuos en Curtiembres". Organización Panamericana de salud y Ambiente. Perú.
- CHEN S, YUE Q, GAO B, LI Q, XU X. (2011). Removal of Cr (VI) from aqueous solution using modified corn stalks: Characteristic, equilibrium, kinetic and thermodynamic study. Chemical Engineering Journal 168. pp. 909–917.
- DAPHIA. (2002). Mejora medioambiental del proceso de galvanización. Puesta en marca del protocolo Kioto, 27, 12-15.
- DE LOS SANTOS, V. M. (2010). Fortalecimiento de los Sistemas de Reducción de Riesgos de Contaminación en la producción primaria de alimentos de origen Agrícola. Detenciones de productos mexicanos 2008-2009. SAGARPA, México.
- DOMINGO, J. (2008). Evaluación de los potenciales riesgos para la salud en el entorno de plantas cementarias: metales pesados, dioxinas y furanos. Jornadas sobre desarrollo sostenible, Barcelona, España.
- DRECHSEL, P.; MAHJOUB, O. Y KERAITA, B. (2015). Social and cultural dimensions in wastewater use. P. Dreschel, M. Qadir y D. Wichelns (eds.), Wastewater - Economic Asset in an Urbanizing World. Springer Netherlands.
- ECOSYSTEM. (2010). "Tratamiento de aguas residuales mediante electrocoagulación".
- EDISON GILPAVAS (2008): Aplicación de la electroquímica en el tratamiento de aguas residuales. Esc. de Ing. Universidad EAFIT ISSN 1692-0694. Medellín. Documento 65 – 072008.
- ESPARZA, E. Y N. GAMBOA,(2001). "Contaminación debida a la industria curtiembre", Revista de Química, vol. 15, no. 1, pp. 41-63.

- ESPARZA, M Y SUAREZ, D. (1991). "Desarrollo para Medir Cromo y Sulfuro en la Industria de Curtiembres". CEPIS, Lima.
- GONZÁLEZ FERNÁNDEZ E.,(1991). "Toxicocinética y evaluación de riesgos para la salud producidos por la exposición a los compuestos de cromo", Medicina y seguridad en el trabajo, vol. 38, pp. 3-27.
- GRATACÓS E. ET AL. (1962).Tecnología química del cuero, Barcelona: Emporium.
- GWP.(Asociación Mundial del Agua). (2014). Impacts of Climate on Wastewater Management. Discussion Brief Nº 5. Asociación Mundial del Agua. Estocolmo, GWP.
- HANJRA, M. A.; BLACKWELL, J.; CARR, G.; ZHANG, F. Y JACKSON, T. M. (2012). Wastewater irrigation and environmental health: Implications for water governance and public policy. International Journal of Hygiene and Environmental Health, Vol. 215, No.3, pp. 255-269.
- KITCHEN FABRE,M.C. (2005). "Evaluación técnica preliminar de la reducción de cromo hexavalente por medio de un proceso electrolítico", Tesis de Maestría, Facultad de Ingeniería, Universidad de Los Andes, Bogotá.
- LAUWERYS R. ET AL. (1997).Toxicologie Industrielle et intoxications professionnelles, 5a ed., Paris: Elsevier Masson SAS, 1997
- LENNTech.(2008). "Efectos ambientales del cromo".España.
- LEOPOL Det. (1971). :[http://www.oas.org/dsd/publications/Unit/o\\_ea69s/ch012.htm#TopOf Page](http://www.oas.org/dsd/publications/Unit/o_ea69s/ch012.htm#TopOf Page)
- MANZOOR ET AL.; MOHAN Y PITTMAN; SIAL ET AL.; CAVACO ET AL., (2006). Metales pesados presentes en efluentes industriales.USA.
- MARAÑÓN, E. (2000).Residuos industriales y suelos contaminados Guijón: Universidad de Oviedo.

- MARA, D. Y CARINCROSS, S. (1989). Guidelines for the Safe Use of Wastewater and Excreta in Agriculture and Aquaculture: Measures for Public Health Protection. Ginebra, Suiza, Organización Mundial de la Salud (OMS).
- MARTINEZ NAVARRO, FABIOLA (2008). Tratamiento de aguas residuales industriales mediante electrocoagulación y coagulación convencional. Cuenca. Ecuador.
- MERA RIVERA, (2010). Gestión Ambiental para minimizar la contaminación generada por la industria de curtiembre en el distrito de El Porvenir. Tesis, Universidad Nacional de Trujillo, Fac. Ingeniería Agroindustrial. 120 p.
- MORIARTY, P.; BUTTERWORTH, J. A. Y VAN KOPPEN, B.; 2004. Beyond Domestic: Case Studies on Poverty and Productive Uses of Water at the Household Level. Documento Técnico, Serie Nº 41. Delft, Países Bajos, IRC Centro Internacional de Agua y Saneamiento.
- MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO E INTEGRACIÓN.(2001). Propuesta de LMP (Límites Máximos Permitidos). Dirección de Asuntos Ambientales, Subsector Curtiembres.
- MWI (Ministerio de Recursos Hídricos y Riego del Reino Hachemita de Jordania). 2016a. Water Substitution and Reuse Policy. Amán, MWI. Documents%20of%20%20The%20Water%20Sector/Water%20Substitution%20and%20 Reuse%20Policy%2025.2.2016
- OMS (Organización Mundial de la Salud).(2006). Guías sobre el uso seguro de aguas residuales, excretas y aguas grises - Vol. 2: El uso de aguas residuales en la agricultura. Ginebra, Suiza, OMS.
- ONU-Agua. (2015). Wastewater Management: A UN-Water Analytical Brief. ONU-Agua. [www.unwater.org/ fi/leadmin/user\\_upload/unwater\\_new/docs/UN-Water\\_Analytical\\_Brief\\_Wastewater\\_Management](http://www.unwater.org/ fi/leadmin/user_upload/unwater_new/docs/UN-Water_Analytical_Brief_Wastewater_Management).
- OTINIANO M, TUESTA L, ROBLES H, LUJÁN M. CHÁVEZ M. (2007). Biorremediación de cromo VI de aguas residuales de curtiembres por Pseudomonas sp y su efecto sobre el ciclo celular de Allium cepa. UNT.
- PINEDO OCHOA, ROSY, S. ( 2012). Informe de Practicas Pre Profesionales : Impactos ambientales generados por la curtiembre D-LEYSE en el Distrito

El Porvenir. Provincia de Trujillo. Región La Libertad. Universidad Nacional Agraria de la selva.

- QUIMIPIEL, (2000) Manual técnico para la ingeniería del cuero, Bogotá: Editorial Igratal Ltda.
- RAJESH, N. Y K. YOGESH, K. (2001), "Surfactant enhanced chromium removal using a silica gel column" Universitas Scientarum, [Artículo electrónico], vol. 6, (no. 1),
- RANA P. ET AL.,(2004). "Electrochemical removal of chromium from wastewater by using carbon aerogel electrodes", Water research, vol. 38, pp. 2811-2820.
- RAIGOSO R.,(2003). "Los curtiembres se sintonizan con el medio ambiente", Diario La República.
- RINEHART, W.E. y GAD,S.C.( 1986). "Current Concepts in Occupational Health: Metals - Chromium", American Industrial Hygiene Association Journal,vol. 47, no. 11, pp. 696-699.
- RODRIGUEZ F.A. et al (2016). Tratamientos avanzados de agua Residual Industriales. Madrid. España.
- SALGOT, M.; HUERTAS, E.; WEBER, S.; DOTT, W. Y HOLLENDER, J. (2006). Wastewater reuse and risk: Definition of key objectives. Desalination, Vol. 187, Nº 1-3, pp. 29-40.
- SÁNCHEZ,J. y LUJANO,E. (2000). "Desarrollo de un Proceso para la Remoción y Recuperación de Iones Cr (III) en Efluentes de Tenerías", presentado en XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Porto Alegre.
- SANTOS MJ y DE OLIVEIRA E. (2003). "Heavy metals removal in industrial effluents by sequential adsorbent treatment". Advances in Environmental Research 7: pp. 263-272. Citado por: Agouborde, L. (2008). Remoción de metales pesados por medio de adsorbentes no convencionales.

-SOTO, E., LOZANO, T., BARBARIN, J., & ALCALA, M. (2004). Remoción de metales pesados en aguas residuales mediante agentes químicos. Ingenierías, VII (23), 46-51

--SUNAT. TRUJILLO. (2017). Relacion de Curtiembres.Industrias de curtido en el Departamento La Libertad. 2017.Relacion de contribuyentes.

-TAPIAET J. AL., (2002), “Estudio de reducción fotocatalizada de cromo hexavalente”,Boletín de la Sociedad Chilena de Química [Artículo electrónico], vol. 47.

-UNESCO.Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2017). AGUAS RESIDUALES EL RECURSO DESAPROVECHADO. Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos.

-

# **ANEXOS**

**RELACION  
CURTIEMBRES  
DISTRITO      EL  
PORVENIR**

RUC	RAZON SOCIAL	DOMICILIO
10180775817	RODRIGUEZ ARTEAGA DOMINGO GLICERIO	CAL. ASTOPILCO NRO. 894 URB. RIO SECO LA LIBERTAD - TRUJILLO - EL PORVENIR
10084428162	RAVELLO QUEZADA FERNANDO	CAL. FRANCISCO ZELA NRO. 1127 P.J. EL PORVENIR (IGLESIA BUEN PASTOR A UNA CDRA) - EL
17229483269	CASTILLO NIEVES JUAN FRANCISCO	CAL. HIPOLITO UNANUE NRO. 453 P.J. EL PORVENIR LA LIBERTAD - TRUJILLO - EL PORVENIR
10179309276	ACEVEDO ALTAMIRANO WILSON	CAL. INCA ROCA NRO. 1008 SEC. RIO SECO BARRIO3 LA LIBERTAD - TRUJILLO - EL PORVENIR
10179438211	SAAVEDRA CAMPOS CHARITO ELSA	CAL. LEONIDAS YEROVI NRO. 299 INT. B RIO SECO (A 2 CUADRADAS DEL CAMAL) - EL PORVENIR
10179450866	FLORES AGUIRRE AGAPITO	CAL. CAPAC YUPANQUI NRO. 727 A.H. LA MERCED - EL PORVENIR
10181842542	SOSA COTRINA ABRAHAM	CAL. LEONIDAS YEROVI NRO. 399 INT. B P.J. - EL PORVENIR
20355605133	CURTIEMBRE LATINA E.I.R.L.	CAL. ASTOPILCO NRO. 1019 SEC. RIO SECO BARRIO 4 - EL PORVENIR

10097449037	GAMBOA ARTEAGA LILI YOVANI	CAL. ATAHUALPA NRO. 631 RIO SECO BARrio 4 LA LIBERTAD - TRUJILLO - EL PORVENIR
10181640915	MORENO VILLALOBOS FRAN GONZALO	CAL. HIPOLITO UNANUE NRO. 582 P.J. EL PORVENIR (A 2 CDRAS DEL CAMAL EL PORVENIR).
20398045573	NOR PIEL S.R.L.	JR. MANCO CAPAC NRO. 1132 INT. 1134 RIO SECO (A DOS CDRAS DEL CAMAL)- EL PORVENIR
10178298416	VARELA CHAVEZ JULIO CESAR	JR. CAPAC YUPANQUI NRO. 655 RIO SECO - EL PORVENIR
10178050376	VALVERDE VASQUEZ PEDRO GLICERIO	CAL. CHINCHAYSUYO NRO. 960 RIO SECO - EL PORVENIR
10181709796	VACILIO CRUZ MONICA JANNETH	CAL. JOSE OLAYA NRO. 1338 P.J. EL PORVENIR LA LIBERTAD - TRUJILLO - EL PORVENIR
10180798442	SILVESTRE AGUILAR WILSON HERMAN	CAL. CONDORCANQUI NRO. 450 RIO SECO LA LIBERTAD - TRUJILLO - EL PORVENIR
10422458692	DURAN SOSA NIEL JHOAN	CAL. BERNARDO PUMALLI NRO. 531 P.J. EL PORVENIR (A UNA CDRA ANTES DEL CAMAL)- EL P
20481046492	D'YELZEN SAC	CAL. LEONIDAS YEROVI NRO. 399 INT. B P.J. EL PORVENIR (A 1/2 CDRA CURTIEMBRE IDENORA)
20481087172	TENERIA Y SERVICIOS BLAZER EIRL	CAL. JOSE DE LA RIVA AGUERO NRO. 422 (SECTOR LA UNION) - EL PORVENIR
20481345210	COMERCIAL C&C S.A.C.	CAL. FRANCISCO DE PAULA NRO. 175 A.H. LA MERCED - EL PORVENIR

10179544607	DURAN TIBURCIO ADRIEL E	CAL. INDEPENDENCIA NRO. 1809 A.H. MIGUEL GRAU - EL PORVENIR
10416065271	UBILLUS OJEDA JORGE ARMANDO	MZA. L LOTE 10 CPM.ALTO TRUJILLO BARR.3 (AL FRENTE DE POSTA MEDICA) - EL PORVENIR
10460536966	RODRIGUEZ VARGAS CARLOS EDUARDO	AV. SANCHEZ CARRION NRO. 1011 - EL PORVENIR
10463975588	BACA VILCHEZ ANDERSON ALONSO	CAL. JOSE DE LA RIVA AGUERO NRO. 430 (ESPALDAS DE IGLESIA LA CARIDAD) - EL PORVENIR
20482382976	INDUSTRIAL ARPIEL S.A.C.	CAL. MANCO CAPAC NRO. 1136 URB. RIO SECO - EL PORVENIR
10274211933	VALVERDE JIMENEZ GAVIEL	CAL. LOS HEROES NRO. 583 P.J. - EL PORVENIR
10455893645	ACEVEDO CALDERON GARY JOAN	CAL. TUPAC AMARU NRO. 561 P.J. - EL PORVENIR
10402843131	AGUILAR ESPINOLA JELEN ROSMERY	AV. SANCHEZ CARRION NRO. 1354 P.J. EL PORVENIR (1 CUADRA DE LA COMISARIA)-EL PORVENIR
10405544879	VERGARA TRUJILLO RICARDO MARTIN	CAL. BARCELONA NRO. 1524 P.J. - EL PORVENIR
20539733533	CURTIEMBRE PIEL DE ORO E.I.R.L.	CAL. HUASCAR NRO. 632 P.J. EL PORVENIR (POR MERCADO 7 DE JUNIO - RIO SECO) - EL PORVENIR
20480943920	PIEL TRUJILLO S.A.C.	CAL. LEONIDAS YEROVI NRO. 350 RIO SECO (POR EL POLICLINICO) - EL PORVENIR

## **RELACION DE CURTIEMBRES EN EL DISTRITO DE FLORENCIA DE MORA**

<b>RUC</b>	<b>RAZON SOCIAL</b>	<b>DOMICILIO</b>
	RABANAL VELA CARLOS	
17315501814	WILFREDO BARRETO SANCHEZ JUDITH	CAL. 18 DE MAYO NRO. 1662 - FLORENCIA DE MORA
10434230531	MARGARITA INDUSTRIAS HERPAMI	PJ. 20 DE SETIEMBRE MZA. 01 LOTE 10 BARR. MUNICIPAL - FLORENCIA DE MORA
20482054880	E.I.R.L. VELASQUEZ POLO REGULO	JR. 22 DE FEBRERO NRO. 437 (ESPALDA GRIFO APOSTOL SANTIAGO LA CABADA) - FLORENCIA DE MORA
10179552740	ANTONINO PIELES INDUSTRIALES S.A.C.	CAL. 21 DE OCTUBRE NRO. 436 P.J. FLORENCIA DE MORA (FRENTE A PARROQUIA SAN PATRICIO) - FLOREN
20354310555	CALVANAPON CASTILLO	CAL. 29 DE JUNIO NRO. 1375 LA - FLORENCIA DE MORA
10410914323	JUAN CARLOS INVERSIONES LLAURE E.I.R.L.	AV. 26 DE MARZO NRO. 1417 P.J. FLORENCIA DE MORA L - FLORENCIA DE MORA
20600560892	GRANDEZ CHUJANDAMA	CAL. ALFONSO UGARTE NRO. 135 P.J. FLORENCIA DE MORA BA 9 - FLORENCIA DE MORA
10462490645	JHINO INVERSIONES YADAY E.I.R.L.	CAL. 9 DE OCTUBRE NRO. 504 P.J. FLORENCIA DE MORA BA. 3 - FLORENCIA DE MORA
20601026105		MZA. 26 LOTE 9 A.H. BARRIO 9 (CERCA A UNA ANTENA GRANDE) - FLORENCIA DE MORA

## **RELACION DE CURTIEMBRES EN EL DISTRITO DE LA ESPERANZA**

<b>RUC</b>	<b>RAZON SOCIAL</b>	<b>DOMICILIO</b>
10181454186	ALVA CASTILLO JORGE ENRIQUE	CAL. MATEO DEL TORO Y ZAMBRANO NRO. 975 A.H. LA VERONICA - LA ESPERANZA
10181069088	MORENO FLORES ELMER DAVID	CAL. GUADALUPE VICTORIA NRO. 698 A.H. SANTA VERONICA - LA ESPERANZA
	QUIMIPIEL SOCIEDAD ANONIMA	
20439675412 CERRADA	CRUZADO ALDAVE SEGUNDO	MZA. C-1 LOTE 3 SECT. PARQUE INDUSTRIAL (POR LA FABRICA DE CEMENTO) - LA ESPERANZA
10068100041 CONSTANTE		AV. GRAN CHIMU NRO. 1083 P.J. LA ESPERANZA - LA ESPERANZA
20230823651	CURTIEMBRE BECERRA E I R LTDA	JR. LA VICTORIA NRO. 765 PARTE BAJA (ALTURA DE LA CRUZ 3ER PARADERO) - LA ESPERANZA
10179811753	CARBAJAL NAVEZ ANTOLINO	CAL. MATEO DEL TORO Y ZAMBRANO NRO. 1043 A.H. LA VERONICA (1043-A.CA.M.TORO Y ZAMBR)
10180283086	QUISPE VASQUEZ JOSE LUIS	CAL. JOSE CASTELLI NRO. 1206 INT. A P.J. - LA ESPERANZA
10179871004	MALCA SALDADA LUIS HERNAN	JR. ALFONSO UGARTE NRO. 643 A.H. SANTA VERONICA - LA ESPERANZA
10179801243	TUCTO CARMONA LEONCIO	CAL. ANCASH NRO. 136 A.H. LA VERONICA - LA ESPERANZA
10181057730	FERNANDEZ CRISOLOGO JULIO	SIN CALLE MZA. 20 LOTE 01 A.H. FRATERNIDAD-I ETAPA (A LA DERECHA DE PUERTA DE CEMENTER

	CESAR	
20539972104	PIELES & CUEROS NICOYAMI E.I.R.L.	CAL. JUNIN NRO. 500 P.J. LA ESPERANZA - LA ESPERANZA
20440492101	INVERSIONES HAROD S.A.C	MZA. C-3 LOTE 01 PARQUE INDUSTRIAL (ATRAS DE CONCRETERA DINO-CEMENTO PACASMA) - LA ESPERANZA
10181445471	MORILLOS FLORES DANNY SAUL	CAL. TADEO MONAGAS NRO. 420 P.J. LA ESPERANZA - LA ESPERANZA
10181740553	TUCTO FLORES ELVIA CUENCA ALFARO SANTOS	JR. GUADALUPE VICTORIA NRO. 800 - LA ESPERANZA
10182241771	FRANCISCO	PARQUE INDUSTRIAL MZA. C2 LOTE 14 P.J. LA ESPERANZA (ESPALDA DE FABRICA CEMENTO PACASMA)
10181039014	NIETO QUISPE OSWALDO	MZA. 76 LOTE 10 A.H. V. RAUL HAYA DE LA TORRE (III ETAPA; PARADERO COLECTIVOS) - LA ESPERANZA
10454459585	QUISPE VASQUEZ FRANK TELLES MACHUCA MARTINEZ ELIZABETH	CAL. JOSE CASTELLI NRO. 1206 - LA ESPERANZA
10422420423	EDELMIRA	CAL. JOSE ANTONIO GALAN NRO. 1385 A.H. LA VERONICA - LA ESPERANZA
20481938466	BRENYHI EIRL	CAL. SAN SALVADOR NRO. 110 A.H. LA VERONICA - LA ESPERANZA
20481927855	CURTIEMBRE SANTA ROSA SAC	MZA. H6 LOTE 2 PARQUE INDUSTRIAL - LA ESPERANZA
20481990549	CURTIEMBRE ROLEMT E.I.R.L.	JR. ANCASH NRO. 211 - LA ESPERANZA
20482001093	CURTIEMBRE SAAGO SAC	MZA. C02 LOTE 15 URB. PARQUE INDUSTRIAL (PARTE POSTERIOR DE CEMENTOS PACASMAYO) - LA ESPERANZA
20482056823	CURTIEMBRE CUENCA SAC	MZA. C2 LOTE 14 PARQUE INDUSTRIAL (ESPALDAS DE FABRICA CEMENTOS PACASMAYO) - LA ESPERANZA
20482118365	INVERSIONES JUNIOR S.A.C.	MZA. C4 LOTE 26 URB. PARQUE INDUSTRIAL (FRENTE A TRUTEX) - LA ESPERANZA
20482185712	CURTIEMBRE SANTO DOMINGO S.A.C.	MZA. C2 LOTE 9 URB. PARQUE INDUSTRIAL (A 1 PARALELA A LAS OFICINAS DE BCP) - LA ESPERANZA
10180279569	VERA NAVARRO MARIO JAVIER	CAL. ALFONSO UGARTE NRO. 721 A.H. LA VERONICA - LA ESPERANZA
10279977276	WALTER MEJIA CASTINALDO AMERICA R.C. SYSTEMS IMPORT &	MZA. 12 LOTE 15A P.J. - LA ESPERANZA
20482518207	EXPORT S.A.C. CURTIEMBRE & SERVICIOS LIBERTAD	MZA. C01 LOTE 09 URB. PARQUE INDUSTRIAL (ESPALDAS DEL UNIBLOCK) - LA ESPERANZA
20482650491	S.A.C.	MZA. C1 LOTE 01 URB. PARQUE INDUSTRIAL (A MEDIA CDA. AGENCIA TELEFONICA DEL BCP) - LA ESPERANZA

	CURTIEMBRE ECOLOGICA DEL NORTE	
20482802185 E.I.R.L.		MZA. C02 LOTE 05 URB. PARQUE INDUSTRIAL - LA ESPERANZA
20440207422	CURTIDURIA ORION S.A.C.	CAL. UNO MZA. A1 LOTE 01 PARQUE INDUSTRIAL - LA ESPERANZA
	CURTIEMBRE VIRGEN DE LA ASUNCION	
20477297855 E.I.R.L.		MZA. C9 LOTE 15 Z.I. PARQUE INDUSTRIAL (FRENTE AL A.H. VIRGEN DEL SOCORRO-PARQUE) - LA
	CURTIDURIA INDUSTRIAL MORILLO	
20477687564 HERMANOS S.R.L.		MZA. C07 LOTE 1-2 URB. PARQUE INDUSTRIAL - LA ESPERANZA
	CONTRERAS ESQUIVEL JUANCARLOS	
10483169821 AUGUSTO		MZA. B12 LOTE 59 URB. MANUEL AREVALO III - LA ESPERANZA
10765607502	ROJAS BUSTAMANTE KEVIN ARNOLD	AV. CONDORCANQUI NRO. 2119 SEC. JERUSALEM (IGLESIA CRISTO REY) - LA ESPERANZA
20559537676	CURTIEMBRE BOREAL S.A.C.	MZA. C3 LOTE 5-6 URB. PIT PARQUE INDUSTRIAL (ESPALDA DE CEMENTO PACASMAYO) - LA ESPE
10467560145	GRACIANO ESPEJO ROY ROBY	MZA. B LOTE 14 A.H. VILLA HERMOSA - LA ESPERANZA
20559952819	CURTIDURIA SARCO S.A.C.	MZA. C-3 LOTE 7 Z.I. PARQUE INDUSTRIAL NORTE - LA ESPERANZA
10709911703	MINCHAN BARRENA DIEGO ARMANDO	MZA. D LOTE 6 A.H. ALAN GARCIA PEREZ - LA ESPERANZA
10449289299	AVELINO MORENO LEISY JHOANA	AV. MARIA DE ALVEAR MZA. 7 LOTE 6 A.H. MANUEL SEOANE - LA ESPERANZA
20440122940	INTER-COMPANY S.R.L.	AV. DOS MZA. C-10 LOTE 03 URB. PARQUE INDUSTRIAL - LA ESPERANZA
20440397299	INDUSTRIAS EL BUFALO E.I.R.L.	CAL. MICHAELA BASTIDAS NRO. 350 A.H. LA VERONICA (FRENTE A CALLE JUNIN DE LA ESPERANZA)
20559831604	TENERIA Y CURTIEMBRE S.A.C.	MZA. A1 LOTE 19 PARQUE INDUSTRIAL - LA ESPERANZA

## RELACION DE CURTIEMBRES EN EL DISTRITO DE TRUJILLO

<b>RUC</b>	<b>RAZON SOCIAL</b>	<b>DOMICILIO</b>
10181374417	ROJAS PAZ ALBERTICO PAUL	JR. JOSE GALVEZ NRO. 1118 URB. VISTA BELLA LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
10178011141	ROMERO VALERA CAMILO DAVID VERGARA TRUJILLO HILDA	PROL. SANCHEZ CARRION MZA. E LOTE 24 URB. LOS PORTALES LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
10180960401	ROSEMARY	CAL. 01 MZA. Q LOTE 23 URB. LOS PORTALES (A ESPLADAS DE PLAZA VEA) LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
10179541471	SEGURA DE CHAVEZ OLGA YSABEL	AV. PERU NRO. S/N INT. 437 (MDO. UNION PUESTOS 437-438-439B) LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
20482221964	INDUSTRIAS ORIANA E.I.R.L. MONZON NEYRA REYNALDO	JR. UNION NRO. 280 BARR. EL MOLINO (IGLESIA SAN PEDRO NOLASCO A 1 CDRA Y MED) LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
10178838330	CRESPIN	PUESTO NRO. 1015 INT. C MCDO. UNION (SECCION CUEROS Y CALZADO) LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
10181031536	PLASENCIA RODRIGUEZ ANNA RITA	CAL. LENINGRADO NRO. 767 URB. SANTA ISABEL LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
10181458700	DE LA CRUZ VIGO WILLIAM HENRY CARRANZA LIZARRAGA OSMAR	NRO. L INT. 05 URB. SANTA TERESA DE AVILA LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
10401365732	LUIS	MZA. 69 LOTE 54 URB. LA RINCONADA III ETAPA LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
20274013339	QUEZADA YBANEZ S.A.	JR. COLON NRO. 751 LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
20440257365	CURTIEMBRE MANSICHE S.A.C.	JR. COLON NRO. 786 DPTO. 308 CENTRO-CERCADO (DPTO. N° 308) LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
10181685391	BOCANEGRA MEDRANO MIRELIA	MZA. B LOTE 20 A.H. SANTA R.DE MONSERRATE LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
10180120829	GARCIA VERGARA VICTOR MIGUEL	MZA. O LOTE 06 URB. MONSERRATE (II ETAPA) LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
20480960697	DISTRIBUIDORA NOEMI S.A.C.	AV. -CESAR VALLEJO MZA. A2 INT. B DPTO. 101 URB. MONSERRATE (COSTA RICA BLOCK B) LA LIBERTAD - TRUJILLO

20132086541	CURTIEMBRE EL CORTIJO S.A.C.	JR. CRISTOBAL COLON NRO. 786 INT. 305 GRU. CERCADO LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
10401102162	VASQUEZ ORUNA JOEL IVAN	JR. MARCELINO VARELA NRO. 162 URB. SANTA MARIA V ETAPA LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
	INDUSTRIAS Y NEGOCIOS TRUJILLO	
20481369313 SAC		JR. ORBEGOSO NRO. 185 INT. 201 RES. CENTRO LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
	ALVARADO RODRIGUEZ ROLANDO	
10190784032 MANUEL		PROL.MIRAFLORES NRO. 2124 CAS. MAMPUESTO LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
10180785677	VERIAU ANTICONA CATALINA	MZA. CH LOTE 2 URB. EL SOL DEL CHACARERO LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
10448597607	VARELA ALVA MIGUEL ANGEL	CAL. DESCARTES NRO. 355 URB. LA NORIA (POR LA IGLESIA CRISTO REDENTOR) LA LIBERTAD - TRUJILLO
	PRETEL SALVERREDY SEGUNDO	
10442751043 JOSE		CAL. FORTUNATO HERRERA - 1 PIS NRO. 581 URB. CHIMU LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
10181335870	ASPIROS LOPEZ LUIS ALBERTO	MZA. C LOTE 1 C.V. COVICORTI LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
10406036249	SEGURA BARRETO JULIO CESAR	CAL. MOQUEGUA NRO. 281 ARANJUEZ LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
	TENERIA Y SERVICIOS DEL NORTE	
20481928312 S.A.C.		JR. DIEGO DE ALMAGRO NRO. 545 INT. 222 CERCADO TRUJILLO LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
20482004351	CURTIEMBRE EUROPIEL S.A.C.	MZA. L LOTE 2 URB. SANTA TERESA DE AVILA (FRENTE A RESTAURANT EL PAISA) LA LIBERTAD - TRUJILLO
20600071930	EXPORTACIONES T.L. & J E.I.R.L.	JR. GINEBRA NRO. 397 URB. SANCHEZ CARRION LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
20482142151	CUEROS FERNANDEZ E.I.R.L.	JR. DA SILVA NRO. 673 INT. 2 URB. PRIMAVERA (DPTO 2 ALTURA DE NORSAC AV. TUPAC AMARU) LA LIBERTAD - TRUJILLO
10423150365	CUENCA ALFARO ERNESTO KENIDE	JR. GINEBRA NRO. 397 URB. SANCHEZ CARRION LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
10425629994	HUEDA CUBA JOSE FERNANDO	MZA. B LOTE 20 A.H. SANTA ROSA DE MONSERRATE (ALTURA AV.STA TERESA CON HUSARES) LA LIBERTAD - TRUJILLO
	COMERCIALIZADORA Y	
20482296891 EXPORTADORA JUMA S.A.C.		JR. UNION NRO. 309 BARR. EL MOLINO LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
		AV. PERU NRO. S/N INT. C962 NUEVO MERCADO UNION (SECCION CUEROS-POR PUERTA PRINCIPAL)
20482443355	CURTIEMBRE TRANSPIEL S.A.C.	TRUJILLO
10429818449	RODRIGUEZ VERDE RICHARD	AV. PERU NRO. S/N INT. 1103 (MERCADO UNION PUESTO 1103) LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO

RUBEN	AGUILAR YPARRAGUIRRE JORGE	
10401566118 HUMBERTO	CUEROS MEZA & ASOCIADOS	AV. AMERICA NORTE NRO. 579 URB. DANIEL HOYLE (CERCA DEL CUARTEL) LA LIBERTAD - TRUJILLO -
20482595295 S.A.C.	CURTIEMBRE JB S.A.C.	PJ. CALLAO NRO. S/N INT. 889C (FRENTE AL GRIFO GASPETROL) LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
20482838538	CUEROS EL DOLLAR S.R.L.	CAL. GARCILASO DE LA VEGA NRO. 118 URB. EL SOL (ALTURA CUADRA 11 GONZALES PRADA) LA LIB
20477203541	J.G. COMPANY S.A.C.	MZA. B LOTE 20 A.H. SANTA R.MONSERRATE LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
20477424474	TALABARTERIA SANEZI S.R.L.	PJ. FORTUNATO HERRERA NRO. 581 URB. CHIMU (FRENTE A SENSICO) LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRU
20477485775	GIL CRESPIN MAYRA YESENIA	AV. AMERICA NORTE NRO. 1135 URB. LOS JARDINES LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
10473279318	ESQUIVEL SANCHEZ MIGUEL	CAL. LOS SAFIROS NRO. 771 URB. LA RINCONADA LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
10416559088 ANGEL	IMPORT EXPORT SAN JUDAS	PJ. MERCADO LA UNION NRO. 426 INT. B BAR. LA INTENDENCIA - MERCADO LA LIBERTAD - TRUJILLO
20539797779 TADEO E.I.R.L.		CAL. ZEPITA NRO. 734 CENTRO CIVICO (MISMA CDRA DE SEDALIB) LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
10473808230	REYES LLAURE DIEGO ARMANDO	CAL. ALFONSO UGARTE 179-4 NRO. . P.J. FLORENCIA DE MORA LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
	CORPORACION XISALKA IMPORT &	
20559787869 EXPORT E.I.R.L.		CAL. AGRICULTURA NRO. 132 URB. HUERTA GRANDE LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
20600123417	CUEROS TRUJILLO S.A.C.	CAL. JULIO CESAR TELLO NRO. 221 URB. LOS GRANADOS LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
20600200667	PIELES Y CUEROS ANDINOS S.A.C.	CAL. CARLOS MONGE NRO. 312 URB. CHIMU LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
	INVERSIONES & NEGOCIAZIONES	
20600426789 MARTIN E.I.R.L.		CAL. OBISPO GUILLERMO CHARUN NRO. 212 URB. SAN ANDRES I ETAPA LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
20600666968	CUEROS CRISANT E.I.R.L.	AV. PERU PUESTO 825-826 NRO. S/N NUEVO MERCADO LA UNION LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
	CURTIEMBRE CHIMU MURGIA	
20131564504 HNOS. S.A.C.		AV. AMERICA OESTE NRO. 110 URB. LOS CEDROS (FRENTE AL OVALO MOCHICA) LA LIBERTAD - TRUJILLO



# Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales No domésticas

**VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES (VMA) DE LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES NO DOMÉSTICAS EN EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO D.S. N° 021-2009-VIVIENDA**

## Art. 1º FINALIDAD, ÁMBITO Y OBLIGATORIEDAD DE LA NORMA

La presente norma regula mediante Valores Máximos Admisibles (VMA) las descargas de aguas residuales No domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario a fin de evitar el deterioro de las instalaciones, infraestructura sanitaria, maquinarias, equipos y asegurar su adecuado funcionamiento, garantizando la sostenibilidad de los sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales.

Los VMA, son aplicables en el ámbito nacional y son de obligatorio cumplimiento para todos los usuarios que efectúen descargas de aguas residuales No domésticas en el alcantarillado sanitario; su cumplimiento es exigible por las entidades prestadoras de servicios de saneamiento (SEDAPAL).

## Art. 3º DEFINICIÓN DE VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES (VMA)

Entiéndase por Valores Máximos Admisibles (VMA), como aquel valor de la concentración de elementos, sustancias o parámetros físicos y/o químicos, que caracterizan a un efluente No doméstico que va a ser descargado a la red de alcantarillado sanitario, que al ser excedido en sus parámetros aprobados (Anexo N° 1, y Anexo N° 2) causa daño inmediato o progresivo a las instalaciones, infraestructura sanitaria, tratamiento de aguas residuales y tiene influencias negativas en los procesos de tratamiento de aguas residuales.

## ANEXO N° 02

Valores Máximos Admisibles<sup>(1)</sup>

PARÁMETRO	UNIDAD	EXPRESIÓN	VMA PARA DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Aluminio	mg/L	Al	10
Arsénico	mg/L	As	0.5
Boro	mg/L	B	4
Cadmio	mg/L	Cd	0.2
Cianuro	mg/L	CN	1
Cobre	mg/L	Cu	3
Cromo hexavalente	mg/L	Cr <sup>+6</sup>	0.5
Cromo total	mg/L	Cr	10
Manganoso	mg/L	Mn	4
Mercurio	mg/L	Hg	0.02
Níquel	mg/L	Ni	4
Plomo	mg/L	Pb	0.5
Sulfatos	mg/L	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	500
Sulfuros	mg/L	S <sup>-2</sup>	5
Zinc	mg/L	Zn	10
Nitrógeno Amoniacial	mg/L	NH <sub>4</sub> <sup>+4</sup>	80
pH <sup>(2)</sup>		pH	6-9
Sólidos Sedimentables <sup>(2)</sup>	mL/L/h	S.S.	8.5
Temperatura <sup>(2)</sup>	°C	T	<35

(1) La aplicación de estos parámetros a cada actividad económica por procesos productivos, está precisada en el reglamento de la presente norma tomando como referencia el código CIIU. Aquellas actividades que no estén incluidas, en este código deberán cumplir con los parámetros indicados en el presente Anexo.

(2) Estos parámetros, serán tomados de muestras puntuales. El valor de los demás parámetros, serán determinados a partir del análisis de una muestra compuesta.

## Art. 5º SUSPENSIÓN DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO

SEDAPAL se encuentra facultada en virtud a la presente norma a imponer el cobro de tarifas aprobadas por la SUNASS e incluso disponer la suspensión del servicio de descargas al sistema de alcantarillado conforme a la regulación prevista en el reglamento y que deriven de la vulneración de los Anexos N°01 y N°02.

PARÁMETRO	UNIDAD	EXPRESIÓN	VMA PARA DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	DBO5	500
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	DQO	1000
Sólidos Suspensos Totales (S.S.T.)	mg/L	S.S.T.	500
Aceites y Grasas (A y G)	mg/L	A y G	100

## **Art. 9º PROHIBICIONES**

Queda totalmente prohibido descargar directa o indirectamente a los sistemas de alcantarillado aguas residuales o cualquier otro tipo de residuos sólidos líquidos o gaseosos que en razón de su naturaleza, propiedades y cantidad causen por si solos o por interacción con otras descargas algún tipo de daño, peligro e inconvenientes en las instalaciones de los sistemas de alcantarillado y plantas de tratamiento de aguas residuales según lo indicado en el reglamento de la presente norma.

## **DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES**

**PRIMERA.-** La presente norma entró en vigencia a partir de la aprobación de su Reglamento mediante el D.S. N°003-2011-VIVIENDA, vigente a partir del 22 de junio de 2011.

**SEGUNDA.-** Los usuarios que a la fecha de entrada en vigencia del presente D.S., se encuentran efectuando descargas de aguas residuales No domésticas en los sistemas de alcantarillado sanitario, deberán adecuar sus descargas a las disposiciones establecidas en la presente norma, en un plazo no mayor de cinco (05) años.

En el caso de nuevos usuarios del sistema de alcantarillado sanitario las disposiciones de la presente norma son de aplicación inmediata.

## **DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS MODIFICATORIAS:**

### **Art. 56º.-Son derechos de SEDAPAL:**

(...)

- g) Suspender el servicio de alcantarillado sanitario cuando las características de los efluentes No domésticos que se vierten en él, no cumplen con los VMA, establecidos en la norma vigente. SEDAPAL o la que haga sus veces, queda facultada para cobrar por los gastos incurridos en la suspensión y reposición de dicho servicio.
- h) Cobrar el costo adicional por las cargas contaminantes descargados en el sistema de alcantarillado que superan los VMA, establecidos. Dicho pago adicional se encuentra incorporado en el Reglamento de Prestación de Servicios de SEDAPAL.

## **REGLAMENTO DEL D.S. N° 021-2009-VIVIENDA, QUE APRUEBA LOS VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES DE LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES EN EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO APROBADO POR D.S. N° 003-2011-VIVIENDA**

### **Art. 1.- Del Objeto**

El presente Reglamento tiene por objeto regular los procedimientos para controlar las descargas de aguas residuales No domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario, de acuerdo a lo establecido en el D.S. N°021-2009-VIVIENDA.

## **TÍTULO II**

### **OBLIGACIONES Y DERECHOS DE LOS USUARIOS NO DOMÉSTICOS QUE HACEN USO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

#### **Art. 5.- De las obligaciones**

Los Usuarios No Domésticos que descargan aguas residuales No domésticas al sistema de alcantarillado están obligados a:

- a) Presentar anualmente a SEDAPAL la Declaración Jurada de Usuario No Doméstico.
- b) Implementar un sistema de tratamiento de aguas residuales, cuando sus descargas excedan o puedan exceder los VMA establecidos en el D.S. N°021-2009-VIVIENDA.
- c) Efectuar el pago adicional por exceso de concentración de los parámetros fijados en el Anexo N°1 del D.S. N°021-2009-VIVIENDA, de acuerdo a la metodología establecida por la SUNASS.
- d) Pagar el importe correspondiente a la toma de Muestra Inopinada, análisis y cualquier otro gasto relacionado a la labor realizada por el laboratorio acreditado ante INDECOP, siempre que el valor del parámetro analizado sobrepase los VMA, en caso de no sobrepasar los VMA el importe será asumido por SEDAPAL.
- e) Informar a SEDAPAL, cuando la descarga de sus aguas residuales No domésticas presenten alguna modificación derivada de la ampliación o variación de las actividades que realiza el Usuario

No Doméstico, dentro de un plazo que no deberá exceder los quince (15) días hábiles a partir de la ampliación o variación de sus actividades.

- f) Brindar todas las facilidades, accesos e ingresos necesarios para que, en la oportunidad debida, el personal de SEDAPAL o la entidad que haga sus veces y el laboratorio acreditado ante INDECOP, efectúe la toma de muestra inopinada.
- g) Implementar el mecanismo o dispositivo especial para la toma de muestra inopinada, cuyo costo será asumido por el Usuario No Doméstico.
- h) Asumir los costos asociados al incumplimiento procesos y otras actividades adicionales que estén relacionadas con la implementación de los VMA, de acuerdo al procedimiento establecido por la SUNASS.
- i) Los Usuarios No Domésticos cuyas actividades estén clasificadas según el CIIU, deberán declarar, reportar y cumplir con las obligaciones que se establecen en el presente Reglamento, en función de los parámetros que para dichas actividades se establecen en el referido código. Aquellas actividades que no estén incluidas en el CIIU, deberán cumplir con los parámetros establecidos en los Anexos N°1 y 2 del D.S. N°021-2009-VMENDA.
- j) Cumplir con las demás disposiciones que se emitan para la regulación de la aplicación de los VMA.

## **Capítulo II Derechos de los Usuarios No Domésticos**

### **Art. 6 De los derechos**

Los Usuarios No Domésticos que descargan aguas residuales No domésticas al sistema de alcantarillado sanitario, tienen derecho a:

- a) Recibir información sobre la normatividad, las modificaciones y actualizaciones respecto a los VMA.
- b) A solicitar, de conformidad al artículo 6 del D.S. N° 021-2009-VIVIENDA, la exoneración del pago o suspensión del servicio de alcantarillado sanitario, cuando por caso fortuito o fuerza mayor se haya excedido los VMA, de acuerdo con el procedimiento establecido en el artículo 33 del presente reglamento.
- c) Presenciar la toma de muestra inopinada, a participar de dicho acto y a suscribir el Acta de Toma de Muestra Inopinada, cuyo contenido será como mínimo el establecido en el Anexo II del presente reglamento.
- d) Solicitar directamente a cualquier laboratorio acreditado ante INDECOP, la toma de muestra de parte y los análisis de sus descargas.
- e) Presentar reclamos, si consideran que ha sido vulnerado alguno de sus derechos, de acuerdo a los procedimientos que para tal fin se establezcan.

## **Capítulo II Del Pago Adicional**

### **Artículo 11.- Del pago adicional por exceso de concentración**

SEDAPAL, cobrará a los Usuarios No Domésticos el pago adicional por exceso de concentración cuando haya verificado excesos de los VMA establecidos en el Anexo N° 1 del D.S. N° 021-2009- VIVIENDA, de acuerdo a la metodología establecida por SUNASS.

### **Artículo 12.- De la oportunidad del cobro**

Cuando SEDAPAL, haya verificado que se ha excedido uno o más de los VMA establecidos en el Anexo N° 1 del D.S. N° 021-2009- VIVIENDA, aplicará lo dispuesto por la SUNASS. Para ello, emitirá el recibo que será remitido al Usuario No Doméstico junto con el costo de los análisis, la toma de muestra inopinada y cualquier otro costo relacionado a la labor del laboratorio acreditado ante el INDECOP.

La SUNASS emitirá las normas correspondientes para tal efecto, debiendo precisar los temas referidos a fechas de pago, conceptos facturables, falta de entrega de recibo, entre otros.

## **TÍTULO III OBLIGACIONES Y DERECHOS DE SEDAPAL O LA QUE HAGA SUS VECES**

## **Capítulo I Obligaciones de SEDAPAL o la que haga sus veces**

### **Art. 7.-De las obligaciones:**

- a) Solicitar al Usuario No Doméstico la presentación anual de la Declaración Jurada de Usuario No Doméstico conforme al Anexo I del presente reglamento, según lo establecido en la segunda Disposición Complementaria Final del D.S.N°021-2009-VIVIENDA.
- b) Registrar al Usuario No Doméstico una vez revisada y evaluada la Declaración Jurada de Usuarios No Domésticos, conforme al procedimiento establecido en el artículo 17 del presente reglamento.
- c) Emitir pronunciamiento, previa evaluación de la información presentada, y asignar un Código de Usuario No Doméstico.
- d) Pagar el importe correspondiente a la toma de muestra inopinada, análisis y cualquier otro gasto relacionado a la labor realizada por el laboratorio acreditado ante INDECOP, siempre que el valor del parámetro analizado no sobrepase los VMA; en caso de sobrepasarlo el importe será asumido por el Usuario No Doméstico.
- e) Solicitar al Usuario No Doméstico el pago adicional por exceso de concentración de los parámetros por sobreponer los VMA fijados en el Anexo N° 1 del D.S.N°021-2009-VIVIENDA, de acuerdo a la Metodología establecida por SUNASS.
- f) Reponer el servicio de alcantarillado sanitario previa verificación del cumplimiento de los parámetros establecidos en el Anexo N° 2 del D.S.N°021-2009-VIVIENDA.
- g) Suspender el cobro del pago adicional por exceso de concentración al Usuario No Doméstico, previa verificación del cumplimiento de los parámetros del Anexo N° 1 del D.S.N° 021-2009- VIVIENDA.
- h) Comunicarlos a los Usuarios No Domésticos sobre la normatividad, las modificaciones y actualizaciones respecto a los VMA.
- i) En caso fortuito o fuerza mayor, evaluar si temporalmente procede exonerar al Usuario No Doméstico, previa verificación de cumplimiento de los parámetros o de la suspensión del servicio de descargas del sistema de alcantarillado.
- j) Cobrar a los Usuarios No Domésticos el pago adicional por exceso de concentración, de acuerdo a la metodología establecida por SUNASS, según lo dispone el artículo 4º del D.S.N°021-2009-VIVIENDA.
- k) Cumplir con las demás disposiciones que se emitan para regular la aplicación de los VMA.

## **Capítulo II Derechos de SEDAPAL o la que haga sus veces**

### **Art. 8.- De los derechos:**

- a) Solicitar al laboratorio acreditado por INDECOP que efectúe la Toma de Muestra Inopinada a las descargas del Usuario No Doméstico que, según su criterio, amerite la revisión de uno, dos o más VMA contenidos en los Anexos N° 1 y 2 del D.S.N°021-2009-VIVIENDA.
- b) Realizar el estudio para caracterizar el tipo de descarga No doméstica a fin de proponer su evaluación al MVCS, y de ser el caso, modificar y/o actualizar los parámetros contenidos en los anexos N° 1 y 2 del D.S. N° 021-2009-VIVIENDA.

## **TÍTULO IV VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES**

### **Capítulo I De las Descargas**

### **Art.9.- De las descargas permitidas**

Se permitirá la descarga directa de aguas residuales No domésticas

en el sistema de alcantarillado sanitario, sin pago o sanción alguna, siempre que no excedan los VMA establecidos en los Anexos N° 1 y 2 del D.S.N°021-2009-VIVIENDA.

SEDAPAL, o la entidad que haga sus veces, en cumplimiento del artículo 7 del D.S.N°021-2009-VIVIENDA, verificará el cumplimiento de los parámetros establecidos en los Anexos N° 1 y 2 del mencionado Decreto Supremo.

### **Art. 10.-Delas descargas no permitidas**

No está permitido descargar aguas residuales No domésticas al sistema de alcantarillado sanitario, que sobrepasen los VMA establecidos en el N° 2 del D.S.N°021-2009-VIVIENDA.

En cumplimiento del artículo 9 del D.S. N° 021-2009-VIVIENDA, concordante con el literal i) del artículo 72 del T.U.O del Reglamento, no está permitido descargar, verter, arrojar o introducir bajo cualquier modalidad al sistema de alcantarillado sanitario, elementos tales como:

- Residuos sólidos
- Material orgánico de cualquier tipo y estado
- Mezclas inflamables, radioactivas, explosivas, corrosivas, tóxicas y/o venenosas que provoquen daño al sistema de alcantarillado.
- Aquellas descargas que puedan causar obstrucciones físicas, interferencias, perturbaciones
- Residuos sólidos o viscosos, capaces de obstruir el libre flujo.
- Gases procedentes de escapes de motores de cualquier tipo.
- Disolventes orgánicos y pintura, cualquiera sea su proporción o cantidad.
- Carburo calcio y otras sustancias sólidas potencialmente peligrosas, tales como hidruros, peróxidos, clorados, bromatos y sus derivados.
- Hidrocarburos y sus derivados
- Materias colorantes
- Agua salobre
- Residuos que generen gases nocivos.

## **RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 025-2011-SUNASS-CD**

### **METODOLOGÍA PARA DETERMINAR EL PAGO ADICIONAL POR EXCESO DE CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS FIJADOS EN ANEXO 1 DEL D.S. N° 021-2009-VIVIENDA**

Art. 1º.- Aprobar la metodología para determinación de pago adicional por exceso de concentración respecto de los Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales No domésticas en el sistema de recolección del servicio de alcantarillado y que obra como anexo de la presente resolución.

Art. 3º.- Modificar el artículo 42º del Reglamento de Calidad de la Prestación de los Servicios de Saneamiento, aprobado por Resolución de Consejo Directivo N° 011-2007-SUNASS, de la siguiente manera:

“Artículo 42º.- Descargas en el sistema de recolección del servicio de alcantarillado sanitario”.

Los usuarios no deben descargar, directa o indirectamente, en el sistema de recolección del servicio de alcantarillado, aguas residuales No domésticas o cualquier otro tipo de residuos sólidos, líquidos o gaseosos que no cumplan con la normativa de descargas de aguas residuales.

SEDAPAL, podrá cobrar a los usuarios el costo adicional correspondiente a las descargas en el servicio de alcantarillado que superen los Valores Máximos Admisibles establecidos por la normativa correspondiente, conforme a la metodología aprobada por SUNASS.

Art. 4º.- La SUNASS supervisará y fiscalizará a SEDAPAL el cumplimiento de efectuar el monitoreo y control de la concentración de parámetros de descarga de aguas residuales No domésticas en el sistema de recolección del servicio de alcantarillado sanitario, de acuerdo, a lo establecido por la normativa vigente, asimismo

impondrá las sanciones correspondientes.

Para este efecto aplicará el Reglamento General de Supervisión, Fiscalización y Sanción de las Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento, aprobado Resolución de Concejo Directivo N°003-2007-SUNASS-CD, en lo que corresponda.

## ANEXO N° 1

### METODOLOGÍA PARA DETERMINAR EL PAGO ADICIONAL POR EXCESO DE CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS FIJADOS EN EL ANEXO N° 1 DEL D.S. N° 021-2009-VIVIENDA

#### 1. Establecimiento de rangos

En concordancia con el principio de incentivar la reducción de las descargas de los parámetros del anexo N° 1 del D.S. N° 021-2009-VIVIENDA, la presente metodología establece cinco (05) rangos de concentración de los parámetros (DBO, DQO, SST, A y G) en relación a los incrementos de concentraciones establecidas como valores máximos admisibles de las descargas de aguas residuales en el sistema de recolección del servicio de alcantarillado sanitario y la transición de estos valores en relación a la dilución de la ciudad y los efectos generados y proyectados en la operación y mantenimiento de la red colectora y plantas de tratamiento de desagüe, con la finalidad de incentivar en los usuarios no domésticos la adecuación de sus sistemas con un pre tratamiento antes de verter sus desagües a la red colectora:

#### Definición de Rangos de Parámetros

RANGO	PARÁMETROS			
	DBO5	DQO	SST	AyG
VMA(mg/L)	500	1000	500	100
Rango 1	500,1-550	1000,1-1100	500,1-550	100,1-150
Rango 2	550,1 - 600	1100,1 - 1200	550,1 - 600	150,1 - 200
Rango 3	600,1 - 1000	1200,1 - 2500	600,1 - 1000	200,1 - 450
Rango 4	1000,1 - 10 <sup>4</sup>	2500,1 - 10 <sup>4</sup>	1000,1 - 10 <sup>4</sup>	450,1 - 10 <sup>3</sup>
Rango 5	> a 10 <sup>4</sup>	> a 10 <sup>4</sup>	> a 10 <sup>4</sup>	> a 10 <sup>3</sup>

#### 2. Establecimiento de límite de pago adicional por cada rango

Adicionalmente se establece límites de pago adicional para cada rango establecido:

#### Definición de Límite de Pago Adicional

RANGO	LÍMITE DE PAGO ADICIONAL
Rango 1	25% del importe facturado por servicio de alcantarillado
Rango 2	75% del importe facturado por el servicio de alcantarillado
Rango 3	100% del importe facturado por el servicio de alcantarillado
Rango 4	10 veces del importe facturado por el servicio de alcantarillado
Rango 5	20 veces del importe facturado por el servicio de alcantarillado

#### 3. Establecimiento de pesos específicos para cada uno de los parámetros.

La metodología establece pasos específicos para cada uno de los parámetros: DBO5, DQO, AyG y SST:

#### ASIGNACIÓN PORCENTUAL

PARÁMETRO	ASIGNACIÓN PORCENTUAL
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	25%
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	35%
Sólidos Suspensos Totales (SST)	20%
Aceites y Grasas	20%

#### II Fórmula

El pago adicional a ser aplicado a los usuarios No domésticos que producen agua residual No doméstica con concentraciones de DBO, DQO, SST y Aceites y Grasas por encima de los Valores Máximos Admisibles del Anexo N° 1 del D.S. N° 021-2009-VIVIENDA, en adelante VMA, será aplicado sobre la estructura tarifaria previamente definida entre SEDAPAL y la SUNASS.

Por tanto, únicamente los usuarios que opten por arrojar en la red colectora pública agua residual No doméstica con concentraciones de DBO5, DQO, SST y Aceites y Grasas por encima de los VMA deberán realizar el pago adicional.

#### Ecuación 1:

PA =	Importe a facturar por el servicio de alcantarillado	*F
------	--	----

Donde:

PA = Pago adicional

F = Factor de ajuste para calcular el pago adicional

#### FACTORES POR CADA RANGO:

RANGO	FACTORES			
	F DBO5	F DQO	F SST	F AyG
Asignación porcentual	25%	15%	20%	20%
Rango 1	6%	9%	5%	5%
Rango 2	19%	26%	15%	15%
Rango 3	25%	35%	20%	20%
Rango 4	250%	350%	200%	200%
Rango 5	500%	700%	400%	400%
				TOTAL
				25%      75%      100%      10 veces más      20 veces más

#### Ecuación 2:

$$F = F_{DBO5} + F_{DQO} + F_{SST} + F_{AyG}$$

Donde:

F = Factor de ajuste para calcular el pago adicional.

F<sub>DBO5</sub> = Factor de exceso de DBO5 de acuerdo al rango.

F<sub>DQO</sub> = Factor de exceso de DQO de acuerdo al rango.

F<sub>SST</sub> = Factor de exceso de SST de acuerdo al rango.

F<sub>AyG</sub> = Factor de exceso de AyG de acuerdo al rango.

#### III Etapa de Implementación

La presente Metodología será aplicada en cumplimiento con lo dispuesto en el D.S. N° 021-2009-VIVIENDA.

**Aprueban Límites Máximos Permisibles y Valores Referenciales para las actividades industriales de cemento, cerveza, curtiembre y papel**

**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 trámites 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. **Límite 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.

**Límite 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.

**Límite 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.

**Límite 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. **Guía 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 inicien 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 SO<sub>2</sub>, 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 H<sub>2</sub>S, 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 Nº 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 Nº 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 Nº 2 para los Subsectores de Curtiembre y Papel, tendrán un período 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 período 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 Nº 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, SO<sub>2</sub> 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 <sub>5</sub> (mg/l)				1000	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 <sub>4</sub> (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 curtientes, 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 <sub>5</sub> (mg/l)			50	30		30	50	30
DQO (mg/l)				250	50		50	250
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 <sub>4</sub> (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 Alcanilidad (pH)	6.5 - 9.5		
Demandा Química de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> ), mg/l	1000	250	1000
Demandा Química de Oxígeno (DQO) mg/l	2500	1000	3000
Sólidos Suspendidos Totales (SST), mg/l	1000		
Sulfuro, (mg/l)	10		
Cromo + 6 (mg/l)	0.5		
Cromo Total (mg/l)	5		
Nitrógeno Ammoniacal (N - NH <sub>4</sub> ),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 <sup>3</sup> )
Material Particulado	En curso	250
	Nuevo	150

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 bypass para control de álcalis o cloro y se calcula con la siguiente ecuación:

$$EH = (\square CiQi) / \square Qi$$

Donde:

EH = Emisión combinada de la línea de producción, en mg/m<sup>3</sup>

Ci = Concentración de la chimenea "i", en mg/m<sup>3</sup>

Qi = Flujo de gases de la chimenea "i", en m<sup>3</sup>/seg

i = Número de chimenea

**IMPLEMENTACION DE UN PROGRAMA DE MANEJO  
AMBIENTAL PARA DISMINUIR EL IMPACTO  
AMBIENTAL EN LAS CURTIEMBRES DE TRUJILLO Y  
DISTRITOS.**

**(PAMA )**

## I . INTRODUCCIÓN

En la región La Libertad, Perú, se desarrollan diversas actividades socioeconómicas, tales como el comercio, agricultura, minería, industria y otras. Estando dentro del rubro industrial las curtiembres, curtiduría o tenería que es el lugar donde se realiza el curtido, proceso que convierte las pieles de los animales en cuero, materia prima básica para la industria del calzado (Urcia, 2013).



**Fotografía N° 1 : Curtiembres en Trujillo. Perú.**

Las curtiembres en Trujillo y en los distritos de El Porvenir, Florencia de Mora y La Esperanza , representan parte importante de un sector industrial y clave en el desarrollo regional (Jácomo y Beatriz, 2014); sin embargo, estas industrias son altamente contaminantes por la descarga al ambiente de altos contenidos de materia orgánica y efluentes con sulfuro, cloruro y cromo trivalente en concentraciones que alcanzan niveles tóxicos (Esparza y Gamboa, 2013), por lo que se requiere de urgente atención para minimizar su generación e impacto.

Al respecto, López (1982) formula y señala alternativas que gestionan técnicas para mitigar dichos impacto como la forma de tratamiento preventivo, al igual que los correctivos aplicables a los desechos de ribera, de curtición y mezclados.

Por otro lado, al finalizar cada etapa del proceso se realiza la disposición final de las aguas residuales sin previo tratamiento, lo que genera aún mayor contaminación (Rosner, 1998). Tejada, Guzman, y Tobón (2008) y Delgado (2013) afirman que la gestión ambiental en las empresas de curtido surge efectos inmediatos en la mitigación de dichos impactos.

Dentro de la gestión ambiental las capacitaciones cumplen un rol importante (López y Rojas, 1997) ya que permiten mejorar los conocimientos y habilidades del talento humano (Bonilla, 2014) hasta la formación de líderes que conducirán a un cambio de conciencias y actitudes (Cat y Martínez, 2011).

Uno de los residuos industriales más preocupantes son los baños agotados del curtido, cuyo tratamiento se basa en el precipitado con hidróxido de sodio y su posterior redisolución con ácidos (Gordillo y Toledo, 2013), uno de los más usados es el ácido clorhídrico por ser un buen neutralizante de bases (Lapeña, 1989).

En toda actividad industrial, aparte de los vertidos líquidos, existen los vertidos sólidos y para evitar su acumulación, sobre todo en las redes de alcantarillado, y su posterior depósito en el mar se recomienda el uso de rejillas; al respecto Fisac y Romeu (1980), citados por De Caminos (2013), señalan que las rejas se deben diseñar en función de la naturaleza de residuos sólidos para que la separación entre barrotes no permita el paso de residuos más pequeños.

La tercerización como herramienta de gestión por sí sola no es suficiente si no va acompañada de la capacitación y la concientización ambiental; sin embargo, si se trata de un sistema de gestión la tercerización cumple su rol integrador (Garduño y Cantú-Suárez, 2003).

La gestión ambiental con uso de las capacitaciones, la tercerización y las aplicaciones técnicas es una herramienta de uso globalizado para la salvaguarda del medio ambiente.

## **II. MATERIALES Y MÉTODOS**

Para lograr los objetivos del Plan de manejo ambiental se recurrió a la técnica primaria del recorrido de campo y la observación, además se recolectó datos de Gestión Ambiental mediante fotografías, cuaderno de nota y entrevistas a los representantes de la empresa Curtiembre Piel de Oro E.I.R.L. dedicada al curtido y adobo de pieles, ubicada en la Calle Huáscar N° 632.P.J.El Porvenir ; el distrito El Porvenir.

La información se procesó en el programa Word y Excel, también se realizó la entrevista de evaluación a los trabajadores. En Excel se elaboraron tablas para el Programa de Capacitación y la Asistencia al Programa de Capacitación por parte de los operarios de la empresa; así como también para las tablas del volumen y pH de agua, ml de HCl a mezclar y pH del agua tratada; todo realizado para el tratamiento de ácido clorhídrico para disminuir el pH de las aguas servidas.

Por último se utilizaron fórmulas, así como fuentes bibliográficas, tesis e investigaciones para determinar las medidas del nivel de agua arriba de las rejillas (altura), el ancho del canal en zona de rejillas, el número de barrotes en rejillas y tablas de los desperdicios existentes en el RIL (%).

## **III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Se logró capacitar en un 90% de los trabajadores para evitar que contaminen el agua con reactantes químicos y residuos (tabla 1), esto debido a que el programa de capacitación incide directamente en el comportamiento individual y organizacional de la empresa (Arizabalo y Diaz, 2010).

Investigaciones actuales corroboran los resultados y además concluyen que capacitar a los trabajadores evitará que contaminen el agua con residuos químicos y residuos (Vásquez, 2008).

**Tabla N° 1 : Capacitación a los trabajadores**

RESULTADOS POR LAS ACTIVIDADES REALIZADAS	Se logró capacitar a los operarios para evitar que contaminen el agua con reactantes químicos y residuos.
FECHAS	30 – 10
LOGROS	Se logró capacitar al 90% de los trabajadores
ACTORES PARTICIPANTES	Grupo de investigación. Trabajadores del área de producción. Jefe de Operaciones.
IMPREVISTOS	-Inasistencia a las capacitaciones. - Falta de motivación, confianza, respeto
ACCIONES CORRECTIVA	-Repartir folletos para los colaboradores insistentes de preferencia, para que se enteren y capaciten. - Lograr con el apoyo de la alta dirección la asistencia de todos.
PLAN MONITOREO	Se otorgó un manual de procedimientos.

La tabla 2 señala que a través de un tratamiento con ácido clorhídrico, se logró disminuir el pH de las aguas servidas hasta 7.2 (Nelson y Dasgupta, 2002), las acciones que se realizaron fue la recolección de agua del depósito con una medida para reducir el pH (Chase, 2005).

Se aprovechó la acción neutralizante del ácido clorhídrico (Gordillo et al. 2013).

**Tabla N° 2: Tratamiento con ácido clorhídrico**

RESULTADOS POR LAS ACTIVIDADES REALIZADAS	Se logró implementar un Tratamiento de ácido clorhídrico para disminuir el pH de las aguas servidas.
FECHAS	07 – 11
LOGROS	Se logró disminuir el pH hasta 7.2 de las aguas servidas con un tratamiento con ácido clorhídrico
ACTORES PARTICIPANTES	Jefe de Operaciones. Trabajadores. Grupo de Investigación
IMPREVISTOS	Dificultad para determinar el volumen total de agua a tratar
ACCIONES CORRECTIVAS	- Recolectar el agua en depósitos con medida. - Averiguar libros especializados
PLAN MONITOREO	Se otorgó un formato que contiene el procedimiento para el tratamiento del pH

Se logró realizar una cotización con la empresa Unitek Perú S.A. dedicada al tratamiento de agua contaminadas (tabla 3) para una posterior gestión del proyecto; para ello se solicitó la referencia (Del Armo, 2006) como guía para este manejo ambiental.

Es probable que la tercerización en el tratamiento de aguas contaminadas viabilice la gestión ambiental toda vez que la empresa tenga implementado el plan (Garduño y Cantú-Suárez, 2003).

**Tabla N° 3: Gestión de tercerización del tratamiento de líquido contaminante.**

RESULTADOS POR LAS ACTIVIDADES REALIZADAS	Se realizó la gestión de tercerización del tratamiento de líquidos contaminantes
FECHAS	16 – 11
LOGROS	Se logró realizar una cotización con la empresa Unitek Perú S.A dedicada al tratamiento de aguas contaminadas.
ACTORES PARTICIPANTES	Gerente General. Jefe de Operaciones. Tesorería
IMPREVISTOS	Dificultad para coordinar las cotizaciones.
ACCIONES CORRECTIVAS	Luego de recibir la cotización, se realizó la gestión del proyecto para los líquidos contaminantes

La tabla 4 señala que se logró disminuir la obstrucción de residuos sólidos a través de la implementación de un sistema de rejillas para disminuir los desperdicios que se presentaban (Del Carpio y Castañeda, 2001), y se facilitó el tratamiento de los líquidos, con apoyo de algunas referencias para que se logré dicha implementación (Pousa, 2006).

Las rejillas implementadas funcionaron correctamente porque se asumieron las sugerencias de Fisac y Romeu (1980) citados por De Caminos (2013).

**Tabla N° 4 : Implementación de un sistema de rejillas.**

RESULTADOS POR LAS ACTIVIDADES REALIZADAS	Se logró disminuir la obstrucción de residuos sólidos a través de la implementación de un sistema de rejillas.
FECHAS	18 – 11
LOGROS	Se logró convencer al Gerente para que invierta en un sistema de rejillas y así lograr disminuir el porcentaje de desperdicios.
ACTORES PARTICIPANTES	Gerente General. Jefe de Operaciones. Trabajadores. Grupo de Investigación.
IMPREVISTOS	Dificultad para evaluar el número de barrotes
ACCIONES CORRECTIVA	A través del sistema de rejillas se pudo disminuir los desperdicios que se presentaban y facilitó el tratamiento de los líquidos.
PLAN MONITOREO	Se otorgó un plan de limpieza del sistema de rejillas.

#### **IV.CONCLUSIONES**

Se logró capacitar al 90 % a los operarios de la curtiembre Piel de Oro E.I.R.L mediante charlas sobre el cuidado y la importancia del agua entre otros. Así como concientizarlos, y al gerente, sobre los problemas ambientales que se estaban produciendo con la existencia de la empresa. Se implementó un

tratamiento de ácido clorhídrico para disminuir el pH de las aguas servidas, y disminuir el pH hasta 7.2 realizando una mejora con respecto a las aguas servidas generadas en la curtiembre Piel de Oro E.I.R.L. Se tercerizó el tratamiento de las aguas contaminadas con la empresa Unitek Perú S.A. para reducir el impacto de la contaminación.

Para la disminución de los residuos sólidos en las canaletas, se logró convencer al gerente en invertir en un sistema de rejillas, logrando un notable aporte para la empresa y sus alrededores. Se logró persuadir a los habitantes ubicados a los alrededores de la empresa sobre la gestión que se estaba realizando para que se sientan más tranquilos y vivan más cómodos sin preocupación por los daños al ecosistema.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

Arizabalo, R. y Diaz G. (2010). La contaminación del agua y su transporte en medios porosos. (6.a ed.). Madrid: Prentice Hall.

Bonilla Pule, M. C. (2014). La capacitación como herramienta de gestión para los microempresarios del mercado Amazonas. Tesis de grado en la Universidad Nacional de Trujillo.

Caballero, C. (1998). Historia de los curtidos de las pieles. Ecuador: Editorial Club.

Cárdenas, B. y Revah, S. (2007). Tratamiento Biológico de Compuestos Orgánicos Volátiles de Fuentes Fijas. (2.a ed.). Madrid:

Pretince. Cat, F., y Martínez, I. (2011). Capacitar líderes ¿se puede? Revista de Antiguos Alumnos del IEEM, 14(5), 70-71.

Chase, R. (2005). Los Productos Químico. Barcelona: Reverte.

Conesa, V. y Vipol, R. (2003). Los instrumentos de la gestión ambiental en la empresa. México: Pearson educación.

De Caminos, I. (2013, October). Eliminacion Total de Solidos Flotantes en el Vertido al Mar. In Mediterranean Coastal Pollution: Proceedings of a Conference Held in Palma, Mallorca, 24-27 September, 1979 (p. 393). Elsevier.

Del Armo, G. (2006). Tratamiento de Superficies. Madrid: Graficas Mañas.

Del Carpio, C. y Castañeda, G. (2001). Manejo de los Residuos Sólidos. México: Plaza Valdez

- Esparza, E., y Gamboa, N. (2013). Contaminación debida a la industria curtiembre. Revista de química, 15(1), 41-63.
- Fuquene, R. (2006). Producción limpia, producción y gestión ambiental. Madrid: Javertak.
- Ganduño, H. y Cantú-Suárez (2003). Administración de derechos de agua: experiencias, asuntos relevantes y lineamientos. Roma. Italia.
- Garrigues, A. (1997). La Organización de la Prevención en la Empresa. Venezuela:
- Castello D. Gordillo Moreno, G. E., y Toledo Duque, C. E. (2013). Técnicas ambientales de Producción más limpia en la industria de curtiembre.
- Isch López, E., y Rojas, E. R. (1997). Guía Metodológica de capacitación en gestión Ambiental Urbana para Entidades Municipales de América Latina y el Caribe. Guía de capacitación, gestión ambiental urbana (EUA). Entidades municipales, edi.6. Jácobo,
- H., y Beatriz, E. (2014). El control interno de las existencias y su incidencia en los resultados económicos y financieros de la Empresa Curtiduria Orión SAC, en la ciudad de Trujillo, año 2012, Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Trujillo.
- Lapeña, M. R. (1989). Tratamiento de aguas industriales: aguas de proceso y residuales, Marcombo, Vol. 27.
- López, L. A., y Sandoval, B. M. (1982). Contaminación de curtidores. In Contaminación de curtidores.
- Mazeaud, D. (2001). Métodos de Trabajo. Colombia: Editorial Externado.
- Morales, J. (2006). Seguridad Laboral y Medio Ambiente. Colombia: Ediciones Díaz. Murcia
- Delgado, E. R. (2013). Estrategias para la mejora de los sistemas de gestión ambiental en la industria de las curtidores en el municipio Villa Pinzón Cundinamarca.
- Nelson, L. y Dasgupta, A. (2002). Tratamiento de vertidos industriales y peligrosos. Madrid: Ediciones Díaz Santos.
- Pousa, I. (2006). Un Sistema de Gestión Ambiental. (1.a ed.). España: Editorial S. L.

- Ramírez, C. (2005). Seguridad industrial. México: Grupo Noriega Editores.
- Rosner, W. (1998). El Impacto Ambiental de las Curtiembres en Trujillo-Perú. Revista Geográfica, Vol. 57, pp.77.
- Silíceo, A (2004). Capacitación y Desarrollo del Personal. (4.a ed.). México: Grupo Noriega Editores.
- Solís, M. y Amado, J. (2003). Principios básicos de la contaminación ambiental. (1.a ed.). México: Printed.
- Tejada, A. A., Guzman, M. A., y Tobón, O. L. (2008). Proyecto Gestión Ambiental en la industria de Curtiembre en Colombia. Diagnóstico y estrategias.
- Urcia, M. (2013). Capacidad de innovación empresarial de las micro y pequeñas empresas de calzado del distrito El Porvenir, Trujillo, Perú. Revista Ciencia y Tecnología, Vol. 9(4), 49-65.
- Vásquez, C. (2008). Minimización y manejo ambiental de los residuos sólidos. Colombia: Semarnat.
- Vidal, G. Lorber, K. (2007). Producción limpia en la industria de curtiembre. México: Compostela.
- Xavier, E. (2012). Reciclaje de residuos industriales. (4.a ed.). Madrid: Díaz Santos.

### Presupuesto

Proyecto "GESTION DE RIESGO DE DESASTRES DE LAS LAGUNAS DE OXIDACION DE COVICORTI, EL CORTIJO Y PROPUESTA PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES DE CURTIEMBRES EN LA CIUDAD DE TRUJILLO Y DISTRITOS.LA LIBERTAD.

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA CADA CURTIEMBRE**

Cliente Bach. David Paul Sánchez Mejía

Lugar LA LIBERTAD - TRUJILLO .

Costo al 30/12/2017

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S./	Parcial S./
01	SISTEMA DE ALCANTARILLADO PARA ENTREGA E IMPULSION DE AGUA RESIDUAL				12,874.78
01.01	<b>OBRA PROVISIONAL</b>				2,500.00
01.01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO, MATERIALES Y EQUIPAMIENTO HIDRAULICO A OBRAS LINEALES	u	1.00	2,500.00	2,500.00
01.02	<b>RED COLECTORA</b>				4,731.37
01.02.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				103.20
01.02.01.01	RIEGO DE ZONA DE TRABAJO PARA MITIGAR LA CONTAMINACION - POLVO (CON AUTORIZACION DE USO DE GRIFO)	u	15.00	1.69	25.35
01.02.01.02	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL	u	15.00	2.09	31.35
01.02.01.03	TRAZO Y REPLANTEO FINAL DE OBRA	u	15.00	1.78	26.70
01.02.01.04	NIVELACION Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO	u	15.00	1.32	19.80
01.02.02	<b>SEÑALIZACION DE TRANSITO</b>				1,301.12
01.02.02.01	PARANTE PARA CINTA PLASTICA SEÑAL	u	40.00	1.66	66.40
01.02.02.02	CINTA PLASTICA SEÑALIZADORA P/LIMITE DE SEGURIDAD DE OBRA	u	100.00	0.58	58.00
01.02.02.03	TRANQUERAS DE MADERA 1.20X1.10 m PARA DESVIO TRANSITO VEHICULAR	u	2.00	284.20	568.40
01.02.02.04	SEÑALIZACION NOCTURNA	d	20.00	12.50	250.00
01.02.02.05	PUENTE DE MADERA PASE PEATONAL	u	3.00	63.54	190.62
01.02.02.06	PUENTE DE MADERA PASE VEHICULAR	u	1.00	32.90	32.90
01.02.02.07	CONO FIBRA DE VIDRIO FOSFORESCENTE PARA SEÑALIZACION	u	10.00	13.48	134.80
01.02.03	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				1,640.20
01.02.03.01	EXCAV.C/EQ.P.ALCAN.T.NORMAL A= 0.60M H=1.21M - H=1.50M	M	10.00	10.97	109.70
01.02.03.02	EXCAV.C/EQ.P.ALCAN.T.NORMAL A=0.80M H=1.51M - H=2.00M	M	15.00	13.15	197.25
01.02.03.03	EXCAV.C/EQ.P.ALCAN.T.NORMAL A=0.80M H=2.51M - H=3.00M	M	5.00	17.98	89.90
01.02.03.04	REFINE Y NIVELACION FONDO DE ZANJA TN A= 0.60M	M	10.00	0.85	8.50
01.02.03.05	REFINE Y NIVELACION FONDO DE ZANJA TN A= 0.80M	u	15.00	1.15	17.25
01.02.03.06	CAMA DE ARENA MANUAL E=0.10M A= 0.60M	u	10.00	2.85	28.50
01.02.03.07	CAMA DE ARENA MANUAL E=0.10M A= 0.80M	u	15.00	3.42	51.30
01.02.03.08	RELLENO ZANJA MAT.PROPIO.COMPACT.C/EQUIPO A=0.80M H=1.50M	M	10.00	12.51	125.10
01.02.03.09	RELLENO ZANJA MAT.PROPIO.COMPACT.C/EQUIPO A=0.80M H=2.00M	M	15.00	14.75	221.25
01.02.03.10	RELLENO ZANJA MAT.PROPIO.COMPACT.C/EQUIPO A=0.80M H=3.00M	M	5.00	20.95	104.75
01.02.03.11	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE-C/EQUIPO	m3	45.00	4.00	180.00
01.02.03.12	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO HASTA 5 KM	m3	45.00	11.26	506.70
01.02.04	<b>BUZONES /CAJAS DE INSPECCION (EMISOR ALCANTARILLADO )</b>				1,378.00
01.02.04.01	BUZON DI=1.20M DESDE 1.51 MPP HASTA 2.00 MPP (Cemento Tipo V)	UND	1.00	1,378.0	1,378.00
01.02.05	<b>VARIOS</b>				308.85
01.02.05.01	PRUEBA COMPACTACION SUELOS (PROCTOR MODIFICADO)	u	1.00	51.70	51.70
01.02.05.02	PRUEBA COMPACTACION SUELOS (DENSIDAD DE CAMPO)	u	2.00	51.70	103.40
01.02.05.03	PRUEBA DE CALIDAD DEL CONCRETO (PRUEBA A LA COMPRESSION)	u	3.00	51.25	153.75
01.03	<b>LINEA DE IMPULSION DE ALCANTARILLADO</b>				5,643.41
01.03.01	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				272.90
01.03.01.01	PROTECCION DE CABLES DE SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA	u	10.00	27.29	272.90
01.03.02	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				101.20
01.03.02.01	RIEGO DE ZONA DE TRABAJO PARA MITIGAR LA CONTAMINACION – POLVO.	u	20.00	1.69	33.80
01.03.02.02	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL	u	20.00	1.08	21.60
01.03.02.03	TRAZO Y REPLANTEO FINAL DE OBRA	u	20.00	0.97	19.40
01.03.02.04	NIVELACION Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO	u	20.00	1.32	26.40

### Presupuesto

Presupuesto " GESTION DE RIESGO DE DESASTRES DE LAS LAGUNAS DE OXIDACION DE COVICORTI, EL CORTIJO Y PROPUESTA PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES DE CURTIEMBRES EN LA CIUDAD DE TRUJILLO Y DISTRITOS.LA LIBERTAD."

Subpresupuesto **SISTEMA DE ALCANTARILLADO**

Cliente Bach. David Paul Sanchez Mejia

Lugar LA LIBERTAD - TRUJILLO

Costo al **30/12/2017**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/..	Parcial S/..
01.03.03	SEÑALIZACION DE TRANSITO				<b>1,376.08</b>
01.03.03.01	PARANTE PARA CINTA PLASTICA SEÑAL	u	2.00	1.66	3.32
01.03.03.02	CINTA PLASTICA SEÑALIZADORA P/LIMITE DE SEGURIDAD DE OBRA	m	50.00	0.58	29.00
01.03.03.03	TRANQUERAS DE MADERA 1.20X1.10 m PARA DESVIO TRANSITO VEHICULAR	u	2.00	284.20	568.40
01.03.03.04	SEÑALIZACION NOCTURNA	d	50.00	12.50	625.00
01.03.03.05	PUENTE DE MADERA PASE PEATONAL	u	1.00	63.54	63.54
01.03.03.06	PUENTE DE MADERA PASE VEHICULAR	u	1.00	32.90	32.90
01.03.03.07	CONO FIBRA DE VIDRIO FOSFORESCENTE PARA SEÑALIZACION	u	4.00	13.48	53.92
01.03.04	<b>TUB L. IMPULSION PVC ISO 1452 DN 4"</b>				<b>3,016.99</b>
01.03.04.01	EXCAV.C/EQ.P.ALCAN.T.NORMAL A=0.60M H=1.21M - H=1.60M	M	10.00	10.97	109.70
01.03.04.02	EXCAV.C/EQ.P.ALCAN.T.NORMAL A=0.80M H=1.51M - H=2.00M	M	15.00	13.15	197.25
01.03.04.03	EXCAV.C/EQ.P.ALCAN.T.NORMAL A=0.80M H=2.01M - H=2.50M	M	10.00	14.62	146.20
01.03.04.04	EXCAV.C/EQ.P.ALCAN.T.NORMAL A=0.80M H=2.51M - H=3.00M	M	6.00	17.98	107.88
01.03.04.05	REFINE Y NIVELACION FONDO DE ZANJA TN A= 0.60M	m	10.00	0.89	8.90
01.03.04.06	REFINE Y NIVELACION FONDO DE ZANJA TN A= 0.80M	m	15.00	1.15	17.25
01.03.04.07	CAMA DE ARENA MANUAL E=0.10M A= 0.60M	m	10.00	2.85	28.50
01.03.04.08	CAMA DE ARENA MANUAL E=0.10M A= 0.80M	m	10.00	3.42	34.20
01.03.04.09	RELENO ZANJA MAT.PROPIO.COMPACT.C/EQUIPO A=0.60M H=1.50M	m	10.00	13.62	136.20
01.03.04.10	RELENO ZANJA MAT.PROPIO.COMPACT.C/EQUIPO A=0.80M H=2.00M	M	15.00	14.75	221.25
01.03.04.11	RELENO ZANJA MAT.PROPIO.COMPACT.C/EQUIPO A=0.80M H=2.50M	m	10.00	16.89	168.90
01.03.04.12	RELENO ZANJA MAT.PROPIO.COMPACT.C/EQUIPO A=0.80M H=3.00M	m	6.00	20.44	122.64
01.03.04.13	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO	m3	82.00	4.00	328.00
01.03.04.14	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO HASTA 5 KM	m3	82.00	11.26	923.32
01.03.04.15	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC DN 4"	m	20.00	19.64	392.80
01.03.04.16	PRUEBA HIDRAULICA Y DESINFECCION DE TUBERIAS PVC ISO U.F. DN 4"	m	20.00	3.70	74.00
01.03.05	<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS EN LINEA DE IMPULSION</b>				<b>876.24</b>
01.03.05.01	CODO HD 90° - P/TUB.PVC C-10 DN DE 4"	UND	1.00	108.49	108.49
01.03.05.02	CODO HD 45° - P/TUB.PVC C-10 DN DE 4"	UND	2.00	93.93	187.86
01.03.05.03	CODO HD 22.5° - P/TUB.PVC C-10 DN DE 4"	UND	1.00	92.37	92.37
01.03.05.04	CODO HD 11.25° - P/TUB.PVC C-10 DN DE 4"	UND	1.00	86.71	86.71
01.03.05.05	INSTALACION DE ACCESORIOS HD DN DE 4"	UND	4.00	44.59	178.36
01.03.05.06	DADOS DE ANCLAJE ACCESORIOS HD DN DE 4"	UND	3.00	74.15	222.45
01.04	<b>PLANTA DE TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES DE CURTIEMBRES</b>				<b>81,790.83</b>
01.04.01	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>583.95</b>
01.04.01.01	CASETA ADICIONAL P/GUARDIANIA Y/O DEPOSITO	m2	20.00	22.11	442.20
01.04.01.02	CERCOS PERIMETRICOS PROVISIONAL EN OBRA	m	25.00	5.67	141.75
01.04.02	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>1,278.64</b>
01.04.02.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	20.64	10.31	212.80
01.04.02.02	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO INICIALES	m2	20.64	1.53	31.58
01.04.02.03	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO FINALES	m2	20.64	1.66	34.26
01.04.02.04	TRANSPORTE MAQ./EQUIP. MATERIALES Y HERRAMIENTAS A OBRA	u	1.00	1,000.00	1,000.00
01.04.03	<b>CAMARA DE REJAS</b>				
01.04.03.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>266.63</b>
01.04.03.01.01	EXCAVACION DE ZANJAS PARA CIMENTOS	m3	9.10	18.04	164.16
01.04.03.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO HASTA 5 KM	m3	9.10	11.26	102.47
01.04.03.02	<b>CONCRETO SIMPLE</b>				<b>210.33</b>
01.04.03.02.01	CONCRETO F'C=100 KG/CM2. PARA SOLADOS Y/O SUB BASES (CEMENTO P-I) m3		0.57	369.00	210.33

### Presupuesto

Presupuesto "GESTION DE RIESGO DE DESASTRES DE LAS LAGUNAS DE OXIDACION DE COVICORTI, EL CORTIJO Y PROPUESTA PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES DE CURTIEMBRES EN LA CIUDAD DE TRUJILLO Y DISTRITOS LA LIBERTAD."

Subpresupuesto **SISTEMA DE ALCANTARILLADO**

Cliente Bach. David Paul Sánchez Mejía

Lugar LA LIBERTAD – TRUJILLO.

Costo al 30/12/2017

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S./	Parcial S./
01.04.03.03	<b>ZAPATAS</b>				<b>469.74</b>
01.04.03.03.01	CONCRETO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ PARA ZAPATAS	m3	1.03	456.06	469.74
01.04.03.04	<b>MUROS DE CONCRETO ARMADO</b>				<b>3,293.39</b>
01.04.03.04.01	CONCRETO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ PARA MUROS	m3	3.16	520.98	1,646.30
01.04.03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA MUROS	m2	31.62	52.09	1,647.09
01.04.03.05	<b>TECHO DE CONCRETO</b>				<b>274.61</b>
01.04.03.05.01	CONCRETO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ PARA TECHO	m3	0.40	490.44	196.18
01.04.03.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA TECHO	m2	1.51	51.94	78.43
01.04.03.06	<b>ACABADOS</b>				<b>645.89</b>
01.04.03.06.01	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTES	m2	13.47	47.95	645.89
01.04.03.07	<b>CARPINTERIA METALICA</b>				<b>190.16</b>
01.04.03.07.01	CARPINTERIA METALICA EN CAMARA DE REJAS	m2	1.00	190.16	190.16
01.04.04	<b>CAMARA DE BOMBAS</b>				
01.04.04.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>1,299.45</b>
01.04.04.01.01	EXCAVACION DE ZANJAS PARA CIMENTOS	m3	44.35	18.04	800.07
01.04.04.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CIEQUIPO HASTA 5 KM	m3	44.35	11.26	499.38
01.04.04.02	<b>CONCRETO SIMPLE</b>				<b>749.07</b>
01.04.04.02.01	CONCRETO $f_c=100 \text{ KG/CM}^2$ PARA SOLADOS Y/O SUB BASES (CEMENTO P-I) m3		2.03	369.00	749.07
01.04.04.03	<b>ZAPATAS</b>				<b>1,349.94</b>
01.04.04.03.01	CONCRETO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ PARA ZAPATAS	m3	2.96	456.06	1,349.94
01.04.04.04	<b>MUROS DE CONCRETO ARMADO</b>				<b>12,362.43</b>
01.04.04.04.01	CONCRETO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ PARA MUROS	m3	11.97	520.98	6,236.13
01.04.04.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA MUROS	m2	117.61	52.09	6,126.30
01.04.04.05	<b>COLUMNAS</b>				<b>1,054.18</b>
01.04.04.05.01	CONCRETO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ PARA COLUMNAS	m3	0.63	483.73	304.75
01.04.04.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA COLUMNAS	m2	13.93	53.80	749.43
01.04.04.06	<b>VIGAS</b>				<b>960.62</b>
01.04.04.06.01	CONCRETO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ PARA VIGAS	m3	0.88	508.76	447.71
01.04.04.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA VIGAS	m2	9.23	55.57	512.91
01.04.04.07	<b>LOSAS MACIZAS</b>				<b>1,791.01</b>
01.04.04.07.01	CONCRETO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ PARA LOSA MACIZA	m3	3.21	489.06	1,569.88
01.04.04.07.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA LOSA MACIZA	m2	3.98	55.56	221.13
01.04.04.08	<b>ACERO PARA CAMARA DE BOMBAS</b>				<b>4,650.64</b>
01.04.04.08.01	ACERO FY=4200 KG/CM2 PARA CAMARA DE BOMBAS	kg	1,324.97	3.51	4,650.64
01.04.04.09	<b>MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA</b>				<b>421.68</b>
01.04.04.09.01	MURO DE LADRILLO KK ARCILLA DE CABEZA CON MEZCLA 1:4 X 1.5 CM.	m2	18.85	11.29	212.82
01.04.04.09.02	MURO DE BLOQUE EN CELOSIA PREFABRICADA	m2	5.39	38.75	208.86
01.04.04.10	<b>ACABADOS</b>				<b>2,235.54</b>
01.04.04.10.01	TARRAJEO EN MUROS	m2	18.85	45.49	857.49
01.04.04.10.02	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTES	m2	18.85	47.95	903.86
01.04.04.10.03	CIELORASO CON MEZCLA C:A 1:5	m2	6.75	47.63	321.50
01.04.04.10.04	PINTURA LATEX 2 MANOS	m2	18.85	8.10	152.69
01.04.04.11	<b>PISOS Y CONTRAPISOS</b>				<b>180.02</b>
01.04.04.11.01	PISO DE CEMENTO PULIDO 1:2 COLOREADO	m2	6.75	26.67	180.02
01.04.04.12	<b>SOBRECIMIENTOS</b>				<b>709.57</b>
01.04.04.12.01	CONCRETO 1:8 + 25% P.M. PARA SOBRECIMIENTOS	m3	1.06	274.70	291.18
01.04.04.12.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA SOBRECIMIENTO DE 0.30 A 0.60 m	m2	8.17	51.21	418.39
01.04.04.13	<b>ZAPATAS</b>				<b>152.85</b>
01.04.04.13.01	CONCRETO PARA ZAPATAS $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$	m3	0.34	449.56	152.85
01.04.04.14	<b>COLUMNAS</b>				<b>79.56</b>
01.04.04.14.01	CONCRETO EN COLUMNAS $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$	m3	0.13	504.38	65.57
01.04.04.14.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA COLUMNAS	m2	0.26	53.80	13.99

### Presupuesto

Presupuesto "GESTION DE RIESGO DE DESASTRES DE LAS LAGUNAS DE OXIDACION DE COVICORTI, EL CORTIJO Y PROPUESTA PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES DE CURTIEMBRES EN LA CIUDAD DE TRUJILLO Y DISTRITOS.LA LIBERTAD."

Subpresupuesto **SISTEMA DE ALCANTARILLADO**

Cliente Bach. David Paul Sánchez Mejía

Lugar **LA LIBERTAD - TRUJILLO**

Costo al **30/12/2017**

<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Metrado</b>	<b>Precio S./</b>	<b>Parcial S./</b>
01.04.04.15	<b>VIGAS</b>				<b>656.56</b>
01.04.04.15.01	CONCRETO EN VIGAS $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$	m3	0.53	513.14	271.96
01.04.04.15.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m2	7.04	54.63	384.60
01.04.04.16	<b>ACERO PARA CERCO PERIMETRICO</b>				<b>1,099.81</b>
01.04.04.16.01	ACERO FY=4200 KG/CM2 PARA CERCO PERIMETRICO	kg	342.62	3.21	1,099.81
01.04.04.17	<b>MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA</b>				<b>2,457.73</b>
01.04.04.17.01	MURO DE LADRILLO KK SOGA CON MEZCLA 1:4 x 1.5 cm.	m2	31.68	77.58	2,457.73
01.04.04.18	<b>ACABADOS</b>				<b>1,612.48</b>
01.04.04.18.01	TARRAJEO SOBRECIMENTOS, COLUMNAS Y VIGAS	m2	78.85	20.45	1,612.48
01.04.04.19	<b>CARPINTERIA</b>				<b>2,021.94</b>
01.04.04.19.01	PUERTA METALICA	m2	5.40	287.68	1,553.47
01.04.04.19.02	CERRADURA PARA PUERTA PRINCIPAL PESADA	pza	2.00	73.06	146.12
01.04.04.19.03	CHAPA PARA INTERIOR CON SEGURO INTERIOR Y LLAVE EXTERIOR 1GOLPE	u	3.00	60.00	180.00
01.04.04.19.04	BISAGRA ALUMINIZADA CAPUCHINA DE 3" X 3"	pza	15.00	9.49	142.35
01.04.04.20	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>				<b>20,587.29</b>
01.04.04.20.01	SALIDA DE TECHO CON CABLE AWG TW 2.50 mm	plo	1.00	34.94	34.94
01.04.04.20.02	SALIDA TOMACORRIENTE CON AWG TW 2.5 mm	plo	1.00	68.88	68.88
01.04.04.20.03	SALIDA PARA CAJA DE PASO CON AWG TW 2.5 mm	plo	1.00	73.04	73.04
01.04.04.20.04	FLUORESCENTE RECTO 2x40W, INCLUYE EQUIPO Y PANTALLA	u	1.00	81.52	81.52
01.04.04.20.05	TABLERO ELECTRICO GABINETE METALICO PARA DISTRIBUCION DE 3 CIRCUITOS (Fuente de alimentación)	u	1.00	1,659.24	1,659.24
01.04.04.20.06	POZO PUESTA A TIERRA	u	1.00	1,048.43	1,048.43
01.04.04.20.07	CABLEADO E INST. ELECTRICA P / CAMARA SECA CAMARA DE BOMBAS	m	10.00	557.72	5,577.20
01.04.04.20.08	CABLEADO E INST. ELECTRICA P / CAMARA SECA REJAS	m	10.00	247.82	2,478.20
01.04.04.20.09	TRANSFORMADOR TRIFASICO 380/220v - 20 KVA	UND	1.00	1,153.44	1,153.44
<b>02.04.04.20.10</b>	CABLE ALIMENTADOR PRINCIPAL 3-1x70mm <sup>2</sup> NYY + 1x50mm <sup>2</sup> (N) + 1x35 mm <sup>2</sup> (T)	m	20.00	152.33	3,046.60
01.04.04.20.11	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 3x300 Amp. Capacidad de ruptura 50 KA	u	1.00	371.61	371.61
01.04.04.20.12	CONDUCTOR POZO TIERRA 1-35mm <sup>2</sup> THW	m	2.00	825.13	<b>1,650.26</b>
01.04.04.20.13	TOMACORRIENTE BIPOLEAR DOBLE	u	1.00	37.43	37.43
01.04.04.20.14	CAJA DE PASO CTAPA	u	4.00	42.95	171.80
01.04.04.20.15	CAJA DE PASO OCTOGONAL	u	2.00	42.95	85.90
01.04.04.20.16	CABLEADO ALIMENTADOR CONTROL DE NIVELES 3-1x35mm <sup>2</sup> +1x25mm <sup>2</sup> NLT	m	10.00	130.32	1,303.20
01.04.04.20.17	LINEA DE AUTOMATIZACION CONTROL DE NIVELES 4x4mm <sup>2</sup> + 4x4mm <sup>2</sup> - NYY	m	10.00	112.36	1,123.60
01.04.04.20.18	MEDIDOR DE ENERGIA TRIFASICO	u	1.00	322.00	322.00
01.04.04.20.19	TERMOSTATO	UND	1.00	300.00	300.00
01.04.04.21	<b>INSTALACIONES ELECTROMECANICAS</b>				<b>15,664.72</b>
01.04.04.21.01	<b>INSTALACIONES ELECTROMECANICAS-CAMARA DE BOMBAS</b>				
01.04.04.21.01.01	TEE FxFxD BB de 4"	UND	1.00	297.25	297.25
01.04.04.21.01.02	CODO 45° DN HD BB de 4"	u	1.00	264.67	264.67
01.04.04.21.01.03	VALVULA CHECK DN 90 HD BB 4"	u	1.00	824.14	824.14
02.05.08.01.04	VALVULA COMPUERTA HD BB 4"	u	1.00	1,024.14	1,024.14
02.05.08.01.06	CELDA ELECTROQUIMICA	UND	2.00	520.00	520.00
01.04.04.21.01.06	TANQUE DE FLOCULACION - SEDIMENTACION	UND	1.00	450.00	450.00
01.04.04.21.01.07	TANQUE DE ALIMENTACION	u	1.00	348.84	385.00
01.04.04.21.01.08	UNION DRESSER DN 90 HD BB DE 4"	u	2.00	261.93	523.86
01.04.04.21.01.09	CODO 90° DN HD BB de 4"	UND	2.00	244.44	488.88
01.04.04.21.01.10	SUM. E INST. DE TUBERIA HD BB de 4"	m	0.90	133.09	119.78
01.04.04.21.01.11	SUM. E INST. DE ELECTROBOMBA DE EJE VERTICAL HDT=21.69 mca, Q=5.46 l/s.	u	1.00	10,767.00	10,767.00

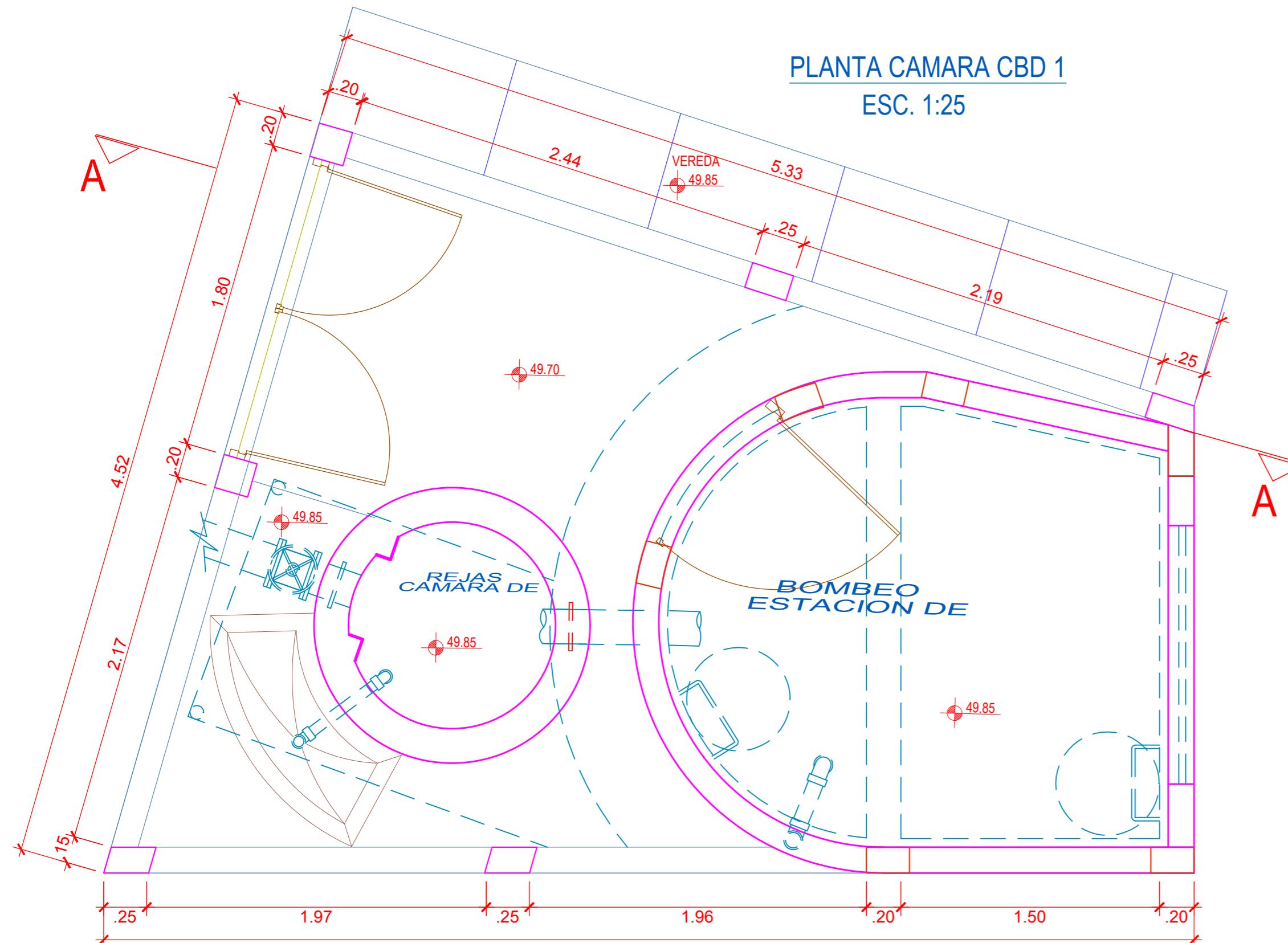
## Presupuesto

Presupuesto "GESTION DE RIESGO DE DESASTRES DE LAS LAGUNAS DE OXIDACION DE COVICORTI, EL CORTIJO Y PROPUESTA PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES DE CURTIEMBRES EN LA CIUDAD DE TRUJILLO Y DISTRITOS LA LIBERTAD."

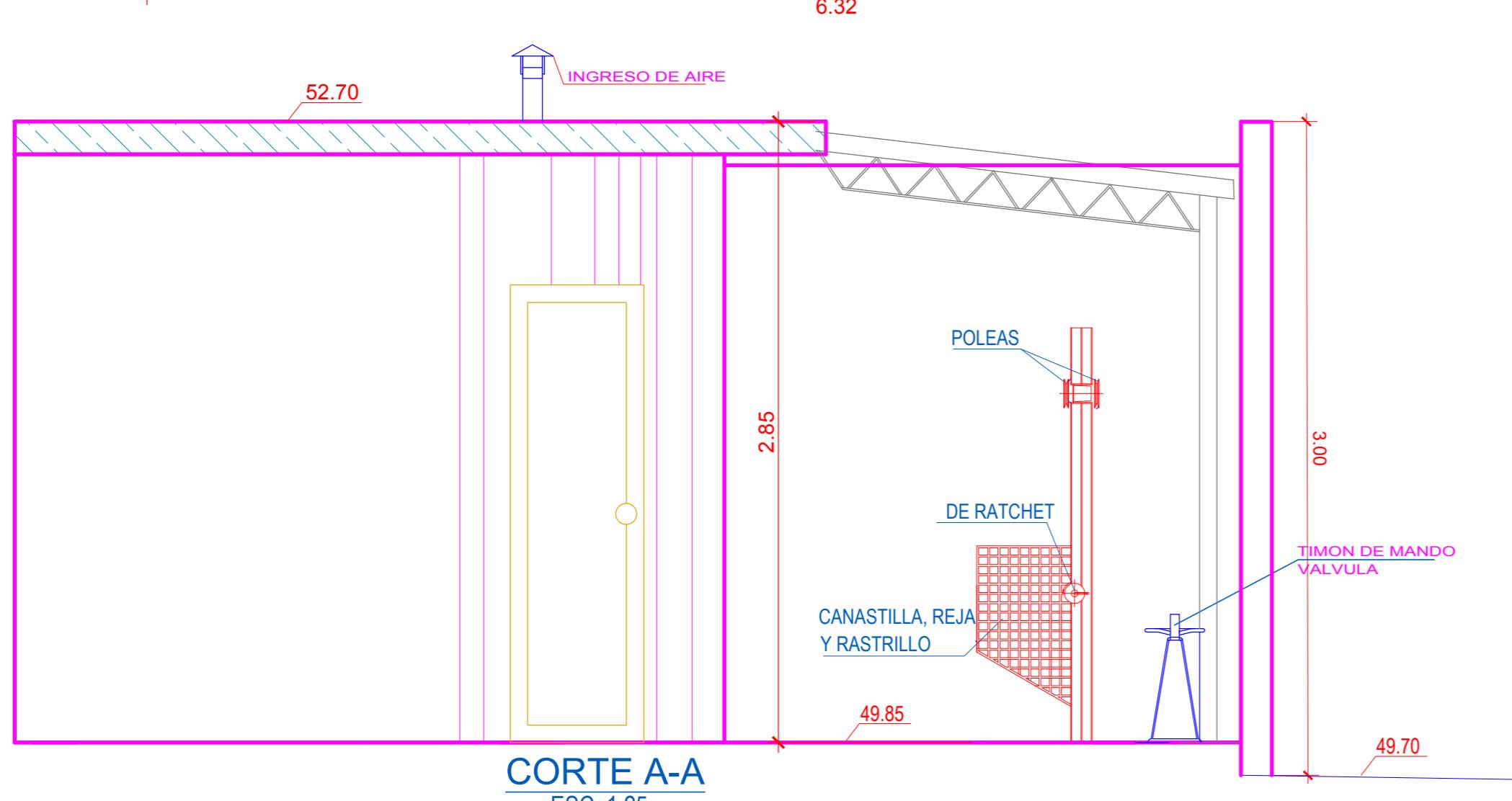
Subpresupuesto **SISTEMA DE ALCANTARILLADO**  
 Cliente Bach. David Paul Sánchez Mejía  
 Lugar **LA LIBERTAD - TRUJILLO.**

Costo al **30/12/2017**

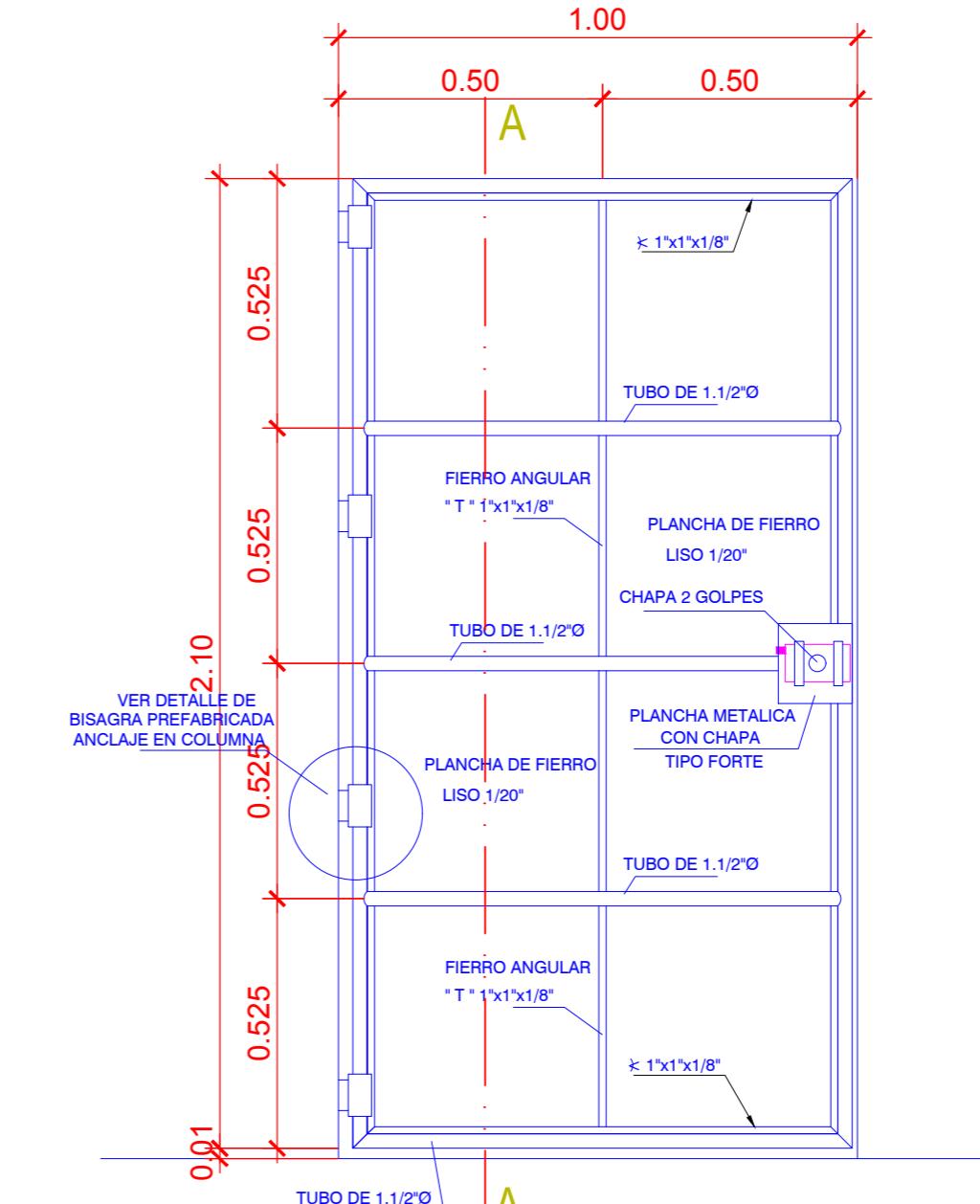
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01.04.04.21.02	<b>INSTALACIONES ELECTROMECANICAS-CAMARA DE REJAS</b>				<b>2,480.40</b>
01.04.04.21.02.01	SUMIDEROS PVC 4"	u	1.00	71.05	71.05
01.04.04.21.02.02	SISTEMA DE REJAS DE ACERO INOXIDABLE	pzas	1.00	500.00	500.00
01.04.04.21.02.03	TAMBOR CON MANIVELA DE RATCHET	u	1.00	73.26	73.26
01.04.04.21.02.04	TIMON DE MANDO VALVULA 4"	u	1.00	380.35	380.35
01.04.04.21.02.05	BRIDA ROMPE AGUA	u	2.00	225.29	450.58
01.04.04.21.02.06	CODO 45° DN300 PN16 SN2500 4"	u	1.00	552.14	552.14
01.04.04.21.02.07	SUM. E INST. DE TUBERIA HD BB de 4"	m	0.82	552.46	453.02
<hr/>					
COSTO DIRECTO					
GASTOS GENERALES (10%)					
UTILIDAD 5 (5%)					
<hr/>					
COSTO PARCIAL					
IMPUESTO (IGV) 18%					
<hr/>					
COSTO TOTAL					
<hr/>					
VALOR REFERENCIAL (Presupuesto Total)					
<hr/>					
SON: CIENTO VEINTIOCHO MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y UNO Y 31/100 SOLES					
<hr/>					
128,351.31					



PLANTA CAMARA CBD 1  
ESC. 1:25



CORTE A-A  
ESC. 1:25



DETALLE DE PUERTA METALICA  
CASETA DE VALVULAS  
ESCALA 1:50

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE PUERTA

##### CARPINTERIA METALICA

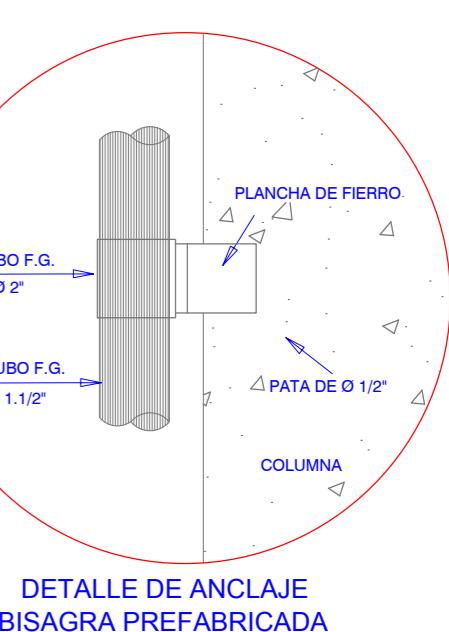
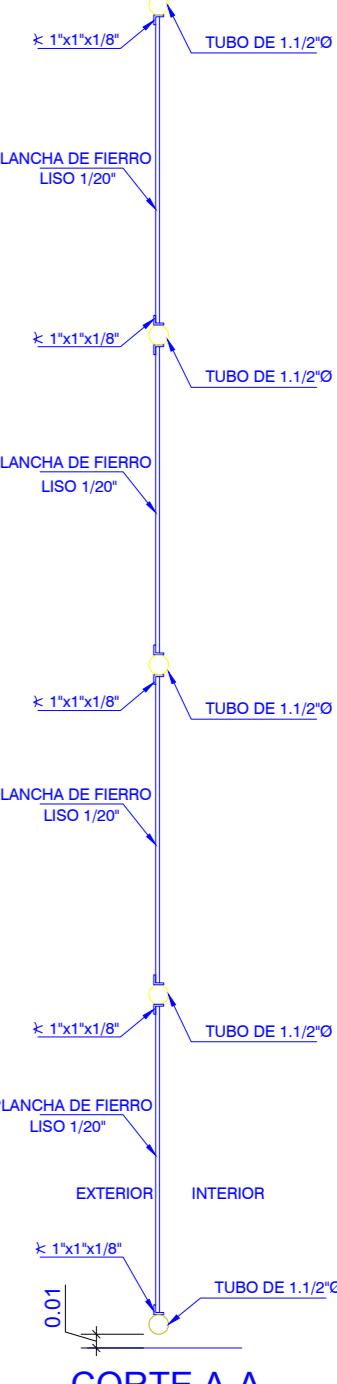
Fy= 2,500 K/cm<sup>2</sup>  
Soldadura entre platinas f° Fy =2500 K/cm<sup>2</sup> = cellacord 1/8"  
Soldadura entre platinas f° y fierro corrugado en anclajes =  
Supercito 1/8"  
Acabado anticorrosivo = 2 manos

#### CUADRO DE VANOS

TIPO	ANCHO	ALTO	ALFEIZAR	CANTIDAD
V1	1.50	0.60	2.25	01
P1	1.00	2.10	-	01

##### NOTAS:

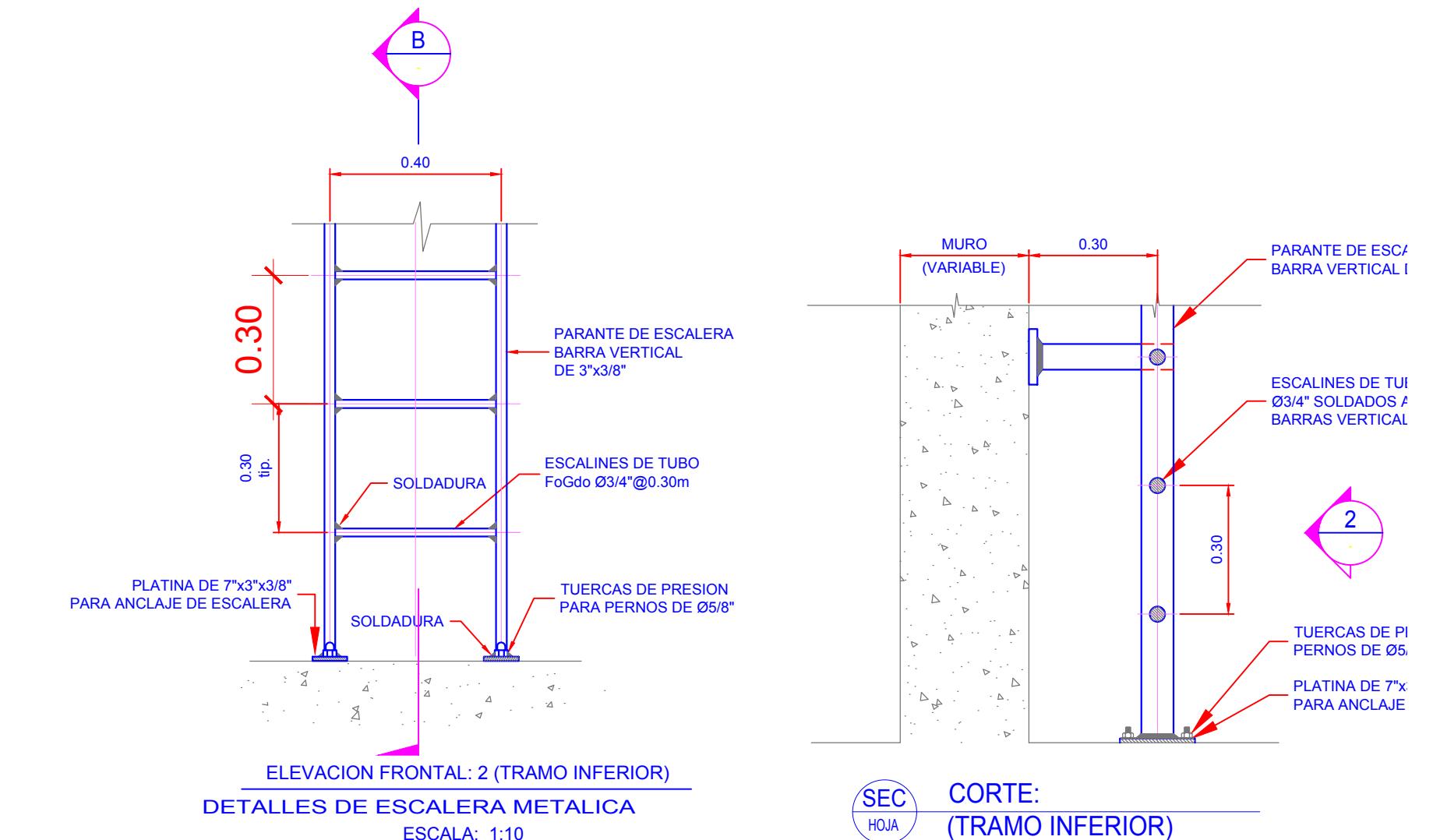
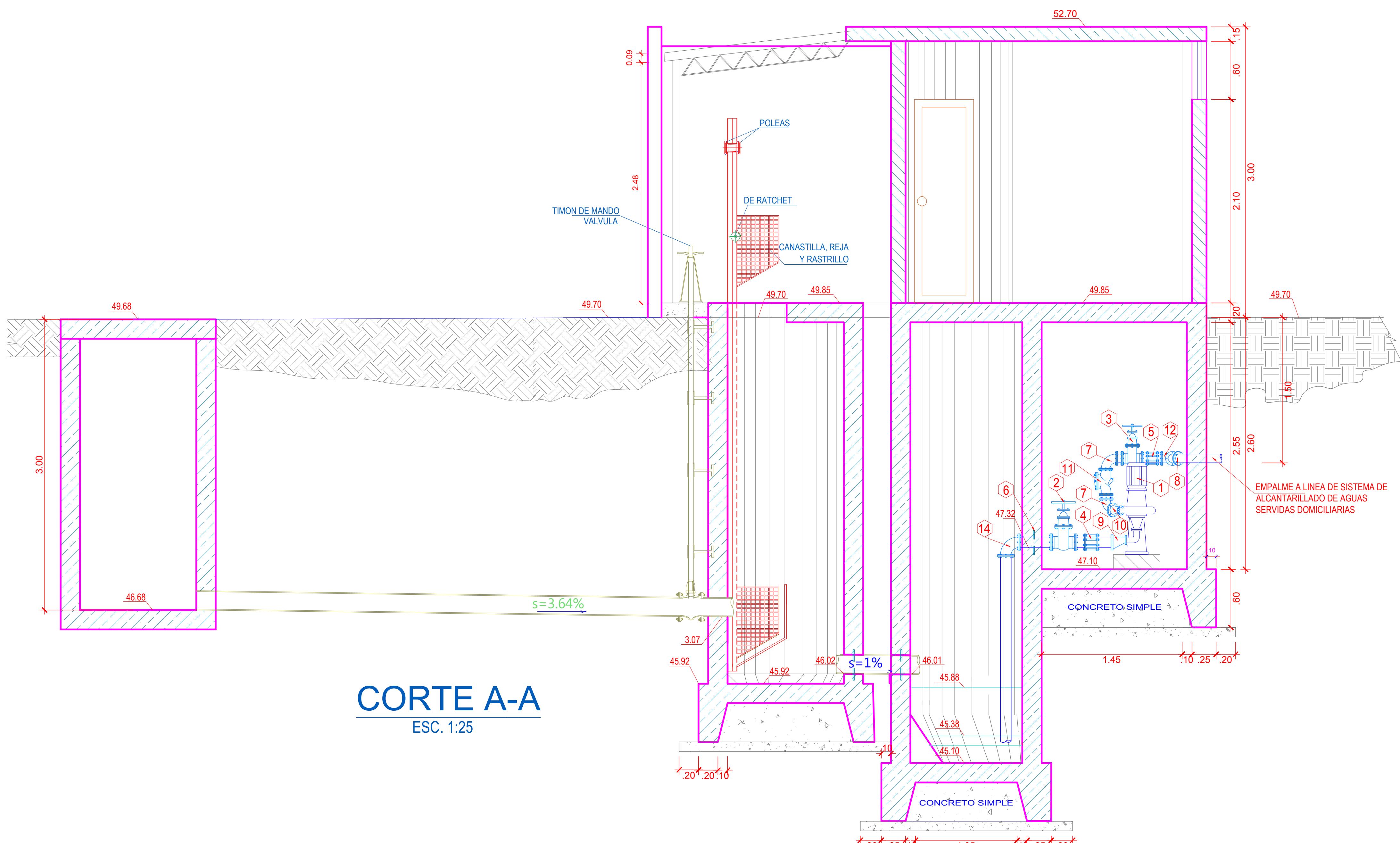
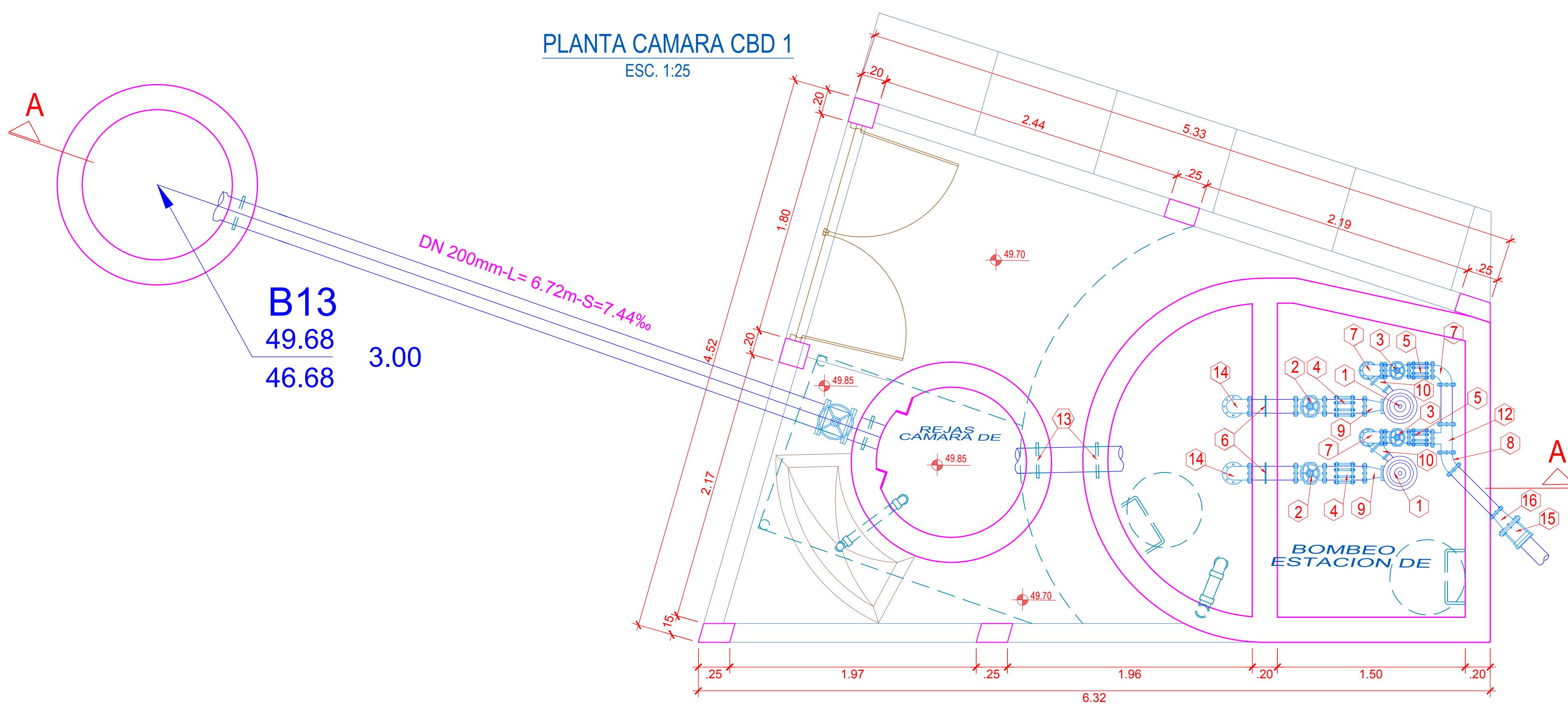
- TODAS LAS VENTANAS DE LA CASETA DE VIGILANCIA SERAN DE PERFILES METALICOS L 1½x1½" Y VIDRIO DOBLE.
- LAS PUERTAS Y VENTANAS DE LA CASETA DE VIGILANCIA Y ESTACION DE BOMBEO IRAN CON PINTURA ANTICORROSIVA Y ACABADO CON ESMALTE MARINO (2 MANOS)
- EL PISO DEL BAÑO SERA DE LOSETA VITRIFICADA NACIONAL DE 0.30x0.30m.



UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

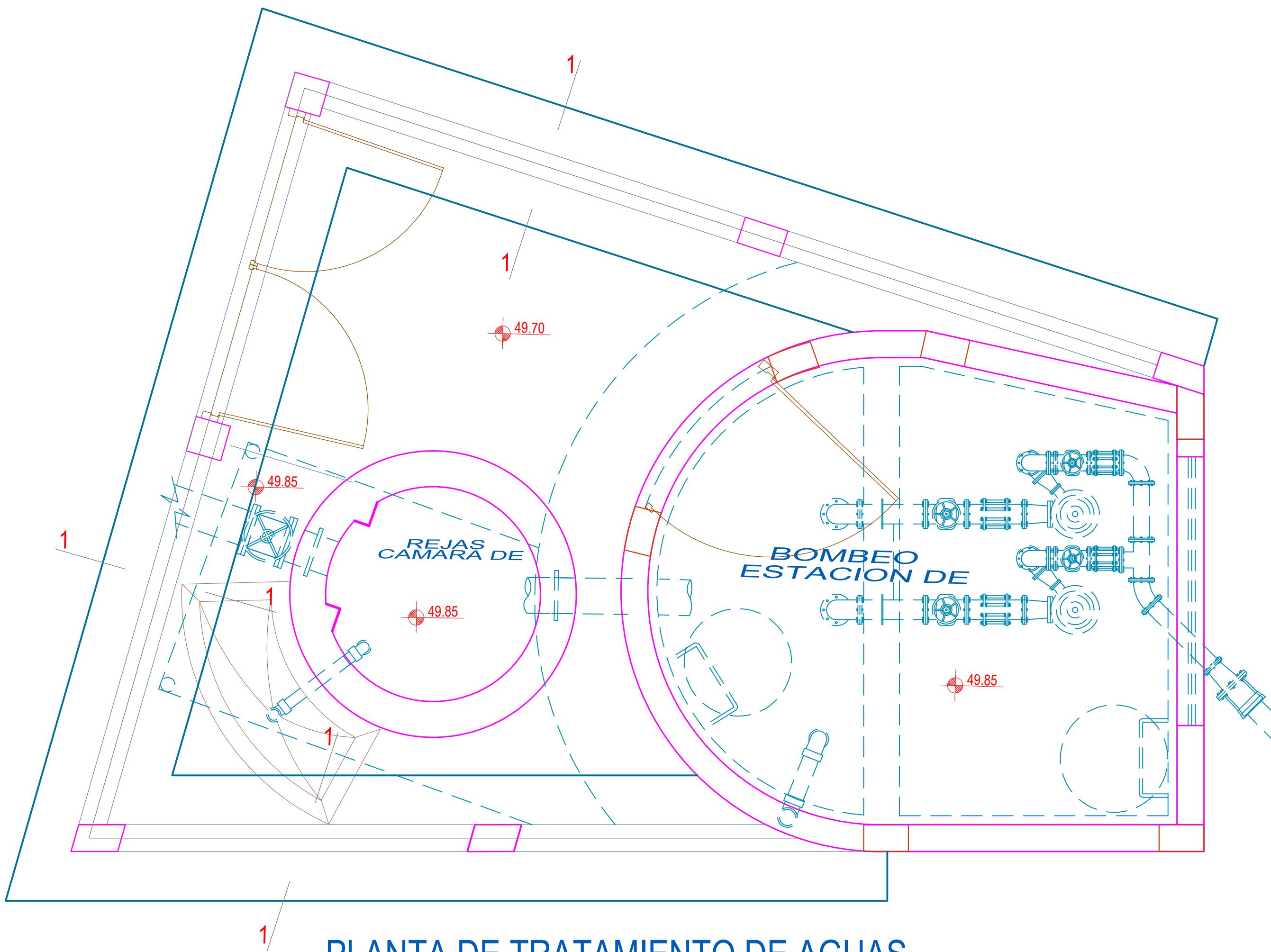
DISTRITO: TRUJILLO	TESIS:  GESTION DE RIESGO DE DESASTRES DE LAS LAGUNAS DE OXIDACION DE COVICORTI, EL CORTIJO Y PROPUESTA PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES DE CURTIEMBRES EN LA CIUDAD DE TRUJILLO Y DISTRITOS. LA LIBERTAD
PROVINCIA: TRUJILLO	
DEPARTAMENTO LA LIBERTAD	PLANO DE:  ARQUITECTURA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA CADA CURTIEMBRE; METODO ELECTROCOAGULACION
ESCALA : INDICADA FECHA: DIC. 2017	TESISTA: BACH. DAVID PAUL SANCHEZ MEJIA ASESOR: ING. FIDEL GERMAN SAGASTEGUI PLASENCIA

Nº LAMINA:  
A-01



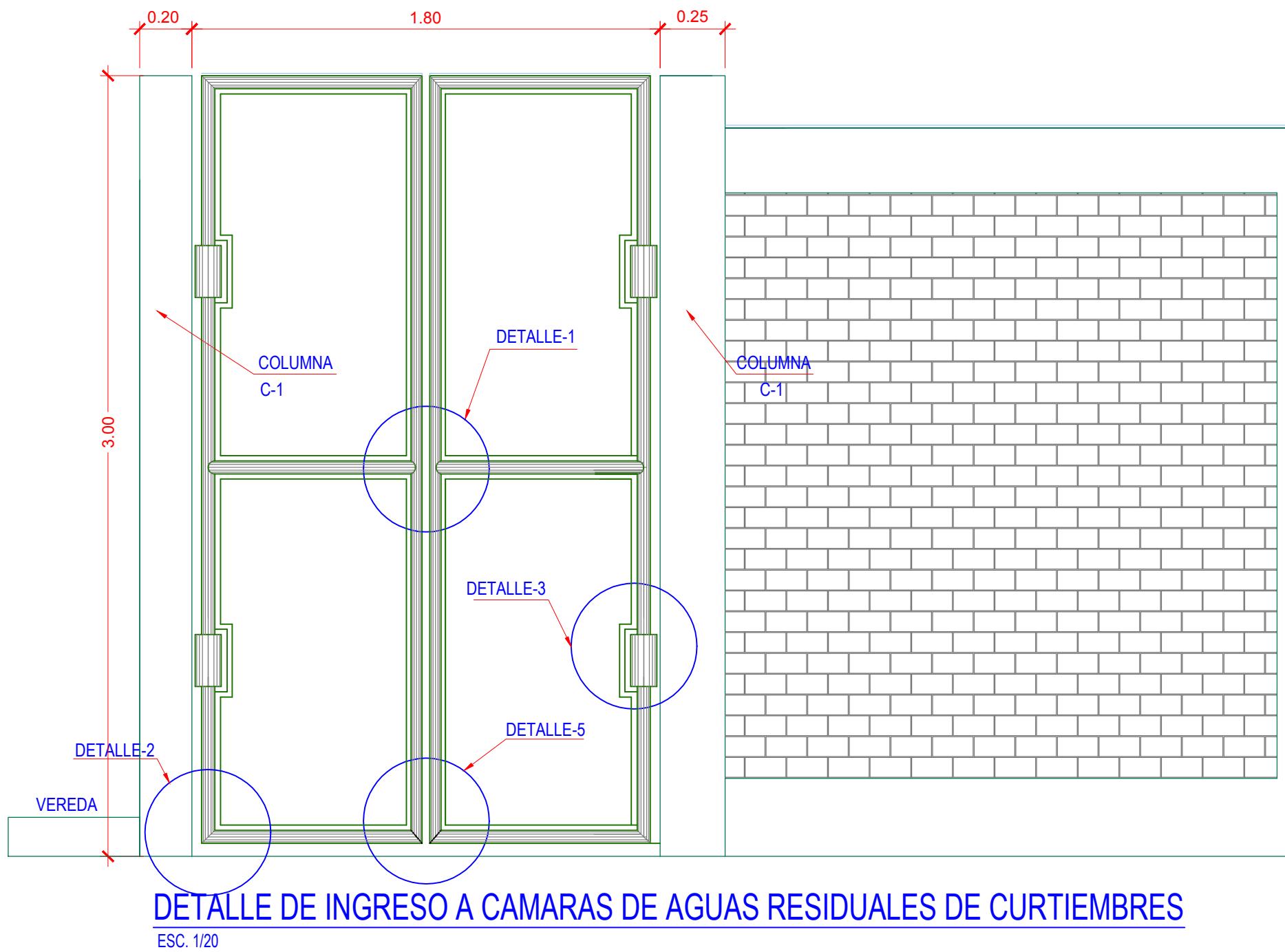
**LEYENDA**  
**CAMARA DE BOMBEO DESAGUE**

NÚMERO	DESCRIPCIÓN	DN(mm)	CANT
1	ELECTROBOMBA DE EJE VERTICAL Qb=5.81 l/s, HDT=20.38 m/seg. , Pot. Electrobomba =3.00 HP OPERACIÓN ) 1 Electrobombas en operación DE ELECTROBOMBAS \ 1 Electrobomba de reserva		2
2	VÁLVULA DE COMPUERTA H°D° BB	100	1
3	VÁLVULA DE COMPUERTA H°D° BB	80	1
4	UNIÓN FLEXIBLE TIPO DRESSER	100	1
5	UNIÓN FLEXIBLE TIPO DRESSER	80	1
6	BRIDA ROMPE AGUA ACERO	100	1
7	CODO H°D° BB	80x90°	1
8	CODO H°D° BB	80x45°	1
9	REDUCCIÓN H°D° BB	100x50	1
10	REDUCCIÓN H°D° BB	80X50	1
11	VALVULA CHECK H°D° BB	80	1
12	TEE H°D° BB	80	1
13	BRIDA ROMPE AGUA ACERO	100	1
14	CODO H°D° BB	100x90°	1
15	TRANSICION DE H°D° BB A PVC	100	1
16	AMPLIACION H°D° BB	80X100	1

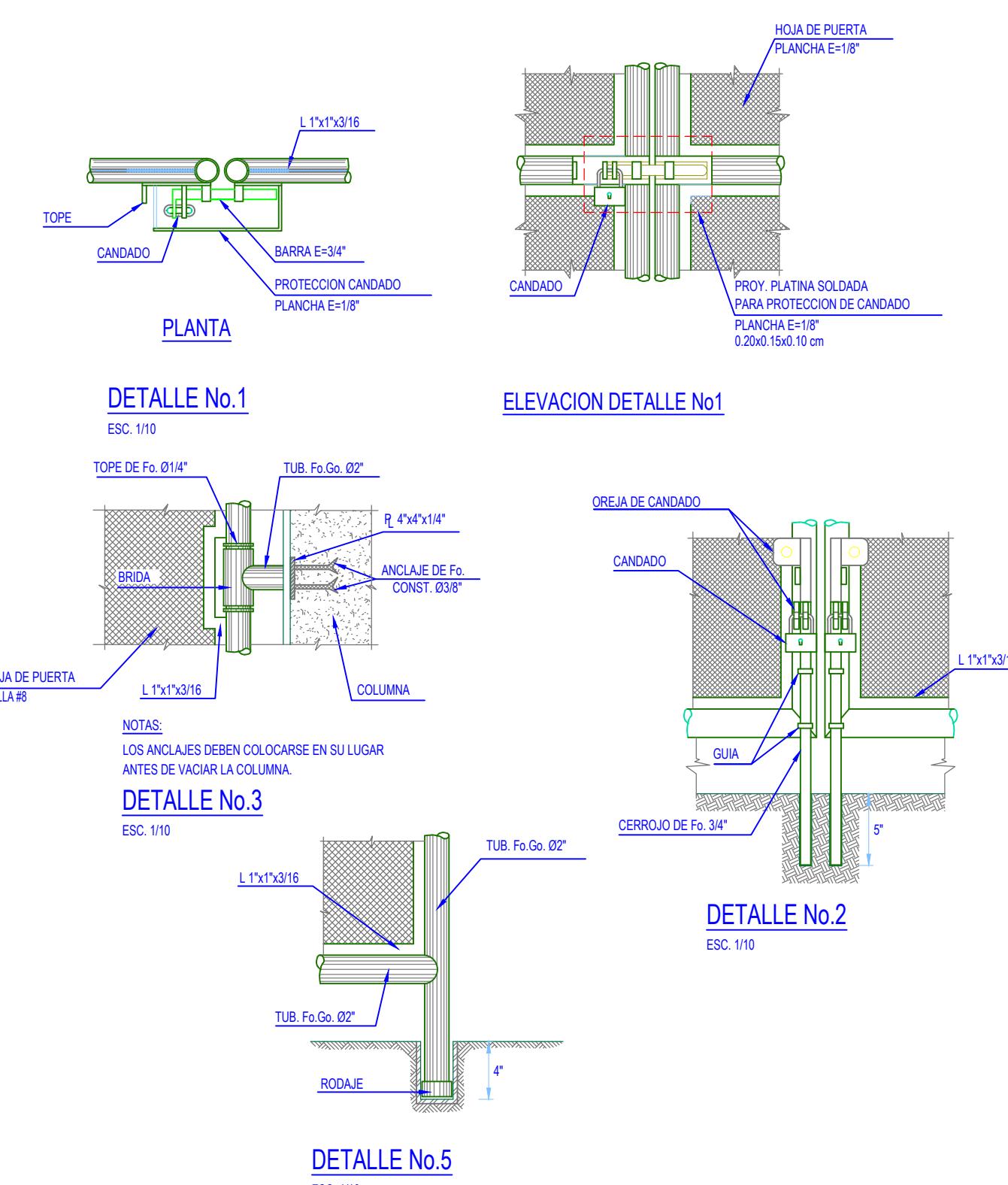


# PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS

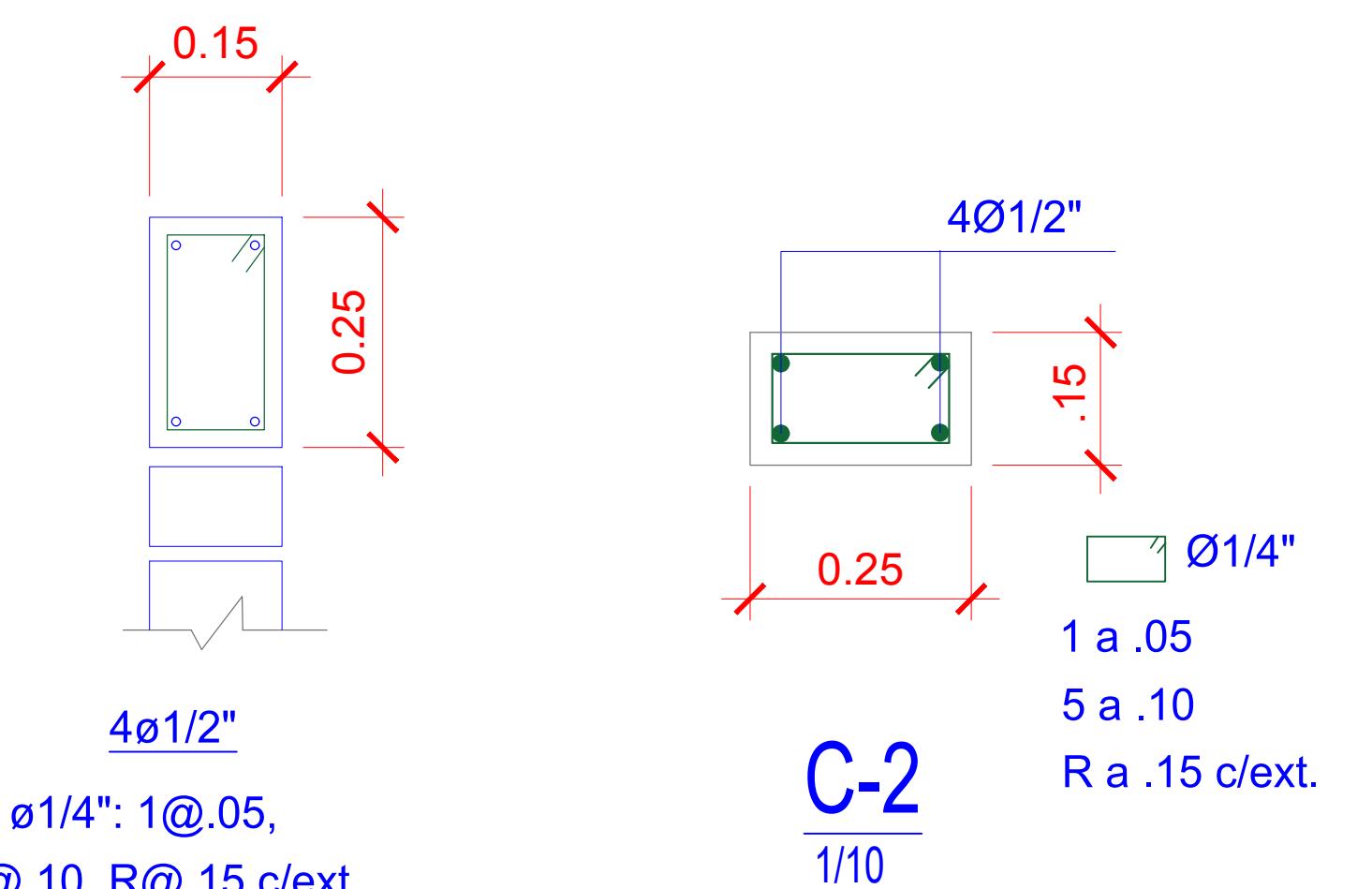
# RESIDUALES DE CURTIEMBRES



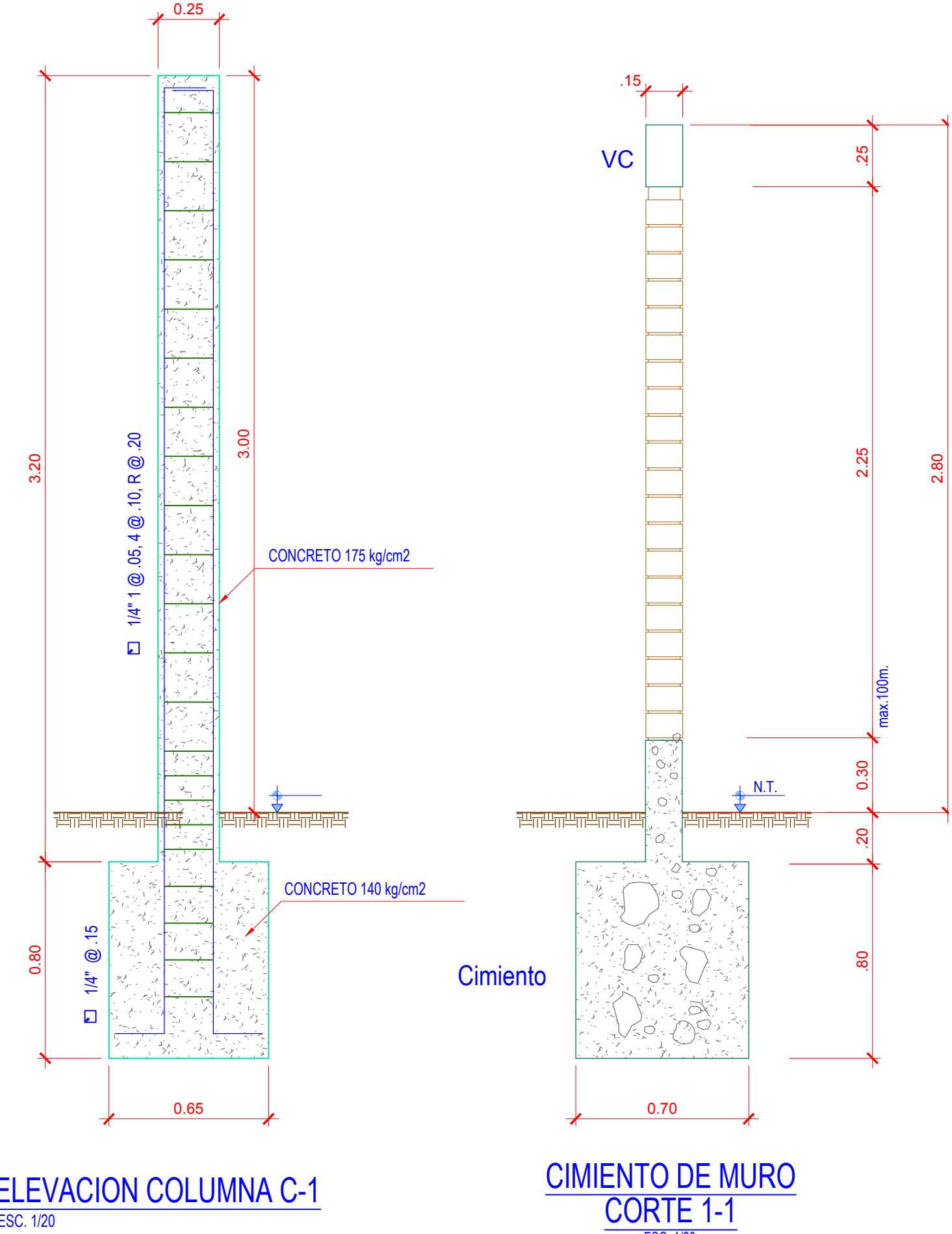
**DETALLE DE INGRESO A CAMARAS DE AGUAS RESIDUALES DE CURTIEMBRES**



# V.C (.15x.25)

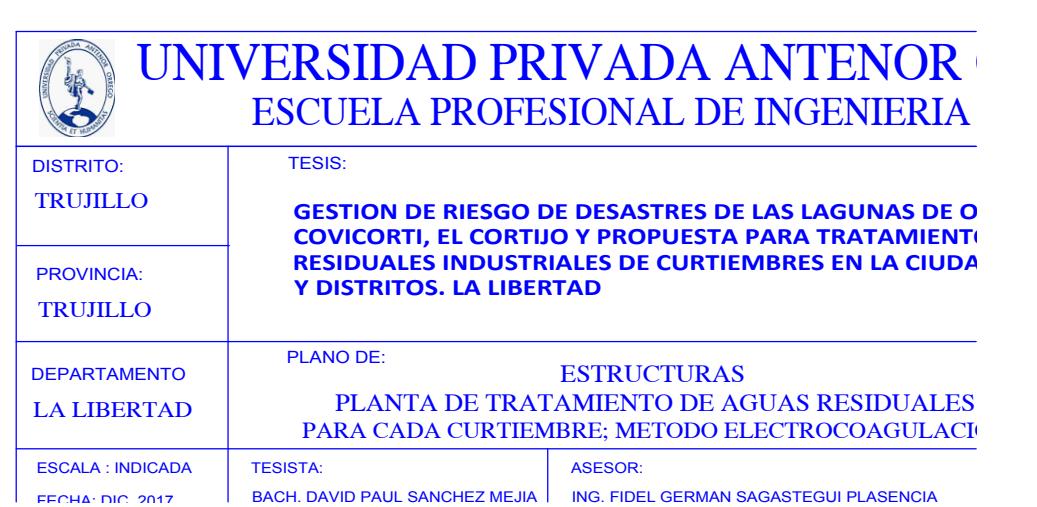


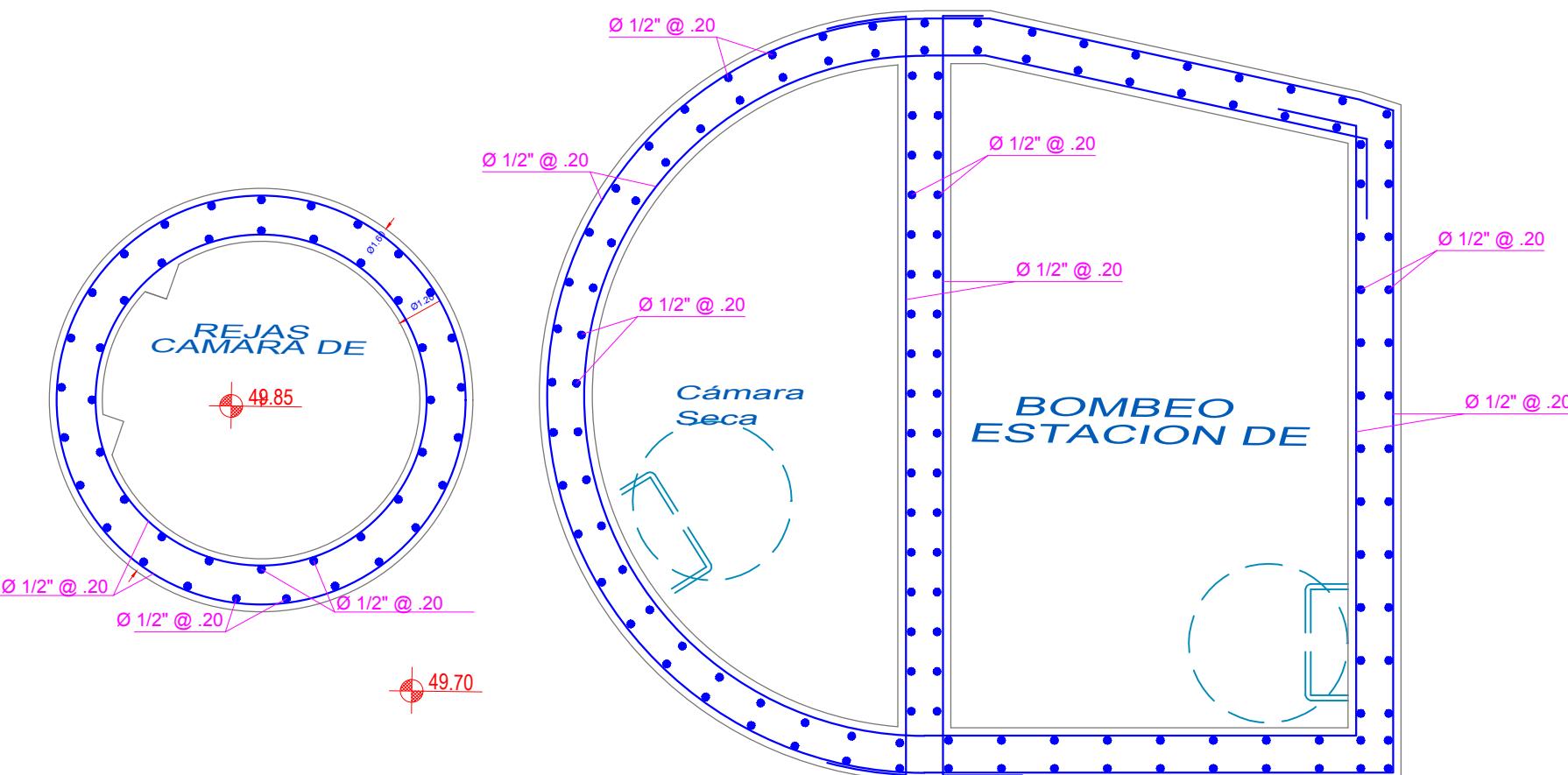
ELEVACION COLUMNAS C-1  
ESC. 1/20



# CIMENTO DE MURO

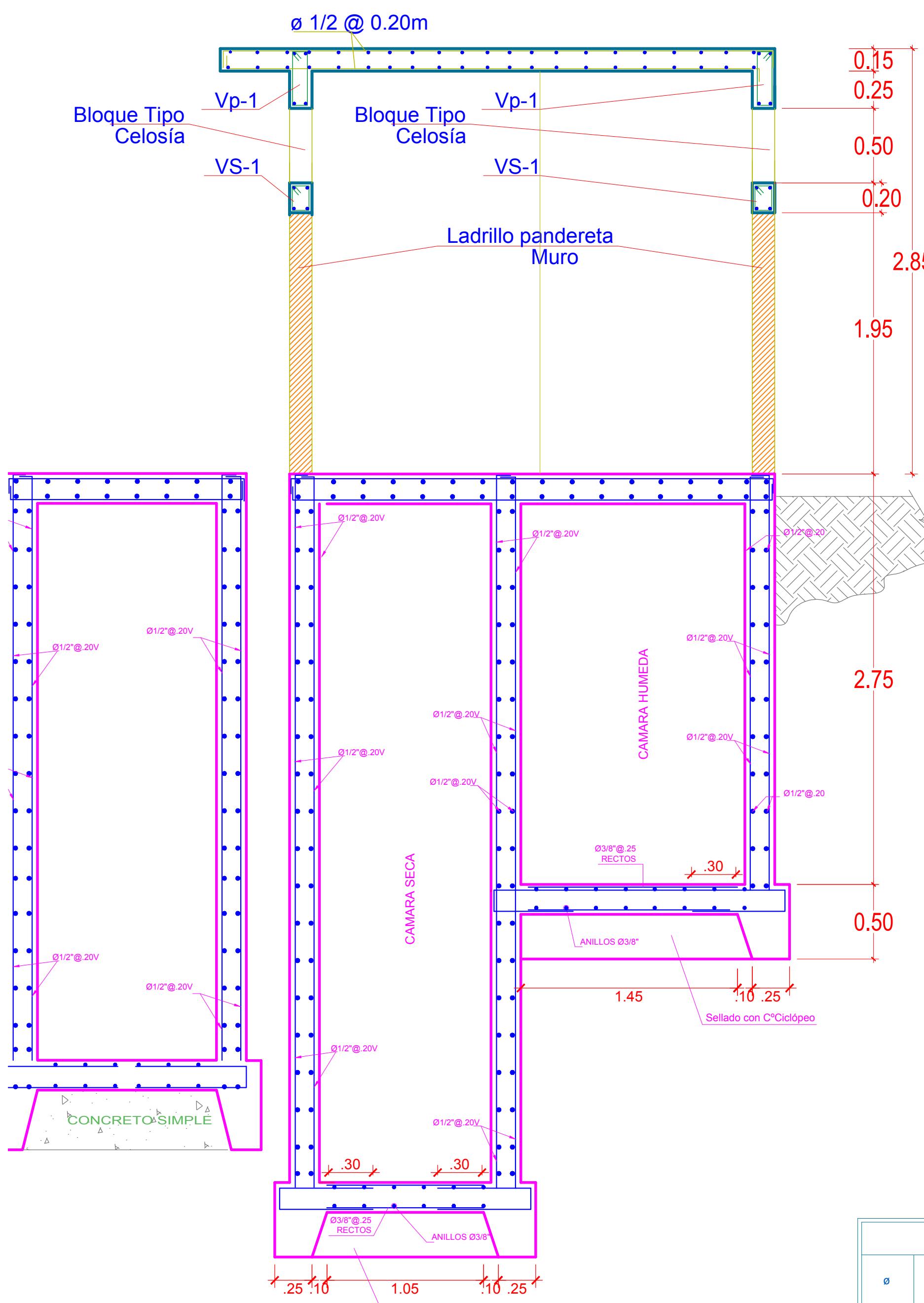
## CORTE 1-1





CORTE EN PLANTA - SUBTERRÁNEO

ESC. 1:50



CORTE A-A

ESC:1/50

TRASLAPES Y EMPALMES					ESTRIBOS
Ø	LOSAS VIGAS (cm)	COLUM. (cm)	LOSAS Y VIGAS	EN COLUMNAS	
6 mm	30				
3/8"	40	30			
1/2"	50	40			
5/8"	65	55			
3/4"	80	70			
1"	110	100			

No se permite el empalme del refuerzo superior (negativo) en una longitud de 1/4 de la viga a cada lado de la columna o apoyo.

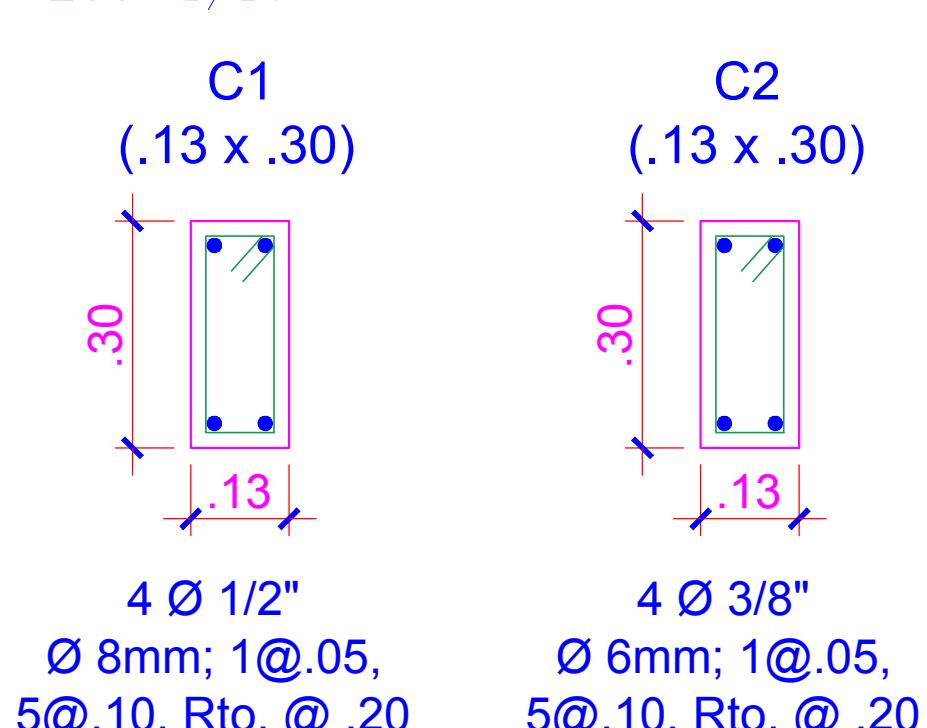
Los empalmes L se situarán en el tercio central. No se engalarán más de 30% de la armadura en una misma sección.

Ø L R min.

6 mm 10cm 1.5cm  
3/8" 15cm 2.0cm

Detalle Columnas de Casetas

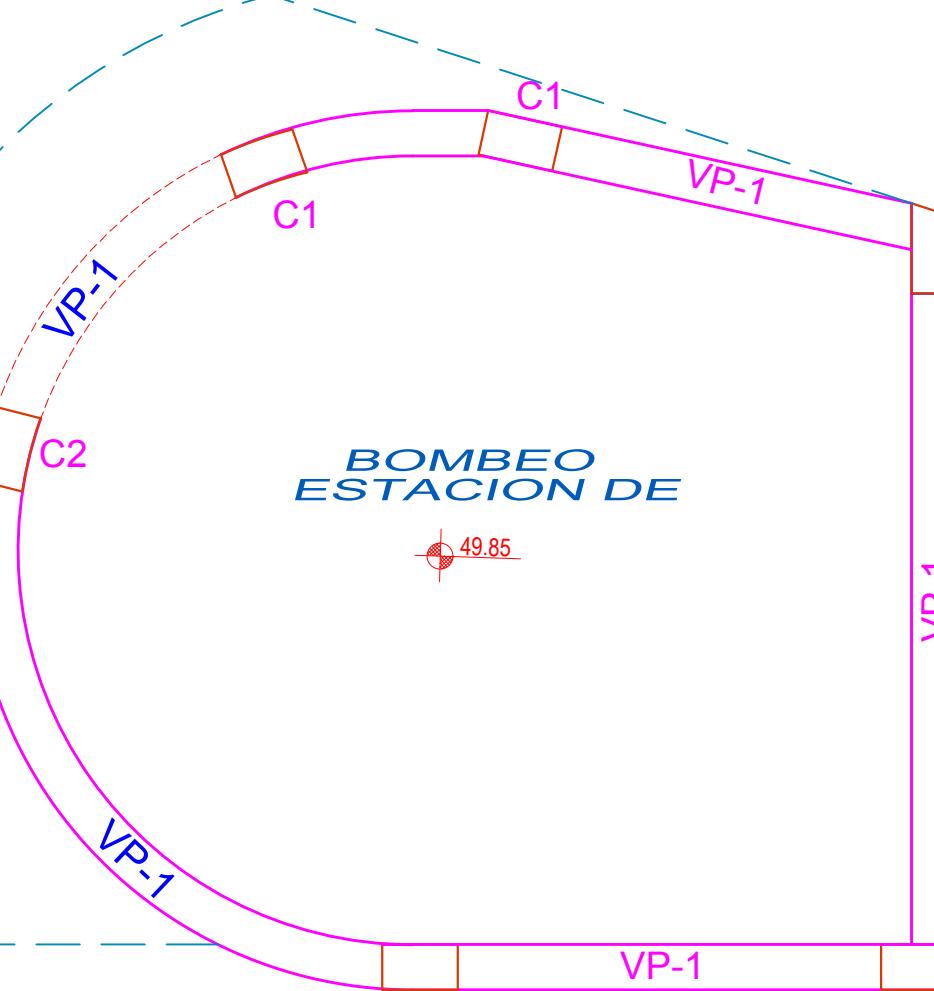
ESC: 1/10



4 Ø 1/2"  
Ø 8mm; 1@.05,  
5@.10, Rto. @ .20

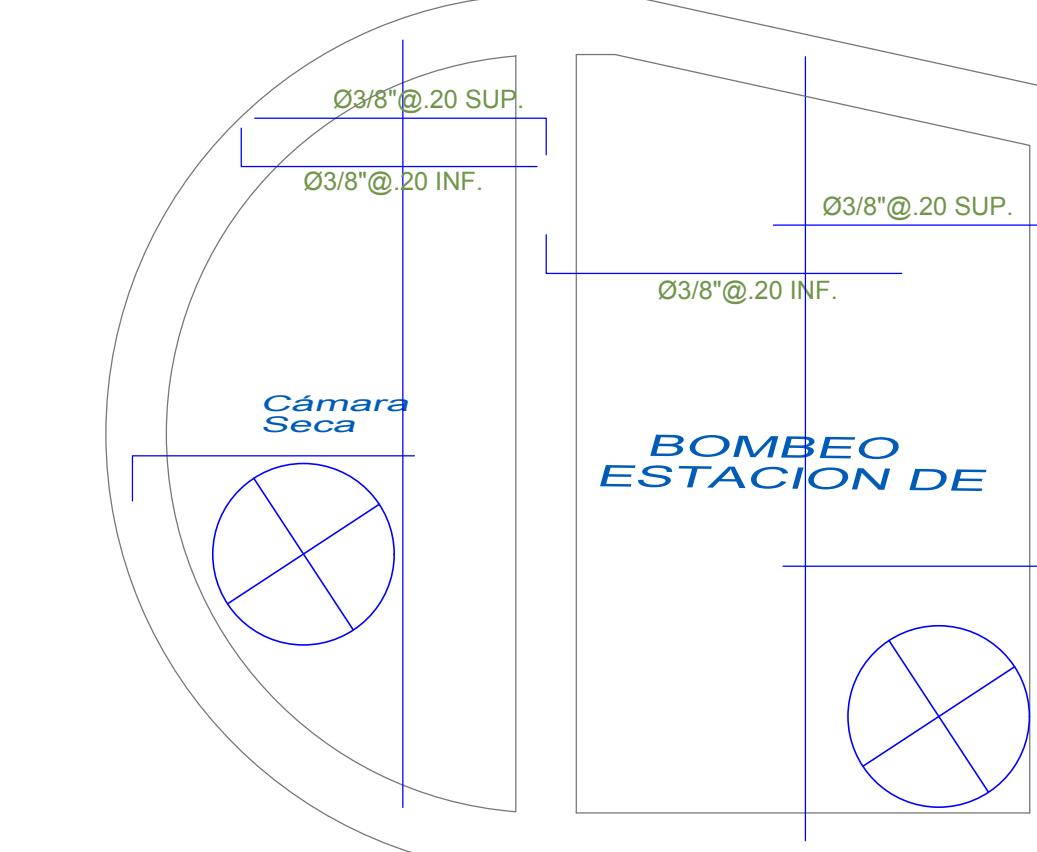
4 Ø 3/8"  
Ø 6mm; 1@.05,  
5@.10, Rto. @ .20

ESPECIFICACIONES TECNICAS					
<b>MATERIALES :</b> ACERO EN GENERAL fy=4200 Kg/cm <sup>2</sup> CEMENTO PORTLAND TIPO V EN GENERAL					
<b>CONCRETO :</b> - SOLDADO      f <sub>c</sub> =100 Kg/cm <sup>2</sup> - MUROS Y CIMENTACION      f <sub>c</sub> =210 Kg/cm <sup>2</sup> - LOSA SUPERIOR      f <sub>c</sub> =210 Kg/cm <sup>2</sup> LIMITAR LA RELACION AGUA CEMENTO 0.45 PARA EL FONDO Y MURO DE CAMARAS					
PRESION ADMISIBLE SOBRE EL TERRENO      0 t= 1.50 Kg/cm <sup>2</sup>					
<b>RECUBRIENTES :</b> MURO CABA SECA : 4.0 cm MURO CABA HUMEDA : 5.0 cm LOSA DE FONDO : 5.0 cm LOSA SUPERIOR : 3.0 cm					
<b>SOBRECARGA:</b> LOSA SUPERIOR 200 Kg/m <sup>2</sup>					
<b>VACIADO DEL CONCRETO :</b> LA ALTURA MAXIMA PARA EL VACIADO DEL CONCRETO SERA DE 4.50 POR ETAPA.					
<b>REVESTIMIENTOS PARA SUPERFICIES EN CONTACTO CON EL AGUA:</b> TODAS LAS SUPERFICIES EN CONTACTO CON EL AGUA, INCLUIDO LA SUPERFICIE INTERIOR DE LA SERAN REVESTIDAS CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE TIPO CEMENTICO EN DOS CAPAS.					
TODAS LAS SUPERFICIES EN CONTACTO CON EL TERRENO SERAN PINTADAS CON EMULSION ASFALTICA.					
LA PROPORCIÓN Y METODO DE APLICACION DE LOS ADITIVOS SERA DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE.					
-USAR ADITIVO IMPERMEABILIZANTE PLASTOCRETE DM PARA EL CONCRETO EN CONTACTO CON EL TERRENO.					
<b>NOTAS :</b> -SE RECOMIENDA TENER CUIDADO DE CONTROLAR EN LO POSIBLE CUALQUIER FILTRACION DE AGUA QUE ALTERE EL EQUILIBRIO POTENCIAL DEL SUELO.					



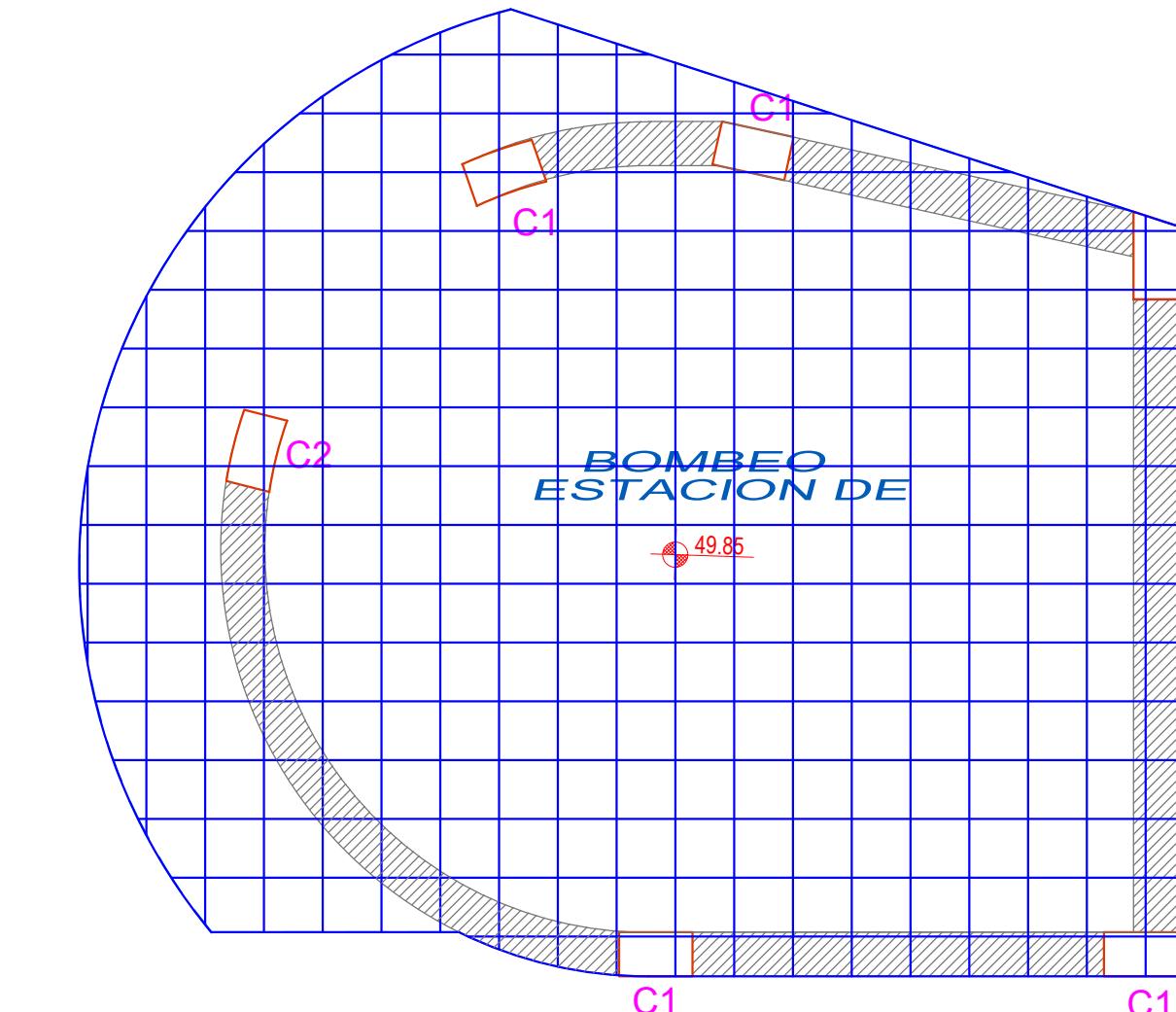
ENCOFRADO DE LOSA DE TECHO

EN CASETA  
ESC:1/25



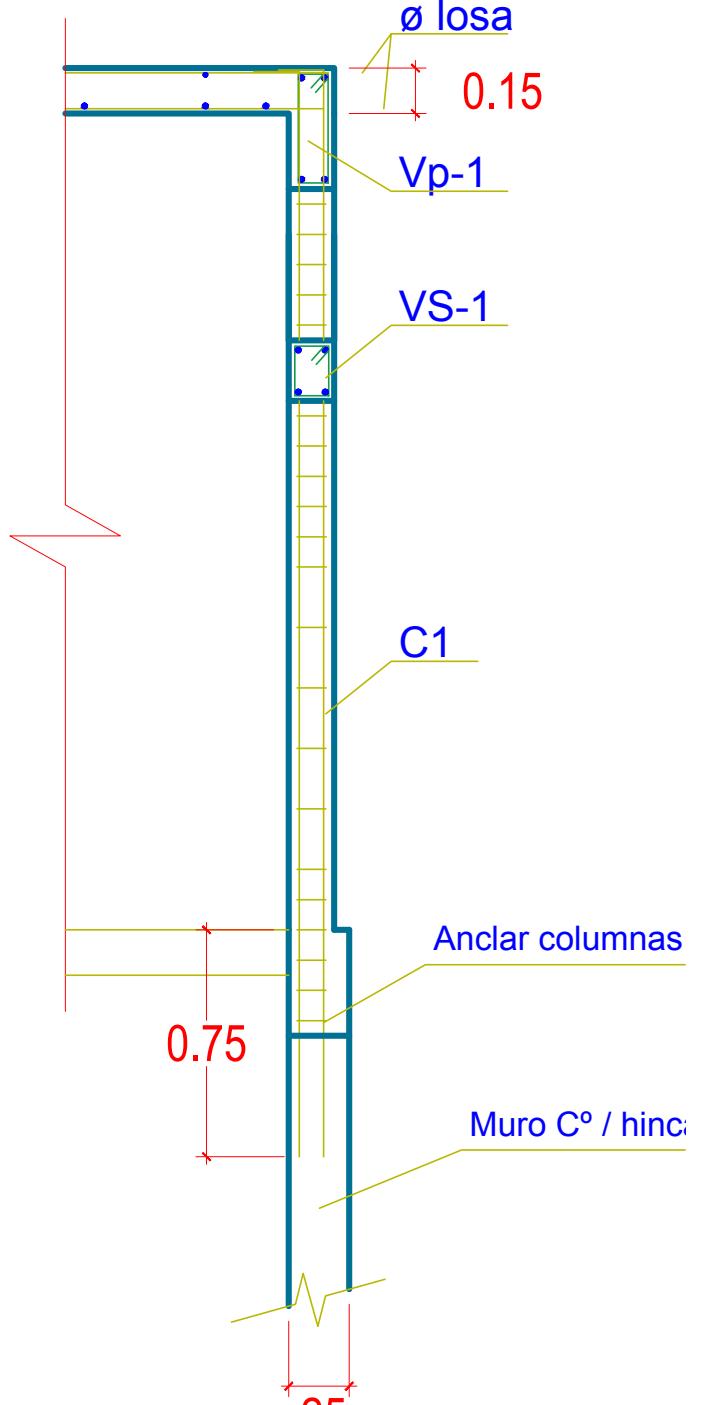
CORTE EN PLANTA TECHO

ESC. 1:25



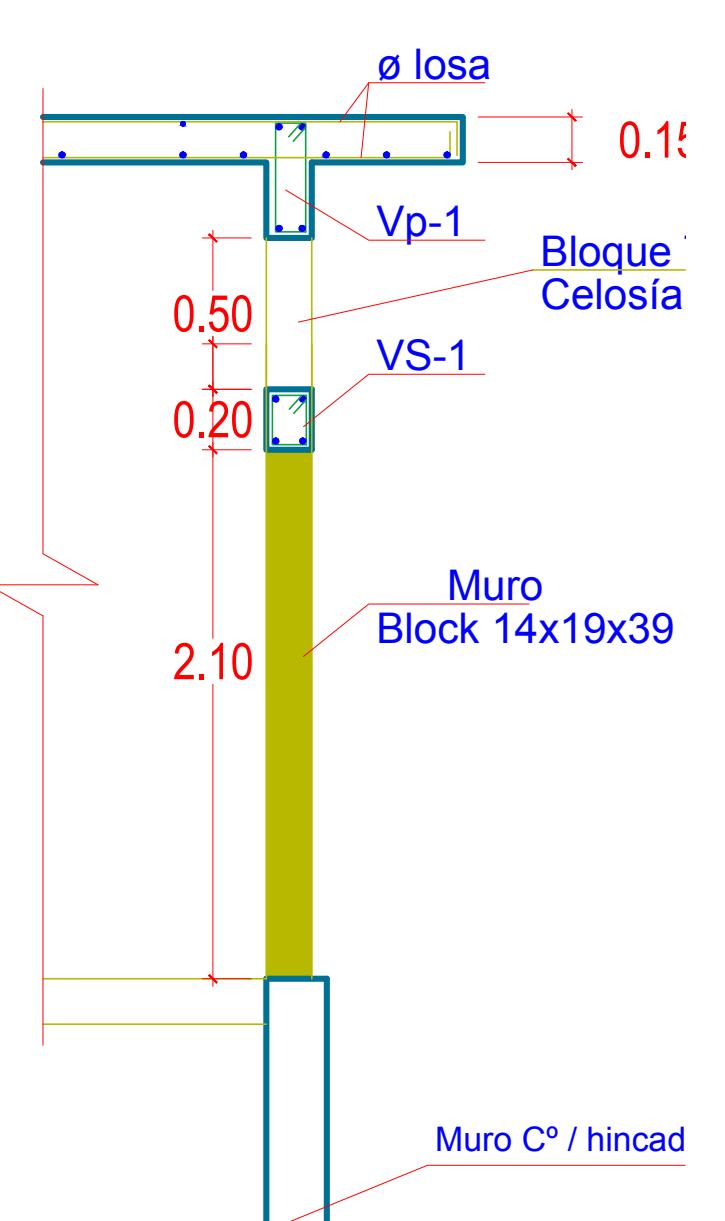
DISTRIBUCIÓN DE ACERO

INFERIOR LOSA DE TECHO CASETA  
ESC:1/25



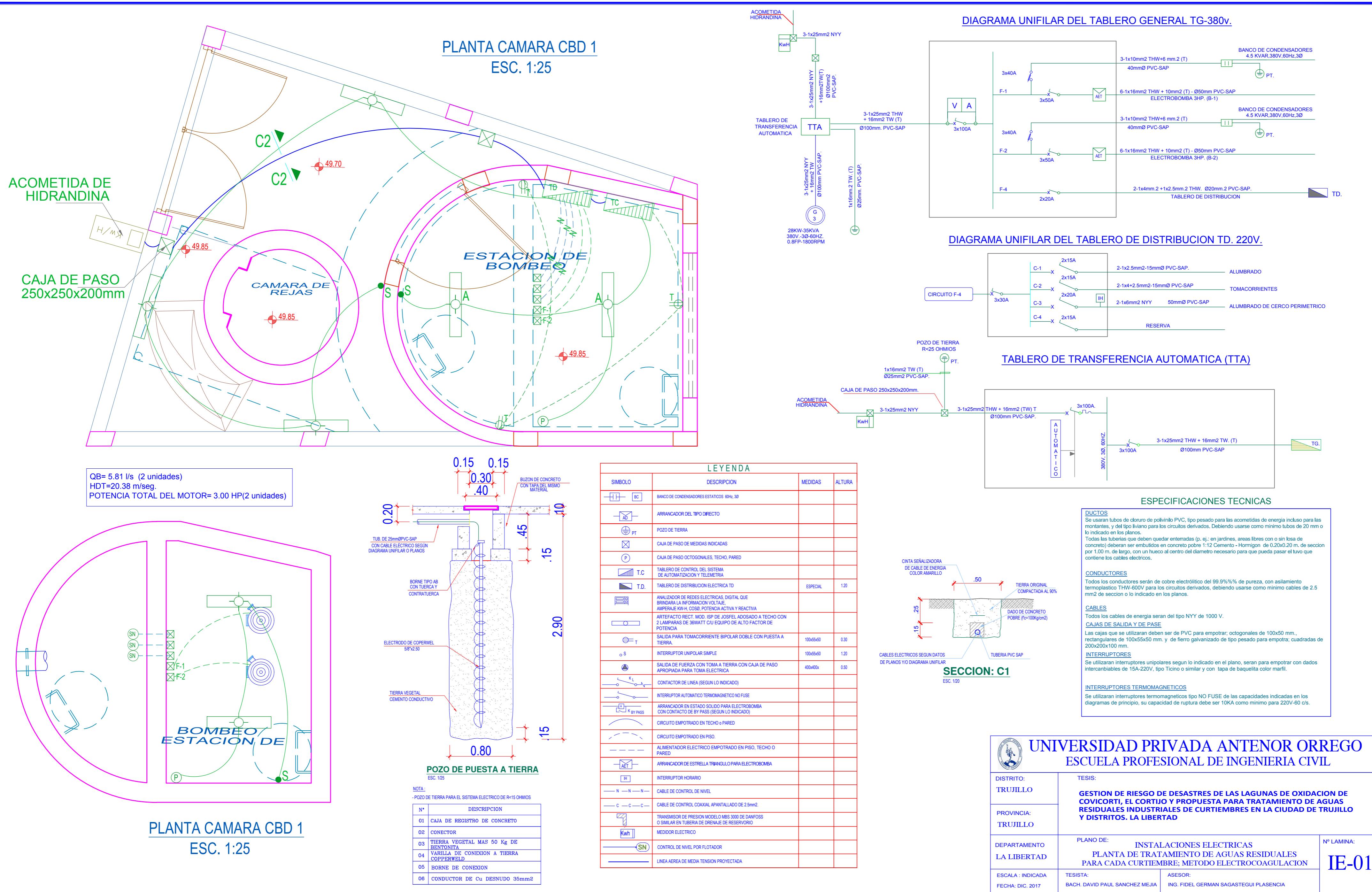
CORTE B-B

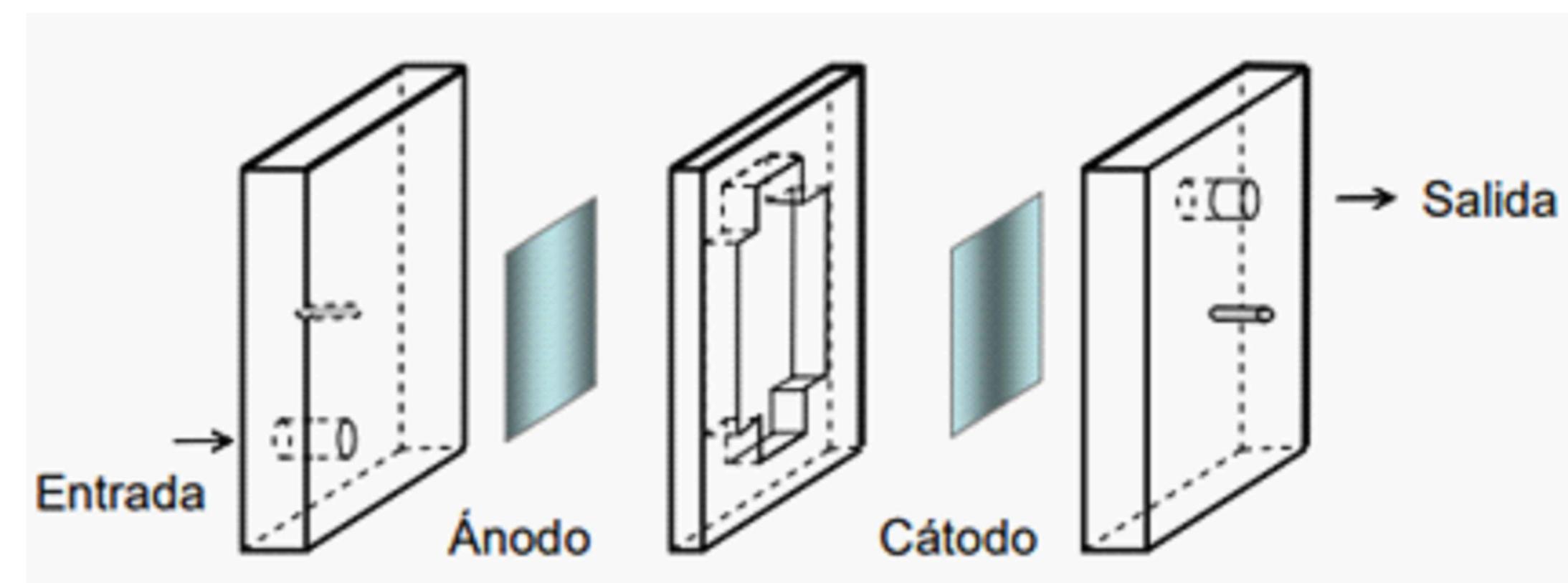
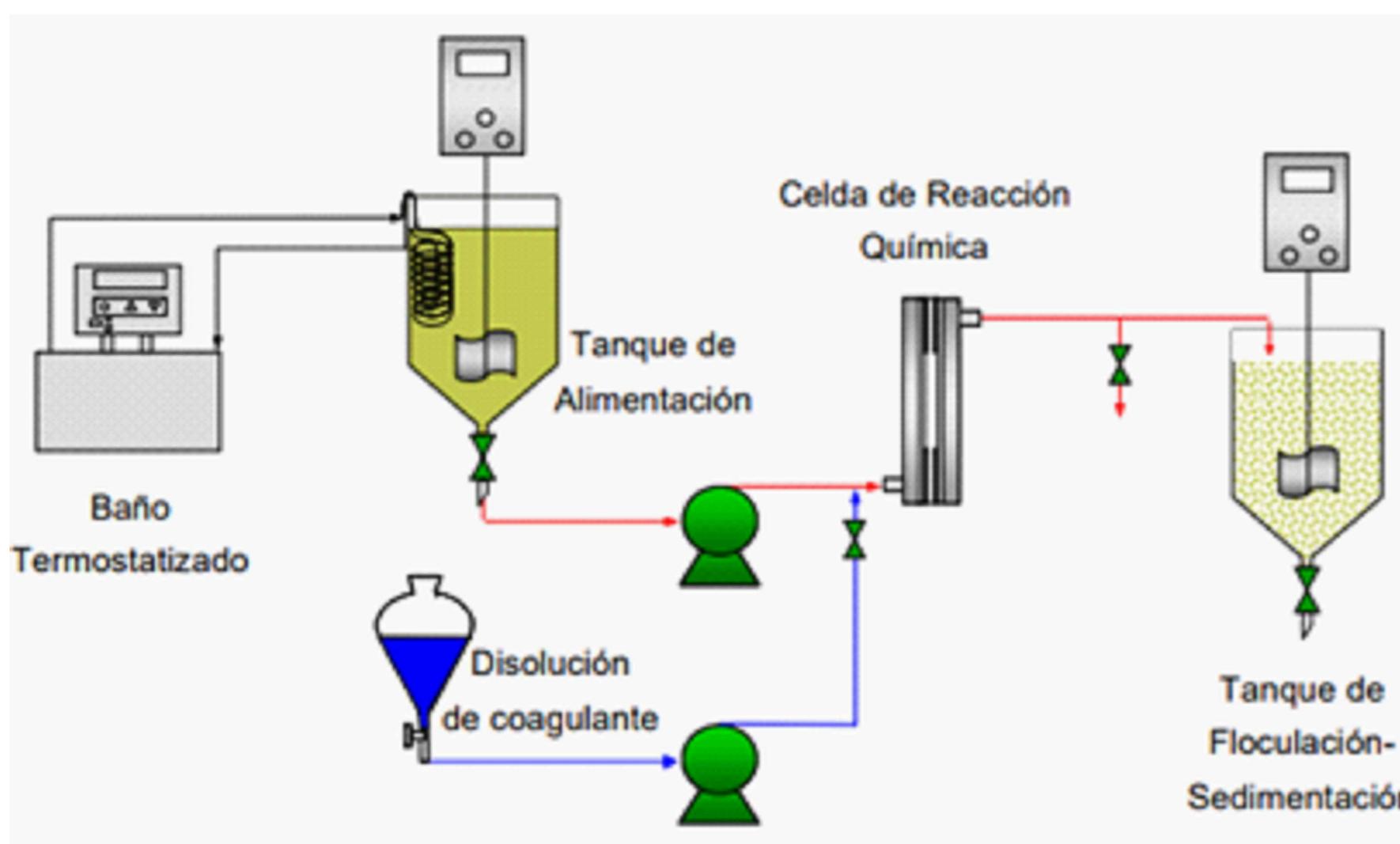
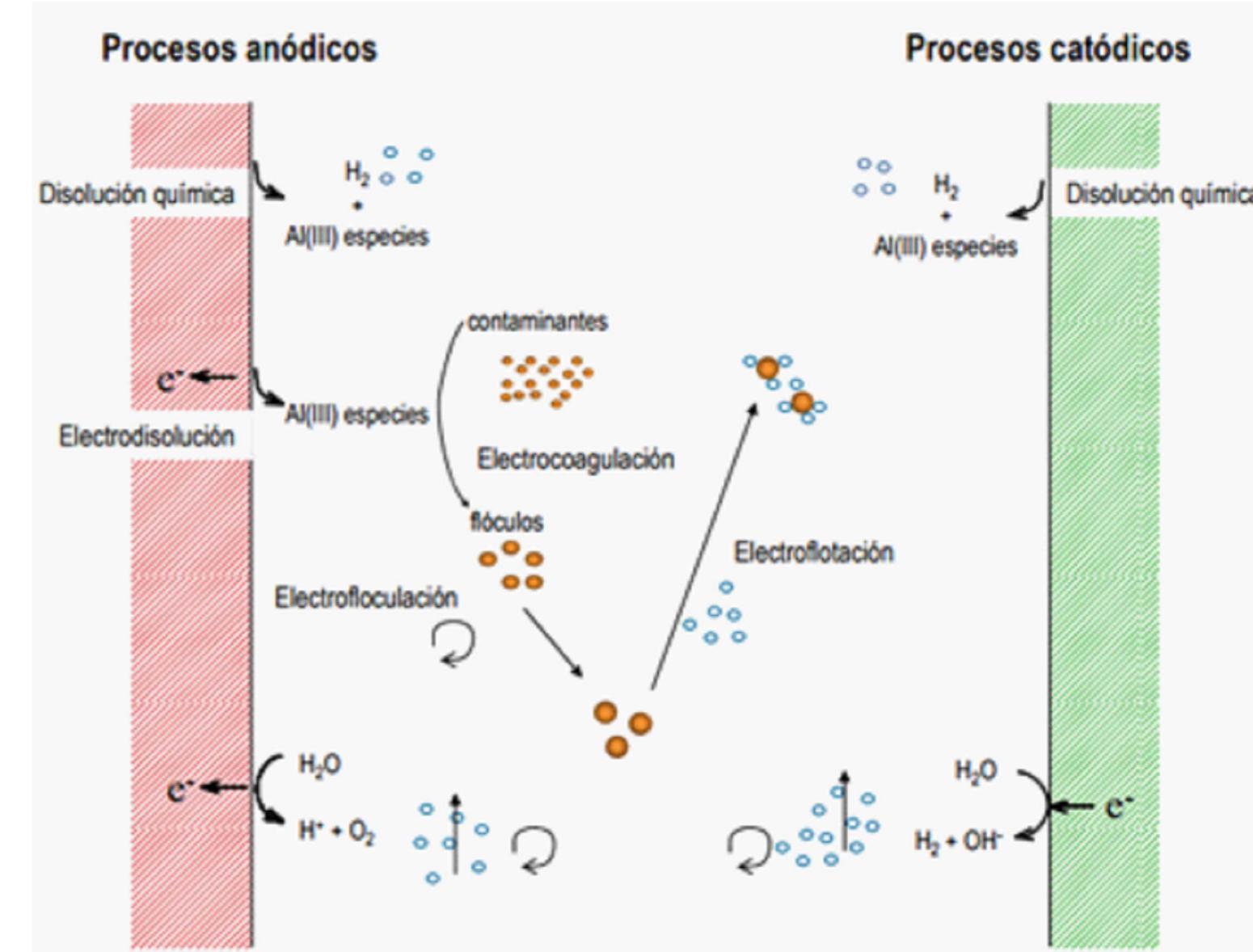
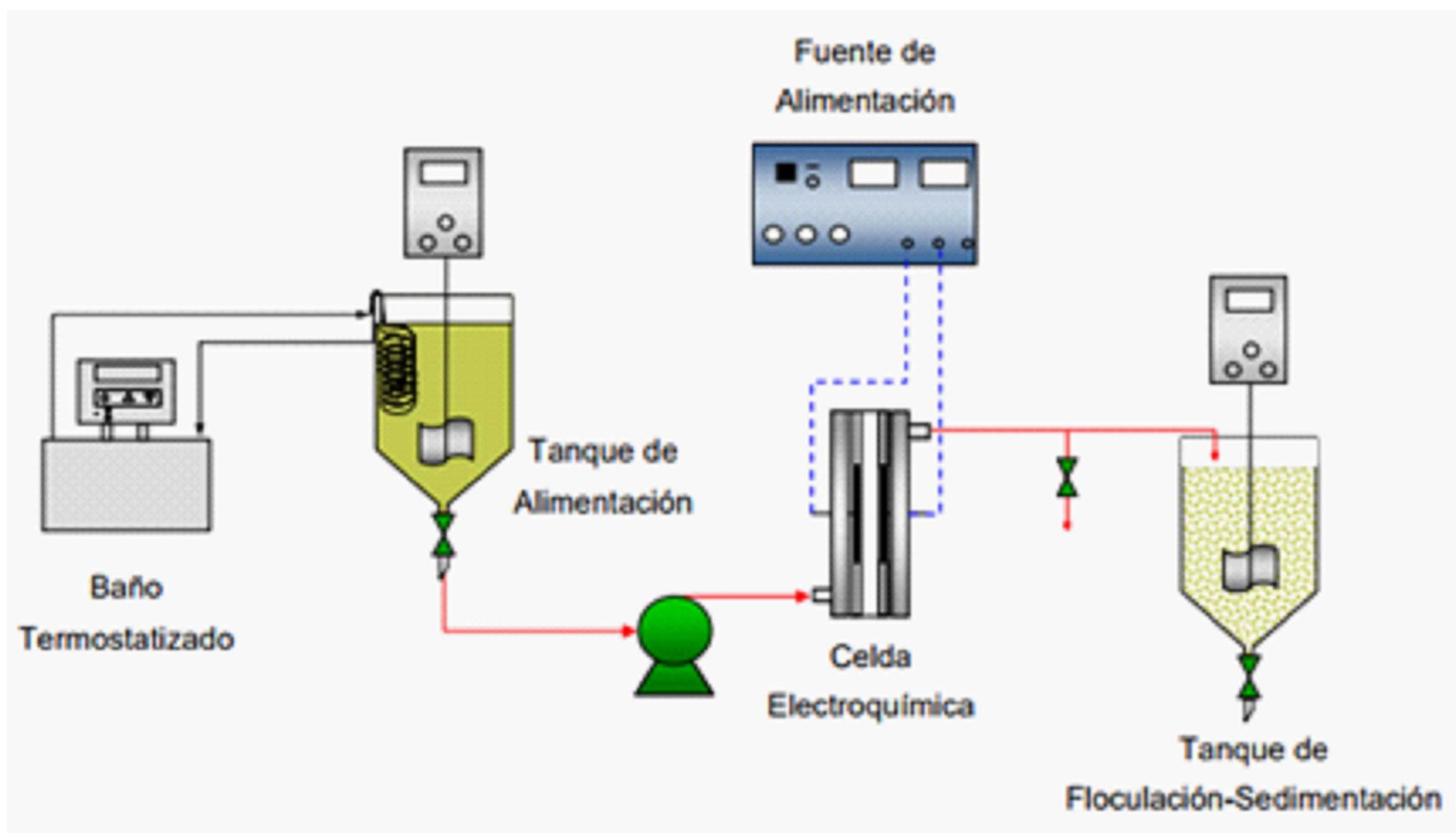
ESC:1/25



CORTE C-C

ESC:1/25





		<b>UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO</b>
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
DISTRITO: TRUJILLO	TESIS:	
PROVINCIA: TRUJILLO	GESTION DE RIESGO DE DESASTRES DE LAS LAGUNAS DE OXIDACION DE COVICORTI, EL CORTIJO Y PROPUESTA PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES DE CURTIEMBRES EN LA CIUDAD DE TRUJILLO Y DISTRITOS. LA LIBERTAD	
DEPARTAMENTO LA LIBERTAD	PLANO DE: ETAPAS, SECCION E INSTALACION DEL METODO ELECTROCOAGULACION PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE CADA CURTIEMBRE;	Nº LAMINA: <b>ME-01</b>
ESCALA : INDICADA FECHA: DIC. 2017	TESISTA: BACH. DAVID PAUL SANCHEZ MEJIA	ASESOR: ING. FIDEL GERMAN SAGASTEGUI PLASENCIA



PLANO DE UBICACION  
ESC:1/5000



UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

DISTRITO: TRUJILLO	TESIS:  GESTION DE RIESGO DE DESASTRES DE LAS LAGUNAS DE OXIDACION DE COVICORTI, EL CORTIJO Y PROPUESTA PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES DE CURTIEMBRES EN LA CIUDAD DE TRUJILLO Y DISTRITOS. LA LIBERTAD
PROVINCIA: TRUJILLO	
DEPARTAMENTO LA LIBERTAD	PLANO DE: UBICACION DE LA CURTIEMBRE AGUILAR YPARRAGUIRRE (AV. AMERICA NORTE 579 URB. DANIEL HOYLE, TRUJILLO)
ESCALA : INDICADA FECHA: DIC. 2017	TESISTA: BACH. DAVID PAUL SANCHEZ MEJIA ASESOR: ING. FIDEL GERMAN SAGASTEGUI PLASENCIA

Nº LAMINA:  
**U-01**