

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



**PROYECTO FINAL DE GRADO**

“DISEÑO DE UNA PLANTA DE BENEFICIO ANIMAL EN EL MUNICIPIO DE SAN ESTANISLAO, DEPARTAMENTO DE SAN PEDRO”

**AUTOR**

WILLY ALFREDO VALENZUELA TOPPI

**TUTOR:** PROF. ING. FREDY GABRIEL RAMIREZ VILLANUEVA.

**CO TUTOR:** PROF. ING. JORGE LUIS VERA AGUERO

**CORONEL OVIEDO, JUNIO DE 2024**



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentido crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## PÁGINA DE APROBACIÓN

Trabajo de fin de grado para la obtención del Título de Ingeniero Civil, aprobado en representación de la Facultad Ciencias y Tecnologías de la Universidad Nacional de Caaguazú, por el Tribunal Examinador constituido por los siguientes profesores y con la siguiente nota final:

CALIFICACIÓN FINAL: \_\_\_\_\_

ACTA N°: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

-----  
Prof. Ing.

-----  
Prof. Ing.

-----  
Prof. Ing.



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.



**Atribución-NoComercial 4.0  
Internacional (CC BY-NC 4.0)**

Usted es libre de:

- **Compartir** — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato
- **Adaptar** — remezclar, transformar y construir a partir del material

Bajo los siguientes términos:

- **Atribución** — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.
- **NoComercial** — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.  
**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

### **DERECHO DE AUTOR**

Quien suscribe Willy Alfredo Valenzuela Toppi, autor del trabajo de investigación titulado “DISEÑO DE UNA PLANTA DE BENEFICIO ANIMAL EN EL MUNICIPIO DE SAN ESTANISLAO, DEPARTAMENTO DE SAN PEDRO”, declara que voluntariamente cede a título gratuito en forma pura y simple ilimitada e irrevocablemente a favor de la Facultad de Ciencias y Tecnologías – UNCA, el derecho de autor de contenido patrimonial, que le corresponde sobre el trabajo de referencia. Conforme a lo anteriormente expresado, esta sesión le otorga a la FCyT la Facultad de comunicar la obra divulgarla, publicarla y reproducirla en soportes analógicos o digitales en la oportunidad que así lo estime conveniente. La FCyT deberá indicar que la autoría o creación del trabajo corresponde a mi persona y hará referencia al autor y a las personas que hayan colaborado en la realización del presente trabajo de investigación.

En la ciudad de Coronel Oviedo a los .... , del mes de ..... del 2024

.....

Firma



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

---

## **DEDICATORIA**

A **mis padres**, por su amor incondicional, apoyo constante y por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia. Sin su guía y motivación, este logro no habría sido posible.

A **mis docentes**, por compartir su conocimiento y sabiduría, y por inspirarme a alcanzar nuevas metas. Gracias por su dedicación y paciencia a lo largo de mi formación académica.

A **mis familiares y amigos**, por estar siempre a mi lado, brindándome su apoyo y compañía en cada paso de este camino. Agradezco profundamente su aliento y comprensión.



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## **AGRADECIMIENTOS**

A **Dios**, por iluminar mi camino y otorgarme la fortaleza necesaria para alcanzar este objetivo.

A **mis Padres** quienes con su apoyo incondicional y sabiduría me guiaron a lo largo de este viaje académico. Su orientación y sus valores fueron fundamentales para que yo eligiera esta carrera, y su fe en mí nunca flaqueó, incluso en los momentos más difíciles.

A mi ángel **Wilbert**, quien desde el cielo me inspira y guía cada día.

A mi tutor, **Ing. Msc. Fredy Gabriel Ramírez Villanueva**, y a mi co-tutor, **Ing. Jorge Luis Vera Agüero**, por su invaluable orientación y constante apoyo durante todo este proceso.

A mis pares **miembros del Consejo Directivo** de la Facultad de Ciencias y Tecnologías de la UNCA, por su confianza y respaldo incondicional.

Al **Ing. Roberto Chávez Ayala**, por su significativo aporte a mi formación tanto profesional como personal.

Al **Ing. Esteban Penayo Portillo** y a la **Ing. Zuny Palacios** por su apoyo constante durante este proceso.

A la **Municipalidad de San Estanislao**, representada por el Intendente Municipal **Lic. Agustín Ovando Espínola**, por brindarme la oportunidad de contribuir al desarrollo de infraestructura de mi querida ciudad.

Finalmente, a todos aquellos que han contribuido a mi educación, por su apoyo y motivación inquebrantables.



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.  
**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## **RESUMEN**

El presente Proyecto Final de Grado se centra en el diseño de una planta de beneficio animal en el Municipio de San Estanislao, Departamento de San Pedro. El objetivo principal es desarrollar una infraestructura que garantice la producción higiénica de carne, cumpla con las normativas nacionales de bienestar animal y minimice el impacto ambiental.

El diseño incluye un sistema de desagüe industrial con pisos inclinados hacia rejillas sifonadas de acero inoxidable y tuberías de PVC reforzado. Los ramales principales y secundarios están dimensionados para manejar los caudales previstos, asegurando un flujo eficiente hacia la planta de tratamiento de aguas residuales. Esta planta de tratamiento comprende etapas primarias, secundarias y terciarias, incluyendo cribado, desengrasado, tratamientos anaeróbicos y cloración, lo que garantiza una gestión adecuada de los efluentes.

Los estudios geotécnicos realizados incluyen ensayos de penetración estándar (SPT) y ensayos de percolación, proporcionando datos críticos sobre la resistencia y capacidad de drenaje del suelo. Estos estudios aseguran una base sólida para la construcción y estabilidad de las estructuras proyectadas.

Para asegurar la durabilidad y funcionalidad de las instalaciones, se han utilizado materiales de alta calidad y técnicas de construcción avanzadas, como el uso de perfiles de acero conformado y pintura epoxi para la impermeabilización de paredes. Los cálculos estructurales, realizados según normativas internacionales y con software especializado, garantizan un diseño robusto y seguro.

Además, se ha llevado a cabo una detallada evaluación de costos y cómputo métrico, asegurando una planificación y ejecución efectiva del proyecto. Esta evaluación proporciona una visión clara de los recursos financieros necesarios y garantiza que el proyecto sea económicamente viable.

Los detalles completos de los cálculos, planos y especificaciones se encuentran en los anexos del documento, proporcionando una guía detallada para la implementación del proyecto.

### **PALABRAS CLAVE:**

- Planta de beneficio animal.
- Infraestructura sanitaria.
- Bienestar animal.
- Tratamiento de aguas residuales.
- Cálculo estructural.
- Estudios geotécnicos.



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.  
**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## **ABSTRACT**

This Final Degree Project focuses on the design of an animal processing plant in the Municipality of San Estanislao, Department of San Pedro. The main objective is to develop infrastructure that ensures hygienic meat production, complies with national animal welfare regulations, and minimizes environmental impact.

The design includes an industrial wastewater drainage system with floors sloped towards stainless steel grated drains and reinforced PVC pipes. Both main and secondary branches are sized to handle the anticipated flow rates, ensuring efficient flow towards the wastewater treatment plant. This treatment plant comprises primary, secondary, and tertiary stages, including screening, degreasing, anaerobic treatments, and chlorination, ensuring proper effluent management.

Geotechnical studies conducted include Standard Penetration Tests (SPT) and percolation tests, providing critical data on soil resistance and drainage capacity. These studies ensure a solid foundation for the construction and stability of the projected structures.

To ensure the durability and functionality of the facilities, high-quality materials and advanced construction techniques have been used, such as the use of shaped steel profiles and epoxy paint for wall waterproofing. Structural calculations, performed according to international standards and using specialized software, guarantee a robust and safe design.

Additionally, a detailed cost evaluation and metric computation have been carried out, ensuring effective project planning and execution. This evaluation provides a clear view of the necessary financial resources and guarantees the project's economic viability.

Complete details of the calculations, plans, and specifications are provided in the appendices of the document, offering a detailed guide for the project's implementation.

### **Keywords:**

- Animal processing plant.
- Sanitary infrastructure.
- Animal welfare.
- Wastewater treatment.
- Structural calculation.
- Geotechnical studies.



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.  
**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## ÍNDICE

<b><i>CAPÍTULO I.....</i></b>	<b><i>1</i></b>
<b><i>ASPECTOS GENERALES .....</i></b>	<b><i>1</i></b>
1.1 PRESENTACIÓN DEL TEMA.....	1
1.2 ANTECEDENTES.....	2
1.3 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	4
1.5 OBJETIVOS.....	5
<b><i>CAPÍTULO II .....</i></b>	<b><i>6</i></b>
<b><i>INGENIERÍA DEL PROYECTO.....</i></b>	<b><i>6</i></b>
2.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO .....	6
2.2. CARACTERISTICAS TOPOGRAFICAS DEL TERRENO .....	6
2.3. CARACTERISTICAS GEOTECNICAS. ....	7
2.4. DISEÑO ARQUITECTONICO.....	8
2.5 CALCULOS ESTRUCTURALES. ....	10
2.6. PLANOS DE INSTALACIONES. ....	12
2.7. PLANTA DE TRATAMIENTO (PTAR).....	14
<b><i>CAPÍTULO III.....</i></b>	<b><i>24</i></b>
<b><i>ANÁLISIS ECONÓMICO .....</i></b>	<b><i>24</i></b>
3.1. EVALUACION DE COSTOS DE LA OBRA. ....	24
<b><i>CAPÍTULO IV .....</i></b>	<b><i>25</i></b>
<b><i>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</i></b>	<b><i>25</i></b>
4.1. CONCLUSIONES.....	25
4.2. RECOMENDACIONES.....	26
<b><i>CAPÍTULO V.....</i></b>	<b><i>27</i></b>
<b><i>BIBLIOGRAFÍA.....</i></b>	<b><i>27</i></b>



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentido crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1.</b> PLANO DE UBICACIÓN.....	6
<b>FIGURA 2.</b> MODELADO DE LA ESTRUCTURA DE HORMIGÓN CON EL TECHO INTEGRADO DEL PABELLÓN PRINCIPAL .....	11
<b>FIGURA 3.</b> MODELADO DE LA ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO CON EL TECHO INTEGRADO DE LOS CORRALES.....	12
<b>FIGURA 4.</b> ESQUEMA EN CORTE Y PLANTA DEL AFORADOR PARSHALL. ..	19

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1.</b> CARACTERÍSTICAS DEL AGUA RESIDUAL.....	16
<b>TABLA 2.</b> RESULTADOS REJILLA CRIBADORA. ....	17
<b>TABLA 3.</b> RESULTADOS DESENGRASADOR .....	18
<b>TABLA 4.</b> MEDIDAS DEL AFORADOR PARSHALL.....	18
<b>TABLA 5.</b> RESULTADOS RAFA 1 .....	20
<b>TABLA 6.</b> RESULTADOS RAFA 2.....	21
<b>TABLA 7.</b> RESULTADOS FAFA .....	22
<b>TABLA 8.</b> RESULTADOS LECHO DE SECADO.....	22
<b>TABLA 9.</b> RESULTADOS CLORADOR. ....	23
<b>TABLA 10.</b> RESUMEN DE PRESUPUESTO DE LA OBRA.....	24

## **CAPÍTULO I**

### ***ASPECTOS GENERALES***

#### **1.1 PRESENTACIÓN DEL TEMA.**

Este proyecto de investigación surge con el propósito de abordar las necesidades actuales y futuras relacionadas con la construcción de un matadero en el municipio de San Estanislao, ubicado en el departamento de San Pedro.

Los estudios realizados para determinar la ubicación de la planta se enmarcan en la línea de investigación de ingeniería civil orientada a entornos urbanos, poniendo un énfasis particular en aspectos fundamentales como la infraestructura y la optimización del uso de los espacios públicos. Con ello, se busca mejorar la calidad y eficiencia de la infraestructura en beneficio de la población local.

El objetivo primordial de un matadero es la producción de carne de manera higiénica, garantizando la adecuada manipulación de los animales durante el proceso de sacrificio y el tratamiento de las carcasas. Esto conlleva la aplicación de prácticas higiénicas, estableciendo una clara separación entre las operaciones consideradas "limpias" y "sucias". Además, se persigue facilitar una exhaustiva inspección de la carne y gestionar de manera responsable los residuos generados, con el fin de evitar cualquier riesgo relacionado con la distribución de carne contaminada hacia el público o su impacto en el entorno ambiental. El propósito fundamental es asegurar la seguridad alimentaria, proteger tanto a los consumidores como al medio ambiente, y cumplir con los estándares de bienestar animal.

En resumen, el diseño de un matadero municipal se erige como un componente crucial para garantizar la observancia de normativas sanitarias y de bienestar animal, asegurar la calidad de la carne producida, preservar el medio ambiente y promover la operación de un sistema eficiente y sostenible.

## 1.2 ANTECEDENTES

En la universidad de La Gran Colombia, Facultad de Ingeniería, se realizó un proyecto final de grado “Diseño de una Planta de beneficio animal” por el alumno José Jann Castro Gutiérrez en el año 2016. [1]

Este proyecto nos da información sobre los mataderos que se encuentran en Colombia, las consideraciones tenidas en cuenta, y los criterios de diseño utilizados en dicho proyecto.

En la Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ingeniería, se realizó un proyecto final de grado “Proyecto de Planta de Tratamiento de Aguas residuales para el matadero Municipal de la Ciudad de Arroyos y Esteros del Dpto. Cordillera” por los alumnos Rodrigo Alejandro Coronel Candia e Iván Ernesto Sandoval Pérez en el año 2019. [2]

En el trabajo en cuestión, se ha diseñado un sistema de tratamiento de aguas residuales dirigido a abordar los vertimientos del matadero. Este diseño se fundamenta en la caracterización del efluente, que ha permitido identificar la alternativa más idónea. Se ha considerado la necesidad de eliminar los desechos de manera efectiva, evaluando su viabilidad de implementación en función de los recursos disponibles por parte de la Municipalidad de la Ciudad de Arroyos y Esteros, así como las características y el alcance de la contaminación que afecta al cuerpo de agua en cuestión.

### **1.3 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

La falta de un matadero adecuadamente diseñado y en cumplimiento con las regulaciones nacionales en el municipio de San Estanislao, ubicado en el departamento de San Pedro, representa un desafío significativo para la seguridad alimentaria, el bienestar animal y el entorno ambiental.

La ausencia de una infraestructura y tecnología apropiadas en los mataderos de la región resulta en un incumplimiento sistemático de las normativas vigentes. Esto conlleva a un riesgo potencial para la salud pública, la calidad de la carne producida y la contaminación ambiental debido a la inadecuada gestión de los desechos generados durante el proceso de beneficio animal.

El problema central de esta investigación radica en la necesidad de diseñar un matadero en conformidad con las regulaciones nacionales, específicamente adaptado al contexto del municipio de San Estanislao en el departamento de San Pedro.

## 1.4 JUSTIFICACIÓN

El diseño de un matadero en el distrito de San Estanislao se fundamenta en aspectos cruciales que impactan directamente en la salud pública, el bienestar animal y el desarrollo sostenible de la región. Un punto fundamental es el cumplimiento normativo, ya que un matadero moderno y funcional que siga las regulaciones sanitarias nacionales asegura la calidad de la carne producida y su aptitud para el consumo humano. Asimismo, un matadero bien diseñado y gestionado reduce los riesgos de contaminación y propagación de enfermedades transmitidas por alimentos, protegiendo así la salud de la población.

Otra razón de vital importancia para el diseño adecuado del matadero es el bienestar animal. Implementar prácticas que prioricen un trato humanitario y menos estresante durante el sacrificio y el proceso de beneficio garantiza una producción de carne de mayor calidad y respetuosa con los animales. Además, el diseño de facilidades adecuadas para los animales reduce su sufrimiento y promueve estándares más altos de bienestar animal.

Finalmente, el diseño de un matadero eficiente y ecoamigable contribuye al desarrollo sostenible del distrito de San Estanislao. Un matadero bien planificado, con una gestión adecuada de residuos y tecnología moderna, minimiza el impacto ambiental y promueve una producción responsable y respetuosa con el entorno. Al implementar estas medidas, se busca garantizar la seguridad alimentaria, proteger la salud pública, mejorar el bienestar animal y fomentar un desarrollo sostenible en la región.

Debido a estas razones el Intendente Municipal en representación del municipio recurre a la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Nacional de Caaguazú para solicitar su colaboración.

De esta manera, el diseño del matadero será beneficioso tanto para la comunidad como para el medio ambiente.

## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1 OBJETIVO GENERAL**

- Diseñar un matadero en conformidad con las regulaciones nacionales aplicables, en el municipio de San Estanislao, ubicado en el departamento de San Pedro.

### **1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar y evaluar las prácticas óptimas y estándares de diseño para Mataderos, asegurando el cumplimiento de las normativas vigentes.
- Diseñar una infraestructura funcional y eficiente para la planta, incorporando áreas específicas para el sacrificio, preparación de canales, procesamiento de subproductos y gestión adecuada de los desechos, de manera que se optimicen los procesos y se reduzcan los riesgos sanitarios y ambientales.
- Diseñar una planta de tratamiento de efluentes que se adecúe a la naturaleza de la planta de beneficio animal, en estricto cumplimiento de las regulaciones actuales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES).
- Elaborar el computo métrico y presupuesto de la obra.

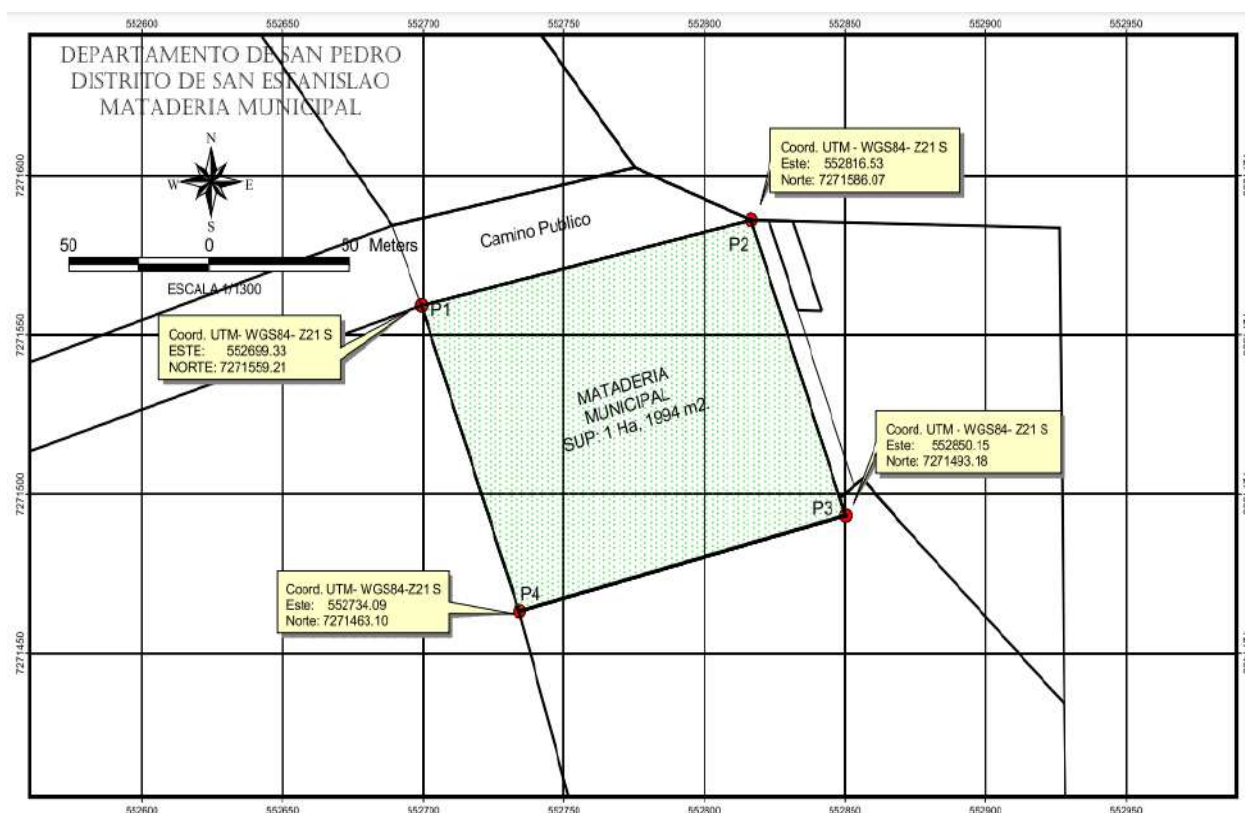
## CAPÍTULO II

### INGENIERÍA DEL PROYECTO

#### 2.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El terreno propuesto se encuentra situado a una distancia de aproximadamente 1,82 kilómetros de la Ruta PY03 Gral. Elizardo Aquino, sobre un camino público en el barrio Ciraty del distrito de San Estanislao y abarca una superficie de 11.994 metros cuadrados.

Figura 1. Plano de Ubicación. Escala 1:1300



Fuente: Secretaría de Proyectos - Municipalidad de San Estanislao

#### 2.2. CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS DEL TERRENO

El terreno presenta una pendiente suave que desciende hacia el este. Este declive gradual, con un desnivel aproximado de 1-5%, es ideal para proyectos que requieren una gestión eficiente del drenaje natural.

La pendiente ligera facilita el flujo de agua superficial hacia el este, reduciendo el riesgo de acumulación de agua y mejorando las condiciones para la construcción y el desarrollo de infraestructuras. La inclinación del terreno es lo suficientemente moderada para no presentar desafíos significativos en la construcción, mientras que su dirección hacia el este asegura un manejo adecuado de las aguas pluviales.

En términos de elevación, el terreno se encuentra a una altitud que proporciona una base

sólida y estable para la construcción.

Esta altitud promedio es ventajosa, ya que permite una buena ventilación y exposición solar, condiciones favorables para la habitabilidad y el bienestar de cualquier desarrollo proyectado en el sitio. La elevación constante del terreno asegura que no haya variaciones drásticas que puedan complicar las obras de infraestructura.

### **2.3. CARACTERISTICAS GEOTECNICAS.**

En el marco del diseño del proyecto de ingeniería, se llevaron a cabo una serie de estudios geotécnicos con el objetivo de evaluar las condiciones del subsuelo y proporcionar una base sólida para la planificación y ejecución de la obra. Estos estudios incluyeron la realización de Ensayos de Penetración Estándar (SPT), ensayos de percolación y la determinación del tipo de suelo del terreno, lo que permitió obtener datos precisos sobre la resistencia del suelo y su capacidad de drenaje. Los resultados de estos ensayos son fundamentales para garantizar la estabilidad y durabilidad de las estructuras proyectadas.

#### **2.3.1 Ensayo de Penetración Estándar (SPT).**

Los Ensayos de Penetración Estándar (SPT) se llevaron a cabo en tres puntos estratégicos del terreno para determinar la resistencia del suelo y su capacidad de carga. Este ensayo consiste en hincar un muestreador estándar en el suelo mediante golpes de un martillo de peso específico, registrando el número de golpes necesarios para penetrar una profundidad determinada.

Metodología:

- Se perforaron sondeos hasta una profundidad máxima de 4 metros, dependiendo de la variabilidad y características del suelo.
- Se registró el número de golpes necesarios para hincar el muestreador en tramos de 15 cm, conocidos como "blows per foot".
- Los datos obtenidos se analizaron para determinar la resistencia a la penetración (N-value), que es un indicador de la densidad y consistencia del suelo.
- Durante la perforación, se registró el nivel freático, encontrándose a una profundidad promedio de aproximadamente 2 metros en varios puntos del terreno.
- Además, se recolectaron muestras de suelo durante los ensayos para realizar análisis de laboratorio y determinar su clasificación.

Resultados:

- Los valores de resistencia a la penetración variaron de 7 a 9 golpes por tramo de 45 cm en las capas superiores, indicando una mezcla de suelos de consistencia suelta a media.
- A mayor profundidad, se observaron valores superiores a 11 golpes por tramo de 45 cm, sugiriendo la presencia de estratos más densos y compactos, adecuados para soportar cargas estructurales.
- El análisis de laboratorio de las muestras de suelo indicó que el terreno está compuesto predominantemente por arcillas limosas de color amarillento compacto.

### **2.3.2. Ensayos de Percolación.**

Los ensayos de percolación se realizaron para evaluar la capacidad del suelo para absorber y drenar agua, un factor crítico para la planificación de sistemas de gestión de aguas pluviales y sanitarias.

Metodología:

- Se excavaron pozos de prueba a una profundidad de 1 metro en varios puntos del terreno.
- Se llenaron los pozos con agua y se midió el tiempo que tardó en percolar una cantidad específica de agua a través del suelo.
- Estas mediciones se realizaron repetidamente para asegurar la precisión y consistencia de los datos.

Resultados:

- Los tiempos de percolación variaron entre 10 y 20 minutos por centímetro, indicando una capacidad de drenaje moderadamente baja.
- Estos resultados derivan a un coeficiente de infiltración promedio de 35 litros/m<sup>2</sup>.dia.

### **2.3.3. Conclusiones.**

Los estudios geotécnicos realizados, a través de los ensayos SPT, de percolación y la determinación del tipo de suelo, proporcionaron información crítica sobre las características del subsuelo del terreno. La combinación de estos datos permitirá diseñar cimentaciones y sistemas de drenaje que aseguren la estabilidad y funcionalidad del proyecto a largo plazo.

Las planillas de resultados están detalladas en el **Anexo I**.

## **2.4. DISEÑO ARQUITECTONICO.**

El diseño arquitectónico de una matadería debe cubrir diversas áreas funcionales y operativas para garantizar un flujo eficiente y seguro de las operaciones, desde la recepción del ganado hasta el embarque de los productos finales.

Los detalles constructivos que se utilizaron en el diseño se basaron en EL REGLAMENTO DE INFRAESTRUCTURA BASICA PARA LA CONSTRUCCION, HABILITACION Y FUNCIONAMIENTO DE MATADEROS PARA CONSUMO INTERNO EN LA REPUBLICA DEL PARAGUAY (SENACSA) [3]

A continuación, se describen las principales partes del diseño:

### **1. Área de Recepción y Pesaje**

- Corrales: Zona diseñada para recibir y alojar temporalmente a los animales antes del sacrificio. Incluye corrales y áreas para la inspección inicial.
- Corral de Aislamiento: Espacio para aislar a los animales sospechosos o que requieran inspección adicional antes de ingresar al proceso principal.
- Corral de Sospechosos: Área destinada para animales que presenten algún signo de enfermedad o anomalía.

- Lavado de Camiones: Zona para la limpieza de los vehículos que transportan el ganado, asegurando higiene y previniendo la contaminación.
- Recepción y Pesaje: Área donde se pesa el ganado antes de proceder al sacrificio, permitiendo un registro preciso y control del proceso.

## **2. Área de Sacrificio**

- Cajón de Noqueo: Espacio donde se realiza el aturdimiento humanitario de los animales.
- Degüelle y Desangrado: Área para el sacrificio y desangrado, con sistemas adecuados de drenaje y manejo de sangre.

## **3. Área de Procesamiento Primario**

- Desolladora: Espacio para la remoción de la piel de los animales.
- Eviscerado: Área para la extracción de vísceras, segregando vísceras rojas y verdes para evitar contaminación cruzada.
- Corte de Cabezas, Patas y Esternón: Sectores específicos para el corte de estas partes, facilitando un flujo continuo del proceso.

## **4. Área de Inspección Sanitaria**

- Inspección de M.V.: Zona para la inspección veterinaria de las canales, asegurando que cumplan con los estándares de seguridad alimentaria.
- Retención de Canales: Espacio para retener las canales que necesitan una inspección adicional o que no cumplen con los criterios de calidad.

## **5. Área de Refrigeración**

- Refrigeración de Vísceras Rojas y Verdes: Ambientes separados para almacenar los productos y evitar la contaminación.
- Refrigeración de Patas y Cabezas: Espacio refrigerado específico para almacenar estas partes.
- Cámara de Retenido: Área destinada a retener productos que requieren inspección adicional o almacenamiento temporal.

## **6. Área de Procesamiento Secundario**

- Proceso de Cabezas y Patas: Espacio dedicado al procesamiento adicional de cabezas y patas.
- Recepción, Pesaje y Trimeado de Piel: Zona para recibir, pesar y cortar la piel, con un almacén dedicado para su almacenamiento.

## **7. Área de Embarque**

- Embarque de Subproductos: Zona para la carga de subproductos derivados del sacrificio.
- Embarque de Medias Canales: Espacio para la carga de medias canales, asegurando la higiene y mantenimiento de la cadena de frío.

## 8. Área de Higienización y Servicios

- Zona de Higienización: Áreas para la limpieza y desinfección de equipos y utensilios.
- Lavado de Utensilios y Equipos: Espacios específicos para asegurar la limpieza y desinfección continua.
- Vestidores y SSHH: Vestuarios y servicios sanitarios para el personal, asegurando condiciones adecuadas de higiene y comodidad.

## 9. Almacenes

- Almacén de Productos Decomisados: Espacio para almacenar productos no aptos para el consumo humano, asegurando su correcta disposición.
- Almacén de Piel: Área específica para almacenar las pieles procesadas, asegurando su conservación adecuada.

## 10. Otros Espacios

- Oficina y Mirador del Jefe de Personal: Espacio de supervisión para monitorear las operaciones en la matadería.
- Pasillos de Comunicación: Diseñados para el tránsito eficiente y seguro del personal.

En el diseño arquitectónico propuesto, se han considerado varios aspectos para garantizar la funcionalidad y durabilidad de las instalaciones. Los encuentros entre paredes y pisos serán redondeados, lo que no solo facilitará la limpieza, sino que también evitará la acumulación de suciedad en esas áreas. Además, se utilizará pintura epoxi para impermeabilizar las paredes, asegurando así su resistencia a la humedad y prolongando su vida útil.

En cuanto a los pisos, se ha previsto que sean impermeables y con una ligera pendiente del 2 % hacia las bocas de desagüe, lo que garantizará una adecuada evacuación de líquidos y facilitará tanto la limpieza como el mantenimiento del espacio.

Estos elementos del diseño arquitectónico aseguran que la matadería opere de manera eficiente, cumpliendo con los estándares de seguridad, higiene y bienestar animal, así como con las normativas ambientales.

Los planos arquitectónicos van detallados en el **Anexo de planos**.

## 2.5 CALCULOS ESTRUCTURALES.

Para el cálculo de la estructura de hormigón armado del proyecto, se ha utilizado la norma Eurocódigo 2 [4]. junto con el Código Técnico de la Edificación (CTE) [5], adoptando una resistencia de 20 MPa.

Las cimentaciones se han diseñado con zapatas aisladas, considerando las cargas permanentes generadas por las mamposterías como carga muerta en las vigas de encadenado inferior.

Los pilares, estratégicamente dispuestos para evitar sobrecargas significativas, sostienen la estructura metálica del techo. Además, se han incorporado vigas de encadenado superior que actúan como arriostramiento, proporcionando estabilidad general a la estructura.

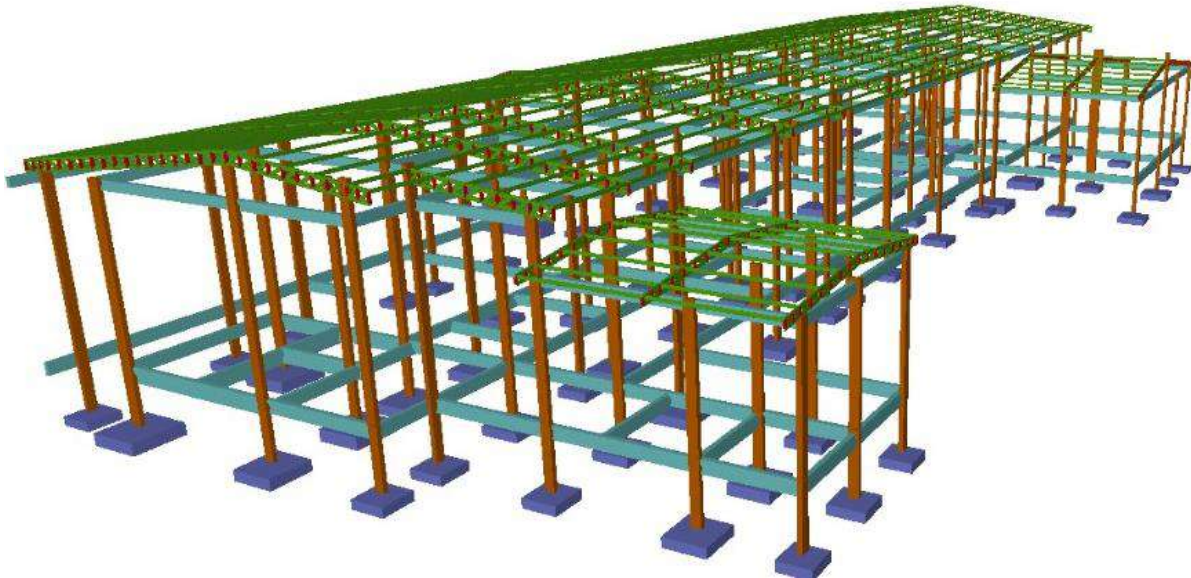
El cálculo de la estructura de hormigón se realizó utilizando la versión Campus del software

CypeCad, proporcionado de manera gratuita gracias a un convenio entre la FCyT y CypeCad. Esto nos permitió utilizar herramientas avanzadas para llevar a cabo un análisis estructural exhaustivo y detallado.

Para el techo, se han utilizado perfiles de acero conformado con un límite elástico de 250 MPa. Las correas se han diseñado con perfiles en C, mientras que las cabriadas se han conformado con perfiles en U. El dimensionamiento se ha llevado a cabo considerando tanto las cargas de viento como las sobrecargas de uso previstas, aplicando la Norma Paraguaya de Viento 196 (NP 196) [6]. y la norma americana de acero conformado AISI S100-2007 [7] . El modelado de la estructura del techo se realizó utilizando el software Cype 3D.

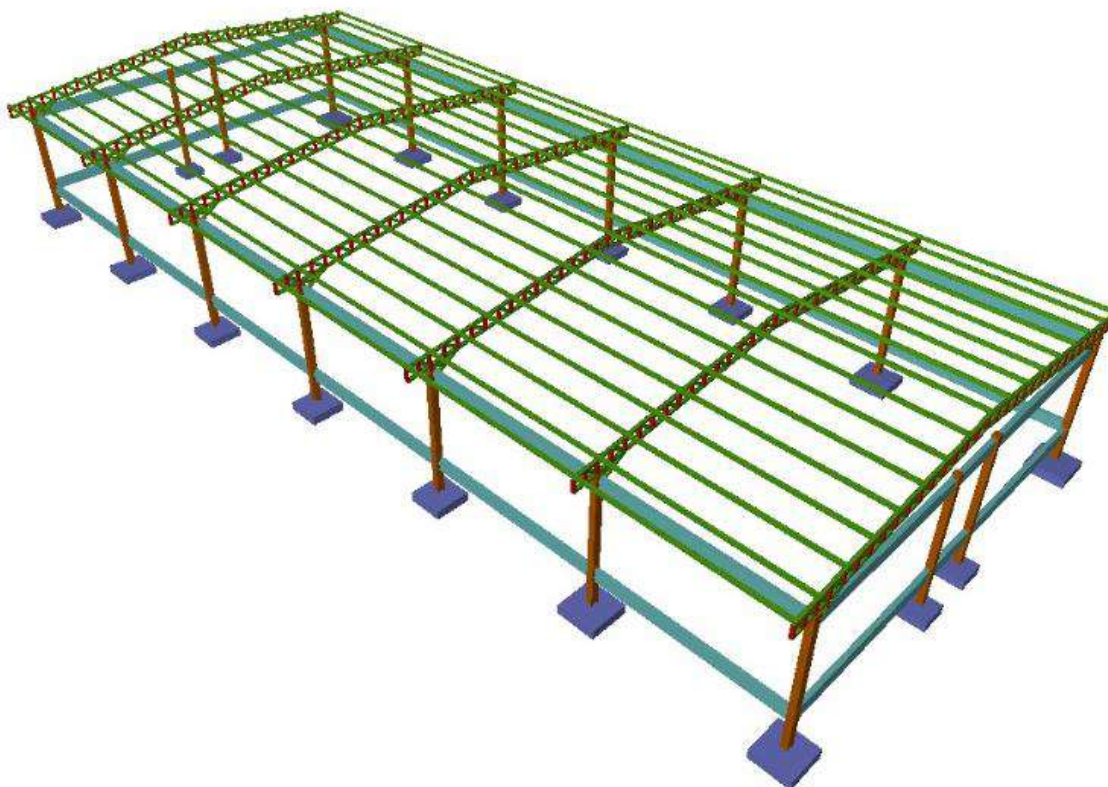
Las estructuras modeladas quedaron de la siguiente manera:

*Figura 2. Modelado de la estructura de hormigón con el techo integrado del pabellón principal*



*Fuente: CypeCad – Versión Campus*

*Figura 2. Modelado de la estructura de hormigón armado con el techo integrado de los corrales.*



*Fuente: CypeCad – Versión Campus*

Las memorias de cálculo de estructuras se encuentran en el **Anexo II**.

Todos los detalles del armado, especificaciones y dimensiones se encuentran claramente representados y detallados en el **Anexo de planos**.

## **2.6. PLANOS DE INSTALACIONES.**

### **2.6.1. Instalaciones de agua corriente.**

Para dimensionar el sistema de agua corriente de la matadería municipal, se utilizó la norma NP 68 [8]. Este sistema está diseñado para abastecer de agua a todo el complejo, incluyendo el patio, el pabellón principal y los corrales.

El terreno cuenta actualmente con un tanque tipo "Copa" de 20,000 litros, conectado a un pozo artesiano, lo que garantiza el suministro de agua a todas las instalaciones, incluso en situaciones de emergencia.

Las tuberías principales del sistema son de  $\frac{3}{4}$  de pulgada, asegurando un flujo adecuado en las zonas de mayor demanda, mientras que las tuberías en los recorridos más cortos son de  $\frac{1}{2}$  pulgada, optimizando así la distribución del agua en todo el complejo.

## **2.6.2. Instalaciones de desagüe sanitario.**

### **2.6.2.1. Agua residual doméstica.**

La gestión de las aguas residuales y los desechos humanos es esencial para mantener un ambiente limpio y adecuado para el trabajo.

Como pilar fundamental, se empleó la norma NP 44 [9]. El sistema de tuberías está compuesto por ramales de PVC reforzado, con diámetros que varían entre 50 y 100 mm, e incluye cámaras de inspección, una cámara séptica y dos pozos absorbentes de 3,00 metros de diámetro, dimensionado según los resultados del ensayo de percolación. Este diseño asegura una eficiente distribución y manejo de los residuos en todo el recinto.

Las memorias de cálculo de dimensiones mínimas de la cámara séptica y pozo ciego se encuentran en el **Anexo III**.

### **2.6.2.2. Agua residual industrial.**

Para el diseño del sistema de desagüe para aguas residuales industriales, se han considerado especificaciones técnicas precisas para garantizar una recolección y transporte eficiente hacia la planta de tratamiento.

Los pisos de todas las dependencias están inclinados hacia las rejillas sifonadas de desagüe, fabricadas en acero inoxidable. En los ramales principales, se han implementado tres rejillas lineales de 0,20 x 0,60 metros, adecuadas para manejar grandes volúmenes de flujo. En los ramales secundarios, se utilizan rejillas de piso de 150 mm de diámetro.

Los ramales secundarios están compuestos por tuberías de PVC reforzado de 100 mm de diámetro, mientras que los ramales principales utilizan tuberías de 200 mm de diámetro. Estas dimensiones son suficientes para manejar los caudales de diseño previstos en el proyecto. Los ramales principales están equipados con registros de inspección de hormigón armado de 0,60 x 0,60 metros, lo que facilita el mantenimiento y la inspección del sistema.

Las rejillas sifonadas capturan y dirigen el agua residual hacia los ramales secundarios y principales, asegurando un flujo eficiente. Las tuberías de PVC reforzado garantizan la durabilidad y resistencia del sistema, previniendo obstrucciones.

Los registros de inspección permiten un acceso fácil para tareas de limpieza y mantenimiento, asegurando la operatividad continua del sistema de desagüe.

Este diseño integral asegura una gestión eficiente y segura de las aguas residuales industriales, conduciéndolas desde las áreas de generación hasta la planta de tratamiento, cumpliendo con los estándares técnicos requeridos para un sistema de desagüe industrial.

## **2.6.3. Instalaciones de desagüe pluvial.**

Para el diseño del sistema de desagüe pluvial de la matadería, se utilizó la norma NBR 10844 [8], que permite direccionar eficientemente el caudal de agua hacia el desagüe pluvial municipal. El sistema cuenta con una pendiente de techo del 12% y canaletas de alero de 50 cm de desarrollo para captar el agua de lluvia. Las canaletas de alero recolectan el agua, que luego desciende por cañerías de bajada de 150 mm de diámetro, transportándola a través de registros de 60 cm por 60 cm y canaletas de hormigón de 1.20 metros de ancho.

El sistema incluye bocas de tormenta estratégicamente situadas para recoger grandes volúmenes de agua y conectarlas a las canaletas de hormigón, garantizando así su vertido eficiente

en la red de desagüe pluvial municipal.

Este diseño integral asegura el cumplimiento de las normativas vigentes y la eficiencia operativa del sistema de desagüe pluvial en la matadería.

#### **2.6.4. Planta de Protección contra Incendios.**

La planta de prevención contra incendios ha sido diseñada conforme a la Ordenanza Municipal N° 468/14 [10], de la Municipalidad de Asunción, que establece los estándares de referencia para instalaciones de combate y prevención de incendios.

La implementación de esta norma es crucial para asegurar que las medidas adoptadas sean efectivas en la prevención y mitigación de incendios, así como en la protección de las personas y los bienes dentro del edificio.

Esta planta cuenta con un sistema integral de seguridad contra incendios que incluye aspersores de agua tipo sprinkler, alimentados por cañerías específicas para incendios. Además, se han instalado alarmas de humo y calor, que son esenciales para la detección temprana de cualquier conato de incendio. La señalización de salidas de emergencia está claramente indicada para facilitar una evacuación segura.

En cuanto a los equipos de extinción, el edificio dispone de extintores tipo ABC de 6 kg, adecuados para combatir diferentes tipos de fuegos, y Bocas de Incendio Equipadas (BIES) que proporcionan un acceso rápido y eficaz al agua para los bomberos.

#### **2.6.5. Planta de Instalación Eléctrica.**

Para el diseño de las instalaciones eléctricas de la Planta de Beneficio Animal, se ha utilizado el Reglamento para Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión de la ANDE [11]. Este reglamento proporciona las normativas y estándares necesarios para asegurar la seguridad y eficiencia del sistema eléctrico.

Las instalaciones eléctricas incluyen la distribución de energía a todas las áreas de la planta, asegurando un suministro constante y fiable. Se han diseñado circuitos dedicados para las áreas críticas, como los sistemas de refrigeración, los equipos de procesamiento y las áreas de inspección sanitaria, para garantizar un funcionamiento ininterrumpido.

Además, se ha previsto la instalación de un generador de energía para asegurar la continuidad de las operaciones en caso de cortes de suministro eléctrico. Este generador está dimensionado para soportar la carga total de la planta, proporcionando una fuente de energía de respaldo confiable.

Cada detalle de los planos ha sido especificado, etiquetado y catalogado en el **Anexo de planos**.

### **2.7. PLANTA DE TRATAMIENTO (PTAR).**

Este proyecto tiene como finalidad asegurar que las aguas residuales generadas en el proceso de beneficio animal sean tratadas de manera eficiente, cumpliendo con las normativas ambientales vigentes y minimizando el impacto negativo sobre el medio ambiente y la salud pública.

Para ello, se han realizado investigaciones y consultas a fuentes bibliográficas para determinar el tipo de tratamiento a implementar, teniendo en cuenta factores importantes para la

elección tales como el espacio disponible en el terreno, las características del agua residual, la economía de cada tipo de tratamiento entre otros factores.

En el trabajo final de grado de Rodrigo Coronel e Iván Sandoval [2], se han realizado investigaciones para determinar qué tipo de sistema de tratamiento es la que mejor se adapta a proyectos de esta índole, en donde concluyeron que debido a su bajo costo y alta funcionalidad los Reactores Anaeróbicos de Flujo Ascendente (RAFA) como tratamiento principal y el Filtro Anaeróbico de Flujo Ascendente (FAFA) como pos tratamiento son las tecnologías más adecuadas a ser aplicadas.

En este proyecto se ha dispuesto una planta de tratamiento de varias etapas, como tratamiento preliminar, se realizará la separación y aprovechamiento de la sangre recogida en la zona de degüello y sangrado, en el tratamiento primario, se incluye un sistema de cribado por rejillas y un desengrasador, el tratamiento secundario, se compone de dos reactores RAFA dispuestos en serie, seguido de un filtro FAFA y por último como tratamiento terciario, se implementa un sistema de lechos de secado y un clorador.

### **2.7.1. Parámetros básicos.**

#### **2.7.1.1. Población de diseño.**

Para determinar el número de animales sacrificados en la Planta de Beneficio Animal de San Estanislao, se cuenta con el registro facilitado por la municipalidad, el cual detalla la cantidad de animales faenados diariamente durante los últimos dos meses. A partir de los datos recabados, podemos aproximar la cantidad de ganado bovino sacrificado.

Teniendo en cuenta que el matadero no opera en condiciones óptimas y depende de la demanda fluctuante de animales por parte de productores independientes, la mayoría de los cuales son del Distrito de San Estanislao para su posterior comercialización, podemos calcular una cantidad que sea adecuada para un modelo de proyecto viable.

Dado que el promedio diario o semanal de animales sacrificados no refleja adecuadamente la capacidad real de la planta de beneficio, para elaborar el proyecto optamos por una cantidad de animales faenados por día como capacidad máxima por día como base para el diseño del caudal. Esto garantizará que, en el futuro, se satisfagan las necesidades de demanda de la Planta de Beneficio Animal de San Estanislao.

#### **Estimación de diseño para la capacidad máxima de la planta de Beneficio Animal.**

Capacidad máxima estimada: **30 Bovinos/día**

Los registros de la cantidad de animales faenados por día serán detallados en el **Anexo IV**.

### 2.7.1.2. Consumo de agua por bovino.

En el trabajo final de grado de Rodrigo Coronel e Iván Sandoval [2], se estableció que el consumo de agua por cada bovino sacrificado es de 1000 litros por animal.

En este trabajo optamos por seguir la recomendación mencionada en el texto anterior sobre el consumo de agua por bovino faenado.

### 2.7.1.3. Caracterización del agua residual.

Con el propósito de determinar las propiedades fisicoquímicas del agua residual producida en el Matadero Municipal de San Estanislao, se llevaron a cabo ensayos de laboratorio sobre el efluente de las instalaciones existentes. Se recolectaron muestras en el punto de descarga final y se enviaron a laboratorios para su análisis.

Estos análisis derivaron a los siguientes resultados:

*Tabla 1. Características del agua residual.*

Parámetros fisicoquímicos	Metodología	Valor permitido	Resultado
DQO (Demanda química de oxígeno)	DIN ISO 15705 a 148 °C.	< 150 mgO <sub>2</sub> /L	13625 mgO <sub>2</sub> /L
DBO5 (Demanda bioquímica de oxígeno)	SM 5210 B	< 50 mgO <sub>2</sub> /L	6027 mgO <sub>2</sub> /L
Grasas y aceites	US EPA Method 1664	50 mg/L	870 mg/L
Fosforo Total	SM 4500 - P E	4,0 mg/L	0,94 mg/L
Sólidos suspendidos totales	SM 2540 D	Sin referencia	1447 mg/L
Nitrógeno total	SM 4500 - Norg B.	40 mg/L	35 mg/L

*Fuente: Nobolab S. A. Laboratorio Agroalimentario - Laboratorio CMIT – Universidad Nacional de Asuncion.*

Los resultados de los análisis serán detallados en el **Anexo V**.

### 2.7.2. Caudales de cálculo.

#### 2.7.2.1. Caudal Sanitario.

$$Q_s = 30 \text{ m}^3/\text{dia}$$

#### 2.7.2.2. Caudal Sanitario.

- Caudal mínimo:

$$Q_{min} = 24.00 \text{ m}^3/\text{dia}$$

- Caudal máximo horario:

$$Q_{maxh} = 62.40 \text{ m}^3/\text{dia}$$

- Caudal máximo diario:

$$Q_{maxd} = 39.00 \text{ m}^3/\text{dia}$$

**El caudal de diseño adoptado para el dimensionamiento será:**

$$Q = Q_{maxh} = 62.40 \text{ m}^3/\text{dia}$$

### **2.7.3. Tratamiento primario.**

#### **2.7.3.1. Cribado mediante rejillas.**

Para el tratamiento primario, utilizaremos rejillas, un método con una larga trayectoria en la gestión de aguas residuales. En las plantas de tratamiento, las rejillas se emplean para eliminar los contaminantes gruesos presentes en la corriente, protegiendo así el funcionamiento y los equipos de las unidades subsiguientes de posibles daños.

*Tabla 2. Resultados rejilla cribadora.*

	<b>Dimensiones</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
<b>0</b>	Ancho del canal	0.300	m
<b>1</b>	Tirante Hidraulico	0.400	cm
<b>2</b>	Borde Libre	0.300	m
<b>3</b>	Numero de espacios	12.000	
<b>4</b>	Numero de Barras	13.000	
<b>5</b>	Espesor de las barras	0.010	m
<b>6</b>	Claro de barra, Apertura	0.015	m
<b>7</b>	ancho de la rejilla	0.310	m
<b>8</b>	Largo de la rejilla	0.530	m
<b>9</b>	Inclinación de la rejilla	45.000	°
<b>10</b>	Perdida hidraulica	0.020	m
<b>11</b>	Velocidad de acercamiento	0.600	m/sg

*Fuente: Elaboración propia.*

#### **2.7.3.2. Desengrasador.**

El tratamiento primario comprende una serie de procesos diseñados para eliminar sólidos sedimentables y materiales flotantes mediante métodos gravitacionales o mecánicos. Este sistema es fundamental en una estación depuradora, ya que la transferencia de grasas al tratamiento secundario podría obstaculizar la descomposición de la materia orgánica y aumentar significativamente los valores de DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) en el efluente de la planta.

*Tabla 3. Resultados desengrasador.*

	Dimensiones	Valor	Unidad
0	Volumen	0.36	m3
1	Area	0.36	m2
2	Largo	1.20	m
3	Ancho	0.30	m
4	Altura	1.00	m
5	Tiempo de retencion	3.00	min

*Fuente: Elaboración propia.*

#### 2.7.4. Aforador Parshall.

El aforador Parshall es un dispositivo utilizado para medir el caudal de agua en canales abiertos y conductos. Su diseño permite una medición precisa del flujo de agua, siendo especialmente útil en sistemas de tratamiento de aguas residuales, irrigación y monitoreo de corrientes naturales.

Según la tabla de límites de aplicación para escurrimiento libre, que relaciona el ancho de la garganta del aforador con el caudal de diseño  $Q$ , el ancho que mejor se adapta a nuestras necesidades es de 2,54 cm (1 pulgada).

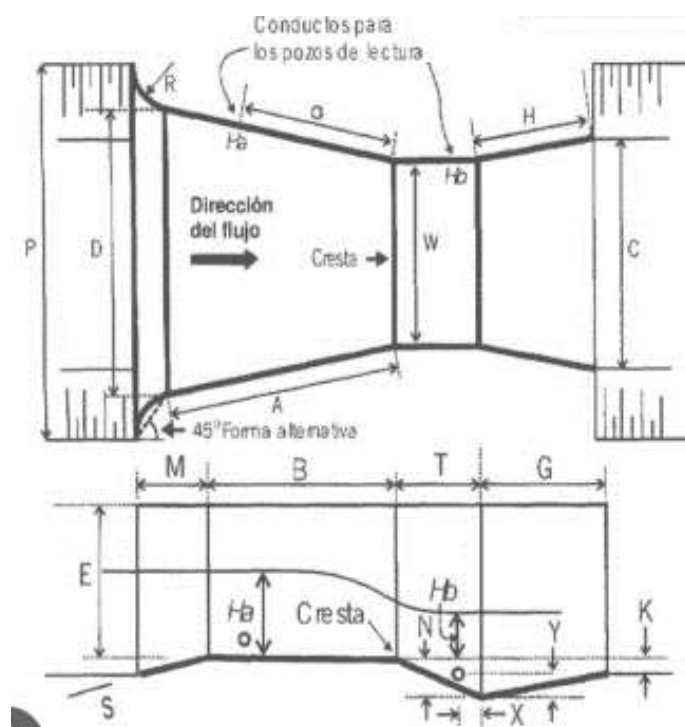
Con este dato y utilizando la tabla estandarizada, se obtienen las siguientes medidas:

*Tabla 4. Medidas del aforador Parshall.*

	W	cm	A	B	C	D	E	F	G	K	N
1	3"	7.6	45.6	45.7	39.4	25.9	38.1	15.2	30.5	2.5	5.7

*Fuente: Elaboración propia.*

Figura 3. Esquema en corte y planta del aforador Parshall.



**Fuente:** Proyecto Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para el Matadero Municipal de la Ciudad de Arroyos y Esteros - Departamento de Cordillera.

## 2.7.5. Tratamiento secundario.

### 2.7.5.1. Reactor Anaeróbico de Flujo Ascendente (RAFA).

En esta sección, se implementará una serie de Reactores Anaeróbicos de Flujo Ascendente (RAFA) para tratar la elevada carga de DQO y DBO presente en el efluente del proyecto. Al disponer dos reactores anaeróbicos de flujo ascendente en serie, se incrementa el tiempo de retención hidráulica total del sistema, lo que permite una mayor descomposición de la materia orgánica en el efluente y una reducción adicional de la contaminación.

Esta disposición en serie proporciona una segunda etapa de tratamiento que optimiza el proceso de digestión anaeróbica, permitiendo ajustar parámetros específicos en cada reactor según las necesidades del tratamiento. En conjunto, esta estrategia mejora significativamente la eficiencia del tratamiento del efluente, especialmente en casos de alta carga de DQO y DBO.

Se optará por reactores de forma rectangular debido a su facilidad de construcción, alineándose con las tendencias actuales en diseño y construcción de sistemas de tratamiento.

**Tabla 5. Resultados RAFA 1.**

	<b>Concepto</b>	<b>Sigla</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
<b>0</b>	Volumen	V	20.80	m3
<b>1</b>	Area	A	5.20	m2
<b>2</b>	Ancho	a	2.10	m
<b>3</b>	Largo	L	2.50	m
<b>4</b>	Altura Total	H	4.00	m
<b>5</b>	Tiempo de Retención Hidraulica	TRH	8.00	h
<b>6</b>	Carga Volumetrica	COV	40.88	kg.DQO/m3.dia
<b>7</b>	Carga Hidraulica volumetrica	CHV	3.00	m3/m3.dia
<b>8</b>	Velocidad Ascensional	Vasc	0.50	m/h
<b>9</b>	Puntos de Distribución del afluente	-	3.00	unidad
<b>10</b>	Altura de la campana	h	1.50	m
<b>11</b>	Altura del Reactor parte inferior	hi	2.50	m
<b>12</b>	Inclinación de la campana	$\alpha$	60.00	°
<b>13</b>	Rendimiento del sistema	-	85.00	%
<b>14</b>	DQO aplicada al sistema	DQO	13625.00	mg/L
<b>15</b>	DBO aplicado al sistema	DBO	6027.00	mg/L
<b>16</b>	DQO saliente	DQO saliente	2043.75	mg/L
<b>17</b>	DBO Saliente	DBO saliente	904.05	mg/L

*Fuente: Elaboración propia.*

*Tabla 6. Resultados RAFA 2.*

	Concepto	Sigla	Valor	Unidad
0	Volumen	V	20.8000	m <sup>3</sup>
1	Area	A	5.2000	m <sup>2</sup>
2	Ancho	a	2.1000	m
3	Largo	L	2.5000	m
4	Altura Total	H	4.0000	m
5	Tiempo de Retención Hidraulica	TRH	8.0000	h
6	Carga Volumetrica	COV	6.1300	kg.DQO/m <sup>3</sup> .dia
7	Carga Hidraulica volumetrica	CHV	3.0000	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> .dia
8	Velocidad Ascensional	Vasc	0.5000	m/h
9	Puntos de Distribución del afluente	-	3.0000	unidad
10	Altura de la campana	h	1.5000	m
11	Altura del Reactor parte inferior	hi	2.5000	m
12	Inclinación de la campana	$\alpha$	60.0000	°
13	Rendimiento del sistema	-	85.0000	%
14	DQO aplicada al sistema	DQO	2043.7500	mg/L
15	DBO aplicado al sistema	DBO	904.0500	mg/L
16	DQO saliente	DQO saliente	306.5625	mg/L
17	DBO Saliente	DBO saliente	135.6075	mg/L

*Fuente: Elaboración propia.*

### 2.7.5.2. Filtro Anaeróbico de Flujo Ascendente (FAFA).

La utilización de filtros anaeróbicos de flujo ascendente (FAFA) se recomienda generalmente en las siguientes situaciones:

1. Diseñar el FAFA como una unidad independiente para la oxidación de la materia orgánica.
2. Diseñar el FAFA como un pos tratamiento del efluente de un reactor anaeróbico.

En nuestro caso particular, se ha concluido que es adecuado dimensionar un FAFA como pos tratamiento del efluente de la serie de reactores anaeróbicos. Esta configuración permitirá un tratamiento adicional y eficaz del efluente, mejorando la calidad final del agua tratada.

**Tabla 7. Resultados FAFA**

	<b>Concepto</b>	<b>Sigla</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
0	Volumen	V	0.72	m3
1	Volumen del medio filtrante	V	16.12	m3
2	Area	A	8.06	m2
3	Ancho	a	2.60	m
4	Largo	L	3.10	m
5	Altura Total	H	3.00	m
6	Altura el medio filtrante	Hfiltro	2.00	m
7	Tiempo de Retención Hidraulica	TRH	9.30	h
8	Carga Volumetrica	COV	0.35	kg.DQO/m3.dia
9	Carga Hidraulica Superficial	Chs	7.74	m3/m2.dia
10	Puntos de Distribución del afluente	-	1.00	unidad
11	Rendimiento del sistema	-	80.00	%
12	DQO aplicada al sistema	DQO	306.56	mg/L
13	DBO aplicado al sistema	DBO	135.61	mg/L
14	DQO saliente	DQO saliente	61.31	mg/L
15	DBO Saliente	DBO saliente	27.12	mg/L

*Fuente: Elaboración propia.*

## 2.7.6. Tratamiento terciario.

### 2.7.6.1. Lecho de secado.

Los lechos de secado son dispositivos diseñados para eliminar suficiente agua de los lodos, permitiendo que el material resultante pueda manejarse como un sólido, con un contenido de humedad inferior al 70%.

**Tabla 8. Resultados Lecho de secado**

	<b>Dimensiones</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
0	Area	83	m2
1	Largo	12	m
2	Ancho	7	m
3	Altura	1	m
4	Dias	5	dias

*Fuente: Elaboración propia.*

### 2.7.6.2. Desinfección (Clorador).

Un clorador en el tratamiento terciario de una planta de tratamiento de aguas sirve para la desinfección del agua tratada. Su función principal es eliminar patógenos, como bacterias, virus, y otros microorganismos, asegurando que el agua sea segura para su uso o vertido en el medio ambiente.

*Tabla 9. Resultados Clorador*

	Dimensiones	Valor	Unidad
0	Caudal de entrada	0.72	l/s
1	Dosis de cloro	2.00	mg/l
2	Requerimiento de cloro diario	0.12	kg/día
3	Volumen del Recipiente para preparar la solución	1.10	litros
4	Volumen util del tanque de contacto	1.30	m <sup>3</sup>
5	Area	1.30	m <sup>2</sup>
6	Largo	1.30	m
7	ancho	1.00	m
8	Altura	1.20	m
9	Tiempo de retención	30.00	min

*Fuente: Elaboración propia.*

Todos los criterios de diseño y consideraciones adoptados se encuentran detallados en la Memoria de Cálculo, elaborada con Jupyter Notebook y Python, disponible en el **Anexo VI**.

Los cálculos realizados corresponden a las dimensiones mínimas necesarias para el funcionamiento de la planta de tratamiento. Sin embargo, por razones constructivas y para facilitar las tareas de mantenimiento que requieren la entrada de personal en los tanques, las dimensiones finales de las estructuras son mayores que las mínimas calculadas. Esto permite una instalación adecuada de todas las partes y garantiza un acceso seguro para el mantenimiento.

Los planos y detalles específicos de estas dimensiones se encuentran en el **Anexo de planos**.

### CAPÍTULO III

#### ANÁLISIS ECONÓMICO

#### 3.1. EVALUACION DE COSTOS DE LA OBRA.

Para asegurar una gestión eficiente del proyecto de la Planta de Beneficio Animal en el Municipio de San Estanislao, se llevó a cabo una detallada evaluación de costos y cómputo métrico. Este proceso se centró en identificar los costos más realistas, garantizando que se cumplan todos los estándares de seguridad y normativas técnicas. La evaluación proporciona una visión integral de los recursos financieros necesarios, permitiendo una planificación y ejecución efectiva del proyecto. A continuación, se presenta el resumen del presupuesto, detallando las estimaciones para cada uno de los componentes principales de la obra.

*Figura 4. Resumen de presupuesto de la obra.*

Facultad de Ciencias y Tecnologías - UNCA		
PLANTA DE BENEFICIO ANIMAL EN EL DISTRITO DE SAN ESTANISLAO		
PRESUPUESTO - RESUMEN POR DEPENDENCIA		
ITEM	CONCEPTO	Total
1	MATADERIA Y ADMINISTRACION	G 2.328.496.655
2	CORRALES Y ANEXOS	G 1.049.993.485
3	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	G 609.885.931
4	OBRAS EN EXTERIORES	G 1.227.760.170
5	EQUIPAMIENTOS INDUSTRIALES BASICOS DE PLAYA DE FAENA	G 1.418.540.000
<b>TOTAL POR OBRA (GUARANÍES):</b>		<b>G 6.634.676.241</b>
<b>Son guaraníes:</b> Seis mil seiscientos treinta y cuatro millones seiscientos setenta y seis mil doscientos cuarenta y uno.		
EN DÓLARES AMERICANOS		
COTIZACION DEL DÓLAR EN FECHA 08/06/2024: 7.528,41 GS. (BANCO CENTRAL DEL PARAGUAY)		
<b>TOTAL POR OBRA (DÓLARES):</b>		<b>USD 881.285</b>
<b>Son dólares:</b> Ochocientos ochenta y un mil doscientos ochenta y cinco.		

*Fuente: Elaboración propia.*

Las planillas de cómputos métricos y el presupuesto, desglosados rubro por rubro, se encontrarán detalladas en el **Anexo VII**.

## CAPÍTULO IV

### *CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES*

#### **4.1. CONCLUSIONES.**

El diseño de la Planta de Beneficio Animal en el Municipio de San Estanislao refleja un enfoque integral y detallado que abarca diversos aspectos cruciales desde el punto de vista de la ingeniería civil. Este proyecto se ha basado en una planificación rigurosa y en el cumplimiento de las normativas vigentes, garantizando así su viabilidad técnica y económica.

Uno de los principales logros de este proyecto es el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales eficiente y sostenible. Esta planta, con etapas de tratamiento primario, secundario y terciario, ha sido diseñada para cumplir con las normativas ambientales y garantizar una gestión adecuada de los efluentes. El uso de reactores anaeróbicos de flujo ascendente (RAFA) y filtros anaeróbicos de flujo ascendente (FAFA) demuestra un enfoque eficiente y económico en el tratamiento de aguas residuales, mientras que la etapa de cloración asegura la desinfección final del efluente tratado. Este diseño integral minimiza el impacto ambiental, asegurando que las aguas residuales sean tratadas de manera efectiva antes de su vertido.

El costo final de la obra, detallado en el análisis económico, proporciona una visión clara de los recursos financieros necesarios y garantiza que el proyecto sea económicamente viable. La evaluación de costos se centró en identificar los costos más realistas, asegurando el cumplimiento de todos los estándares de seguridad y normativas técnicas.

La complejidad del tema abordado en este Proyecto Final de Grado (PFG) ha requerido una profunda investigación y análisis detallado. Pasar por este proceso ha sido fundamental para comprender los desafíos y soluciones en el ámbito de la ingeniería sanitaria. La experiencia adquirida ha sido invaluable, proporcionando una sólida base de conocimientos técnicos y prácticos que son esenciales para el desarrollo de infraestructuras sostenibles y eficientes.

En conclusión, este proyecto final de grado no solo cumple con los objetivos planteados, sino que también establece un estándar elevado en el diseño de infraestructuras sanitarias y de tratamiento de aguas residuales. La detallada planificación, el uso de técnicas avanzadas y el cumplimiento de normativas aseguran que la Planta de Beneficio Animal en San Estanislao se convierta en una referencia de calidad y sostenibilidad en el sector. Este proceso ha sido crucial para el desarrollo profesional en el campo de la ingeniería civil, particularmente en el área de la ingeniería sanitaria.

## **4.2. RECOMENDACIONES.**

Dado el alcance, las limitaciones y las complejidades inherentes al tema abordado en este Proyecto Final de Grado, se recomienda llevar a cabo las siguientes acciones para asegurar la eficiencia, sostenibilidad y cumplimiento normativo de la Planta de Beneficio Animal:

1. **Capacitación del Personal:** Es esencial capacitar al personal encargado de operar y mantener la planta. La formación debe incluir prácticas de manejo higiénico, operación de equipos de tratamiento de aguas residuales y procedimientos de seguridad.
2. **Análisis de Costos Detallado:** Se sugiere realizar un análisis de costos más detallado para los equipamientos industriales, con la asistencia de un especialista. Esto permitirá una estimación más precisa y realista de los recursos financieros necesarios para la implementación y operación de la planta.
3. **Gestión Eficiente de Residuos:** Desarrollar e implementar un plan de gestión de residuos sólidos generados en el proceso de beneficio animal, asegurando su adecuada disposición y, si es posible, su reciclaje o reutilización.
4. **Control Analítico del Efluente:** Se recomienda realizar un control analítico regular del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales. Esto asegurará que el agua tratada cumpla con las normativas ambientales antes de ser vertida en el cuerpo de agua receptor.
5. **Monitoreo del Cuerpo de Agua Receptor:** Es fundamental realizar un control analítico del cuerpo de agua receptor. Este monitoreo permitirá evaluar el impacto ambiental del efluente tratado y asegurar la protección del ecosistema acuático.
6. **Instalaciones eléctricas:** Se recomienda profundizar el estudio de las instalaciones eléctricas, por parte de profesionales del área de la Ingeniería en Electricidad, para asegurar el correcto funcionamiento eléctrico del complejo.
7. **Documentación y Registro:** Mantener una documentación detallada y registros de todas las operaciones, mantenimientos y evaluaciones realizadas en la planta. Esta información será valiosa para futuras referencias y para asegurar la transparencia en las operaciones.

## CAPÍTULO V

### BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. J. C. Gutiérrez, «Diseño de una Planta de beneficio animal,» Universidad de la Gran Colombia , Colombia, 2016.
- [2] R. A. Coronel Candia y I. E. Sandoval Pérez, «Proyecto de Planta de Tratamiento de Aguas residuales para el matadero Municipal de la Ciudad de Arroyos y Esteros del Dpto. Coordinera,» Universidad Nacional de Asunción , Asunción , 2019.
- [3] S. N. d. C. y. S. A. (SENACSA), «Reglamento de infraestructura básica para la construcción, habilitación y funcionamiento de mataderos para consumo interno en la República del Paraguay,» (SENACSA), San Lorenzo, 2021.
- [4] E. 2, «Proyecto de Estructuras de Hormigón,» Normalización Española, 2000.
- [5] G. d. España, «Código Técnico de la Edificación (CTE),» Ministerio de Fomento , 2020.
- [6] I. N. d. T. y. Normalización, «Norma Paraguaya NP N° 196 - Acción del Viento en las Construcciones,» Asunción , 1991.
- [7] «Norma Americana de Acero Conformado AISI,» 2007.
- [8] I. N. d. T. y. Normalización, «NP N° 68. Instalaciones Domiciliarias de Desague Sanitario,» Asunción , 1972.
- [9] I. N. d. T. y. Normalización, «NP N° 44. Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable,» Asunción , 1972.
- [10] M. d. Asunción, «Ordenanza Municipal N° 468/14,» Asunción , 2014.
- [11] Administración Nacional de Electricidad (ANDE), Reglamento para Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión, Asunción: ANDE, 1971.

## **Anexos**

## Anexo I

### Estudios geotécnicos

#### 1. Ensayo de penetración normal (SPT)

Los Ensayos de Penetración Estándar (SPT) se llevaron a cabo en tres puntos estratégicos del terreno para determinar la resistencia del suelo y su capacidad de carga. Este ensayo consiste en hincar un muestreador estándar en el suelo mediante golpes de un martillo de peso específico, registrando el número de golpes necesarios para penetrar una profundidad determinada.

*Tabla 1. Pozo 1 SPT.*

ENSAYO DE PENETRACION NORMAL ( S.P.T.)										
UBICACION: SANTANI - BARRIO CIRATY			SONDEO N°: 1							
PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREATICO: 1,30 POTENTE			OBRA : MATADERIA MUNICIPAL							
PROF. DEL SONDEO: 0,00 A 3,45			FECHA: 02/02/2024							
RESP: MUNICIPALIDAD DE SAN ESTANISLAO			OPERADOR: LORENZO VÁZQUEZ							
DESCRIPCION DEL SUELO	SIMBOLOGIA	NIV. FREAT.	PROF.	INDICE SPT.	VALORES DE PENETRACION (S.P.T.)					
		M			M	10	20	30	40	50
ARCILLA LIMOSA COLOR AMARILLEN CL		1,30	0,25	1	8					
			0,50							
			0,75							
			1,00							
ARCILLA LIMOSA COLOR AMARILLEN CL		P O T E N T E	1,25	2	8					
			1,50							
			1,75							
			2,00							
ARCILLA LIMOSA COLOR AMARILLEN CL		P O T E N T E	2,25	3	8					
			2,50							
			2,75							
			3,00							
ARCILLA LIMOSA COLOR AMARILLEN CL		P O T E N T E	3,25	4	10					
			3,50							
			3,75							
			4,00							

*Fuente: Elaboración propia.*

*Tabla 2. Pozo 2 SPT.*

ENSAYO DE PENETRACION NORMAL ( S.P.T.)										
UBICACION: SANTANI - BARRIO CIRATY			SONDEO N°: 2							
PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREATICO: 2,50 POTENTE			OBRA : MATADERIA MUNICIPAL							
PROF. DEL SONDEO: 0,00 A 3,45			FECHA: 02/02/2024							
RESP: MUNICIPALIDAD DE SAN ESTANISLAO			OPERADOR: LORENZO VÁZQUEZ							
DESCRIPCION DEL SUELO	SIMBOLOGIA	NIV. FREAT.	PROF.	INDICE SPT.	VALORES DE PENETRACION (S.P.T.)					
		M			M	10	20	30	40	50
ARCILLA LIMOSA COLOR AMARILLEN CON GRIS CL		P O T E N T E	0,25	1	7					
			0,50							
			0,75							
			1,00							
ARCILLA LIMOSA COLOR AMARILLEN CON GRIS CL		P O T E N T E	1,25	2	7					
			1,50							
			1,75							
			2,00							
ARCILLA LIMOSA COLOR AMARILLEN CON GRIS CL		P O T E N T E	2,25	3	8					
			2,50							
			2,75							
			3,00							
ARCILLA LIMOSA COLOR AMARILLEN CON GRIS CL		P O T E N T E	3,25	4	11					
			3,50							
			3,75							
			4,00							

“DISEÑO DE UNA PLANTA DE BENEFICIO ANIMAL EN EL MUNICIPIO DE SAN ESTANISLAO, DEPARTAMENTO DE SAN PEDRO”

WILLY ALFREDO VALENZUELA TOPPI – 2024

*Fuente: Elaboración propia.*

*Tabla 3. Pozo 3 SPT.*

ENSAYO DE PENETRACION NORMAL ( S.P.T.)										
UBICACION: SANTANI - BARRIO CIRATY			SONDEO N°: 3							
ROFUNDIDAD DEL NIVEL FREATICO: 2,15 DEBIL			OBRA : MATADERIA MUNICIPAL							
PROF. DEL SONDEO: 0,00 A 2,25			FECHA: 02/02/2024							
RESP: MUNICIPALIDAD DE SAN ESTANISLAO			OPERADOR: LORENZO VÁZQUEZ							
DESCRIPCION DEL SUELO	SIMBOLOGIA	NIV. FREAT.	PROF.	INDICE	VALORES DE PENETRACION (S.P.T.)					
		M	M	SPT.	10	20	30	40	50	
ARCILLA LIMOSA COLOR GRIS CON AMARILLEN CL		0,25								
		0,50								
		0,75								
		1,00	1							
ARCILLA LIMOSA COLOR GRIS CON AMARILLEN CL		1,25								
		1,50			9					
		1,75								
		2,00	2							
		2,15			>50					
		2,25								
		2,50								
		2,75								
		3,00	3							
		3,25								
		3,50								
		3,75								
		4,00	4							

*Fuente: Elaboración propia.*

En base a estos resultados, para dimensionar las cimentaciones y se ha utilizado una resistencia del suelo de 0,1 Mpa, para una profundidad de 2,00 metros.

Nivel freático promedio: 2,00 metros.

## 2. Ensayo de Percolación

Los ensayos de percolación se realizaron para evaluar la capacidad del suelo para absorber y drenar agua, un factor crítico para la planificación de sistemas de gestión de aguas pluviales y sanitarias.

“DISEÑO DE UNA PLANTA DE BENEFICIO ANIMAL EN EL MUNICIPIO DE SAN ESTANISLAO, DEPARTAMENTO DE SAN PEDRO”

WILLY ALFREDO VALENZUELA TOPPI – 2024

*Tabla 4. Ensayo de percolación.*

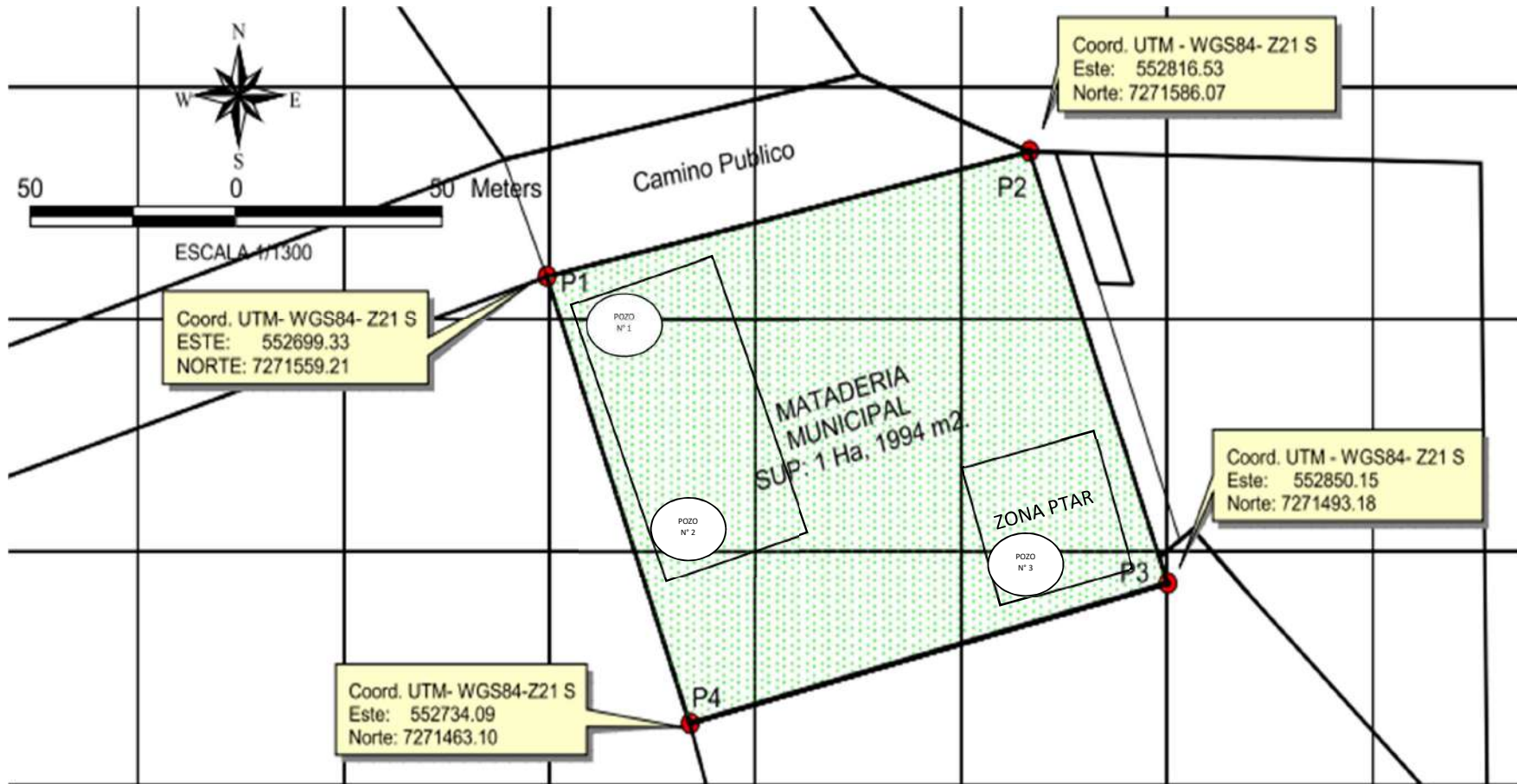
<b>ENSAYO DE PERCOLACION</b>		
<b>OBRA: MATADERIA MUNICIPAL</b>		<b>RESPONSABLE: MUNICIPALIDAD DE SAN ESTANISLAO</b>
<b>UBICACIÓN: SANTANI - BARRIO CIRATY</b>		
<b>PLANILLA DE LECTURAS</b>		
Pozo N° 1 Calicata N° 1	Lectura del tiempo que tarda el agua en bajar un centimetro	Promedio del Tiempo en: minutos
ENSAYO DE CAMPO	1 cm: 20 Minutos	20
Fecha de inicio: 02/02/2024	1 cm: 20 Minutos	OBS: SUELO CON MUY POCA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN CLASIFICACIÓN: ARCILLA LIMOSA COLOR AMARILLENTO COMPACTO CL
Fecha de finalización: 03/02/2024	1 cm: 20 Minutos	
Profundidad: 0,60 A 0,90 mts		
Coeficiente de infiltración: 20 litros/m2. día		
OBS: Determinación de la capacidad de absorción del suelo entre puntos del terreno que va a ser utilizada para disposiciones de desagües de Pozo o Fosa Septica		
<b>PLANILLA DE LECTURAS</b>		
Pozo N° 2 Calicata N° 2	Lectura del tiempo que tarda el agua en bajar un centimetro	Promedio del Tiempo en: minutos
ENSAYO DE CAMPO	1 cm: 10 Minutos	10
Fecha de inicio: 02/02/2024	1 cm: 10 Minutos	OBS: SUELO CON MUY POCA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN CLASIFICACIÓN: ARCILLA LIMOSA COLOR AMARILLENTO CON GRIS COMPACTO CL
Fecha de finalización: 03/02/2024	1 cm: 10 Minutos	
Profundidad: 1,00 A 1,30 mts		
Coeficiente de infiltración: 40 litros/m2. día		
OBS: Determinación de la capacidad de absorción del suelo entre puntos del terreno que va a ser utilizada para disposiciones de desagües de Pozo o Fosa Septica		
<b>PLANILLA DE LECTURAS</b>		
Pozo N° 3 Calicata N° 3	Lectura del tiempo que tarda el agua en bajar un centimetro	Promedio del Tiempo en: minutos
ENSAYO DE CAMPO	1 cm: 10 Minutos	10
Fecha de inicio: 02/02/2024	1 cm: 10 Minutos	OBS: SUELO CON MUY POCA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN CLASIFICACIÓN: ARCILLA LIMOSA COLOR AMARILLENTO COMPACTO CL
Fecha de finalización: 03/02/2024	1 cm: 10 Minutos	
Profundidad: 1,00 A 1,30 mts		
Coeficiente de infiltración: 40 litros/m2. día		
OBS: Determinación de la capacidad de absorción del suelo entre puntos del terreno que va a ser utilizada para disposiciones de desagües de Pozo o Fosa Septica		
Realizado: Lorenzo Vázquez Técnico Lab Geot y Asfalto Verificado: Willy Valenzuela		

*Fuente: Elaboración propia.*

Los tiempos de percolación variaron entre 10 y 20 minutos por centímetro, indicando una capacidad de drenaje moderadamente baja.

Estos resultados derivan a un coeficiente de infiltración promedio de 35 litros/m2.día

3. Mapa de ensayos



## Anexo II

### Memorias de cálculo de estructuras – Listado de datos de la obra

#### 1. Versión del programa y número de licencia

Programa: CypeCAD

Versión: 2019

Número de licencia: 20172

#### 2. Datos generales de la estructura

Proyecto: Planta de Beneficio Animal en el Municipio de San Estanislao

Clave: Planta de Beneficio Animal

#### 3. Normas consideradas

Hormigón: Eurocódigo 2

Aceros conformados: AISI S100-2007 (LRFD)

Aceros laminados y armados: ANSI/AISC 360-10 (LRFD)

Categoría de uso: E. Almacenes

#### 4. Acciones consideradas

##### 4.1. Gravitatorias

Planta	S.C.U (kN/m <sup>2</sup> )	Cargas muertas (kN/m <sup>2</sup> )
Asiento de Techo +6.46	1.0	0.5
Encadenado Cota+ 5.50m	2.0	1.0
Encadenado Cota + 4.70m	2.0	1.0
Encadenado Inferior	2.0	1.0
Cimentación	0.0	0.0

##### 4.2. Viento

Norma paraguaya: acción del viento en las construcciones

Velocidad Básica: 51.00

Rugosidad: Categoría: II Clase: C

Factor Probabilístico: 0.95

Factor Topográfico: +X:1.00 -X:1.00 +Y:1.00 -Y:1.00

Anchos de banda		
Plantas	Ancho de banda Y (m)	Ancho de banda X (m)
En todas las plantas	55.00	23.00

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Coefficientes de Cargas

+X: 1.00      -X:1.00

“DISEÑO DE UNA PLANTA DE BENEFICIO ANIMAL EN EL MUNICIPIO DE SAN ESTANISLAO,  
DEPARTAMENTO DE SAN PEDRO”

WILLY ALFREDO VALENZUELA TOPPI – 2024

+Y: 1.00      -Y:1.00

Cargas de viento		
Planta	Viento X (kN)	Viento Y (kN)
Asiento de Techo +6.46	29.522	12.346
Encadenado Cota+ 5.50m	75.290	31.485
Encadenado Cota + 4.70m	160.555	67.141
Encadenado Inferior	0.000	0.000

**4.3. Hipótesis de carga**

Automáticas	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso Viento +X Viento -X Viento +Y Viento -Y
-------------	--

**5. Estados límite**

E.L.U. de rotura. Hormigón	EC
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno	
E.L.U. de rotura. Acero conformado	AISI/NASPEC-2007 (LRFD) ASCE 7
Desplazamientos	Acciones características

**6. Situaciones de proyecto**

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

**- Con coeficientes de combinación**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

**- Sin coeficientes de combinación**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

- G<sub>k</sub> Acción permanente
- P<sub>k</sub> Acción de pretensado
- Q<sub>k</sub> Acción variable

“DISEÑO DE UNA PLANTA DE BENEFICIO ANIMAL EN EL MUNICIPIO DE SAN ESTANISLAO,  
DEPARTAMENTO DE SAN PEDRO”

WILLY ALFREDO VALENZUELA TOPPI – 2024

- <sub>G</sub> Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
- <sub>P</sub> Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
- <sub>Q,1</sub> Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
- <sub>Q,i</sub> Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
- <sub>p,1</sub> Coeficiente de combinación de la acción variable principal
- <sub>a,i</sub> Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

**6.1. Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) y coeficientes de combinación ( $\psi$ )**

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

**E.L.U. de rotura. Hormigón: Eurocódigo 2**

**E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: Eurocódigo 2**

<b>Persistente o transitoria</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600

**E.L.U. de rotura. Acero conformado: AISI S100-2007 (LRFD)**

<b>2.3.2 - [1] (ASCE/SEI 7-05)</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.400	1.400
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)		

<b>2.3.2 - [2 Lr] (ASCE/SEI 7-05)</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600
Viento (Q)		

<b>2.3.2 - [2 S] (ASCE/SEI 7-05)</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600
Viento (Q)		

“DISEÑO DE UNA PLANTA DE BENEFICIO ANIMAL EN EL MUNICIPIO DE SAN ESTANISLAO,  
DEPARTAMENTO DE SAN PEDRO”

WILLY ALFREDO VALENZUELA TOPPI – 2024

<b>2.3.2 - [3 Lr, L] (ASCE/SEI 7-05)</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)		

<b>2.3.2 - [3 S, L] (ASCE/SEI 7-05)</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)		

<b>2.3.2 - [3 Lr, W] (ASCE/SEI 7-05)</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)	0.000	0.800

<b>2.3.2 - [3 S, W] (ASCE/SEI 7-05)</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)	0.000	0.800

<b>2.3.2 - [4 Lr] (ASCE/SEI 7-05)</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)	1.600	1.600

“DISEÑO DE UNA PLANTA DE BENEFICIO ANIMAL EN EL MUNICIPIO DE SAN ESTANISLAO,  
DEPARTAMENTO DE SAN PEDRO”

WILLY ALFREDO VALENZUELA TOPPI – 2024

2.3.2 - [4 S] (ASCE/SEI 7-05)		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)	1.600	1.600

2.3.2 - [6] (ASCE/SEI 7-05)		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0.900	0.900
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)	0.000	1.600

**Tensiones sobre el terreno**

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.300	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.300	1.000	0.600

**Desplazamientos**

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000

**6.2. Combinaciones**

■ **Nombres de las hipótesis**

- PP    Peso propio
- CM    Cargas muertas
- Qa    Sobrecarga de uso
- V(+X) Viento +X

“DISEÑO DE UNA PLANTA DE BENEFICIO ANIMAL EN EL MUNICIPIO DE SAN ESTANISLAO,  
DEPARTAMENTO DE SAN PEDRO”

WILLY ALFREDO VALENZUELA TOPPI – 2024

V(-X) Viento -X

V(+Y) Viento +Y

V(-Y) Viento -Y

■ E.L.U. de rotura. Hormigón

■ E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X)	V(-X)	V(+Y)	V(-Y)
1	1.000	1.000					
2	1.350	1.350					
3	1.000	1.000	1.500				
4	1.350	1.350	1.500				
5	1.000	1.000		1.500			
6	1.350	1.350		1.500			
7	1.000	1.000	1.500	1.500			
8	1.350	1.350	1.500	1.500			
9	1.000	1.000			1.500		
10	1.350	1.350			1.500		
11	1.000	1.000	1.500		1.500		
12	1.350	1.350	1.500		1.500		
13	1.000	1.000				1.500	
14	1.350	1.350				1.500	
15	1.000	1.000	1.500			1.500	
16	1.350	1.350	1.500			1.500	
17	1.000	1.000					1.500
18	1.350	1.350					1.500
19	1.000	1.000	1.500				1.500
20	1.350	1.350	1.500				1.500

■ E.L.U. de rotura. Acero conformado

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X)	V(-X)	V(+Y)	V(-Y)
1	1.400	1.400					
2	1.200	1.200					
3	1.200	1.200	1.600				
4	1.200	1.200		1.600			
5	1.200	1.200	0.500	1.600			
6	1.200	1.200			1.600		
7	1.200	1.200	0.500		1.600		
8	1.200	1.200				1.600	
9	1.200	1.200	0.500			1.600	
10	1.200	1.200					1.600
11	1.200	1.200	0.500				1.600
12	0.900	0.900					

“DISEÑO DE UNA PLANTA DE BENEFICIO ANIMAL EN EL MUNICIPIO DE SAN ESTANISLAO,  
DEPARTAMENTO DE SAN PEDRO”

WILLY ALFREDO VALENZUELA TOPPI – 2024

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X)	V(-X)	V(+Y)	V(-Y)
13	0.900	0.900		1.600			
14	0.900	0.900			1.600		
15	0.900	0.900				1.600	
16	0.900	0.900					1.600

■ Tensiones sobre el terreno

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X)	V(-X)	V(+Y)	V(-Y)
1	1.000	1.000					
2	1.000	1.000	1.300				
3	1.000	1.000		1.300			
4	1.000	1.000	1.300	1.300			
5	1.000	1.000			1.300		
6	1.000	1.000	1.300		1.300		
7	1.000	1.000				1.300	
8	1.000	1.000	1.300			1.300	
9	1.000	1.000					1.300
10	1.000	1.000	1.300				1.300

■ Desplazamientos

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X)	V(-X)	V(+Y)	V(-Y)
1	1.000	1.000					
2	1.000	1.000	1.000				
3	1.000	1.000		1.000			
4	1.000	1.000	1.000	1.000			
5	1.000	1.000			1.000		
6	1.000	1.000	1.000		1.000		
7	1.000	1.000				1.000	
8	1.000	1.000	1.000			1.000	
9	1.000	1.000					1.000
10	1.000	1.000	1.000				1.000

7. Datos geométricos de grupos y plantas

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
4	Asiento de Techo +6.46	4	Asiento de Techo +6.46	0.92	6.42
3	Encadenado Cota+ 5.50m	3	Encadenado Cota+ 5.50m	1.50	5.50
2	Encadenado Cota + 4.70m	2	Encadenado Cota + 4.70m	4.00	4.00
1	Encadenado Inferior	1	Encadenado Inferior	2.00	0.00
0	Cimentación				-2.00

“DISEÑO DE UNA PLANTA DE BENEFICIO ANIMAL EN EL MUNICIPIO DE SAN ESTANISLAO,  
DEPARTAMENTO DE SAN PEDRO”

WILLY ALFREDO VALENZUELA TOPPI – 2024

**8. Losas y elementos de cimentación**

-Tensión admisible en situaciones persistentes: 0.100 MPa

-Tensión admisible en situaciones accidentales: 0.150 MPa

**9. Materiales utilizados**

**9.1. Hormigones**

Elemento	Hormigón	f <sub>ck</sub> (MPa)	□ <sub>c</sub>	Árido		E <sub>c</sub> (MPa)
				Naturaleza	Tamaño máximo (mm)	
Todos	C20/25	20	1.50	Basalto	19	35954

**9.2. Aceros por elemento y posición**

**9.2.1. Aceros en barras**

Elemento	Acero	f <sub>yk</sub> (MPa)	□ <sub>s</sub>
Todos	S-500	500	1.15

**9.2.2. Aceros en perfiles**

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Acero conformado	ASTM A 36 36 ksi	250	203
Acero laminado	ASTM A 36 36 ksi	250	200

**10. Comprobaciones ELU – pilares**

**10.1. P6**

Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Sección de hormigón													Estado
			Comprobaciones					Esfuerzos pésimos								
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)		
Encadenado Cota + 4.70m (0 - 5.5 m)	40x15	Cabeza	Cumple	Cumple	16.8	30.9	30.9	G, V <sup>(2)</sup>	Q	7.6	1.2	-2.1	-4.0	0.6	Cumple	
		Pie	Cumple	Cumple	19.0	74.1	74.1	G, V <sup>(2)</sup>	Q	18.0	-1.7	-26.3	-4.8	0.6	Cumple	
Encadenado Inferior (-2 - 0 m)	40x15	Cabeza	Cumple	Cumple	72.1	88.6	88.6	G, Q, V <sup>(4)</sup>	Q	110.8	7.2	44.6	-57.1	8.2	Cumple	
		Pie	Cumple	Cumple	72.1	54.9	72.1	G, Q, V <sup>(5)</sup>	N,M	106.2	7.5	65.0	-54.6	8.4	Cumple	
Cimentación	40x15	Arranque	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	28.4	90.9	90.9	G, Q, V <sup>(4)</sup>	Q,N,M	113.8	-5.0	-41.1	-57.1	8.2	Cumple	

*Notas:*  
<sup>(1)</sup> La comprobación no procede  
<sup>(2)</sup> 1.35-PP+1.35-CM+1.5-V(-X)  
<sup>(3)</sup> 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+1.5-V(-Y)  
<sup>(4)</sup> 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+1.5-V(-X)  
<sup>(5)</sup> 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+1.5-V(+X)

“DISEÑO DE UNA PLANTA DE BENEFICIO ANIMAL EN EL MUNICIPIO DE SAN ESTANISLAO,  
DEPARTAMENTO DE SAN PEDRO”

WILLY ALFREDO VALENZUELA TOPPI – 2024

**10.2. P12**

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
Encadenado Inferior (-2 - 0 m)	30x15	Cabeza	Cumple	Cumple	62.6	72.2	72.2	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q	111.5	-7.6	11.2	-19.2	-10.2	Cumple
								G, Q, V <sup>(3)</sup>	N,M	145.9	-13.0	0.2	6.1	-17.8	
		Pie	Cumple	Cumple	62.2	87.3	87.3	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q	113.7	7.8	-17.6	-19.2	-10.2	Cumple
								G, Q, V <sup>(3)</sup>	N,M	148.1	13.6	9.4	6.1	-17.8	
Cimentación	30x15	Arranque	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	17.8	87.3	87.3	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q	113.7	7.8	-17.6	-19.2	-10.2	Cumple
								G, Q, V <sup>(3)</sup>	N,M	148.1	13.6	9.4	6.1	-17.8	

*Notas:*  
<sup>(1)</sup> La comprobación no procede  
<sup>(2)</sup>  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM + 1.5 \cdot Qa + 1.5 \cdot V(-X)$   
<sup>(3)</sup>  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM + 1.5 \cdot Qa + 1.5 \cdot V(+X)$

**10.3. P17**

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
Encadenado Cota + 4.70m (0 - 5.5 m)	15x30	Cabeza	Cumple	Cumple	13.6	52.0	52.0	G, V <sup>(2)</sup>	Q	19.4	-6.7	0.0	0.0	-2.8	Cumple
								G, Q, V <sup>(3)</sup>	N,M	31.1	-7.1	0.0	0.0	-2.9	
		Pie	Cumple	Cumple	14.9	68.1	68.1	G, V <sup>(2)</sup>	Q	27.2	9.5	0.0	0.0	-3.2	Cumple
								G, Q, V <sup>(4)</sup>	N,M	28.9	4.2	2.6	0.9	-1.4	
Encadenado Inferior (-2 - 0 m)	15x30	0 m	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	2.3	68.1	68.1	G, Q, V <sup>(3)</sup>	Q	38.9	9.7	0.0	0.0	-3.3	Cumple
								G, Q, V <sup>(4)</sup>	N,M	28.9	4.2	2.6	0.9	-1.4	
		Cabeza	Cumple	Cumple	59.2	56.1	59.2	G, V <sup>(2)</sup>	Q	76.0	-15.5	0.0	0.2	-16.6	Cumple
								G, Q, V <sup>(4)</sup>	N,M	82.9	-14.2	2.2	-0.9	-14.4	
		Pie	Cumple	Cumple	58.5	37.8	58.5	G, V <sup>(2)</sup>	Q	78.4	11.1	0.4	0.2	-16.6	Cumple
								G, Q, V <sup>(3)</sup>	N,M	91.8	11.3	0.4	0.2	-16.9	
Cimentación	15x30	Arranque	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	11.2	37.8	37.8	G, V <sup>(2)</sup>	Q	78.4	11.1	0.4	0.2	-16.6	Cumple
								G, Q, V <sup>(3)</sup>	N,M	91.8	11.3	0.4	0.2	-16.9	

*Notas:*  
<sup>(1)</sup> La comprobación no procede  
<sup>(2)</sup>  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM + 1.5 \cdot V(+Y)$   
<sup>(3)</sup>  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM + 1.5 \cdot Qa + 1.5 \cdot V(+Y)$   
<sup>(4)</sup>  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM + 1.5 \cdot Qa + 1.5 \cdot V(+X)$

“DISEÑO DE UNA PLANTA DE BENEFICIO ANIMAL EN EL MUNICIPIO DE SAN ESTANISLAO,  
DEPARTAMENTO DE SAN PEDRO”

WILLY ALFREDO VALENZUELA TOPPI – 2024

---

### Anexo III

**Memoria de Cálculo – Dimensionamiento de cámara séptica y pozo ciego.  
Generación de Hojas de Cálculo mediante Anaconda Distribution y Jupyter Notebook en Python**

# Determinación del Volumen mínimo de cámara séptica y superficie mínima para pozos absorbentes

## 1. Cámara Séptica.

### 1.1 Procedimiento de cálculo establecido-Normativa.

Utilizaremos el procedimiento establecido en NBR, «7229: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos,» Rio de Janeiro: ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1993, para el cual se requieren las siguientes consideraciones:

#### 1.1.1 Contribución de residuos

En el cálculo de de la contribución de residuos debe ser considerado lo siguiente:

- Número de personas atendidas.
- 80% del consumo local de agua. Pueden adoptarse los valores de la Tabla 1.

Prédio	Unidade	Contribuição de esgotos (C) e lodo fresco (Lf)	
		C	Lf
Unid.: L			
1. Ocupantes permanentes			
- residência			
padrão alto	pessoa	160	1
padrão médio	pessoa	130	1
padrão baixo	pessoa	100	1
- hotel (exceto lavanderia e cozinha)	pessoa	100	1
- alojamento provisório	pessoa	80	1
2. Ocupantes temporários			
- fábrica em geral	pessoa	70	0,30
- escritório	pessoa	50	0,20
- edifícios públicos ou comerciais	pessoa	50	0,20
- escolas (externatos) e locais de longa permanência	pessoa	50	0,20
- bares	pessoa	6	0,10
- restaurantes e similares	refeição	25	0,10
- cinemas, teatros e locais de curta permanência	lugar	2	0,02
- sanitários públicos <sup>(A)</sup>	bacia sanitária	480	4,0

<sup>(A)</sup>Apenas de acesso aberto ao público (estação rodoviária, ferroviária, logradouro público, estádio esportivo, etc.).

nuv u P v x y u u y y 2P3 y y x 2d 3 y



#### 1.1.2. Período de retención de los residuos. Generalidades

Las cámaras sépticas deben proyectarse para períodos mínimos retención conforma a la tabla 2.

### 1.1.3. Contribución de lodo fresco

La contribución de lodo fresco es estimada conforme a la tabla 2.

Contribuição diária (L)	Tempo de detenção	
	Dias	Horas
Até 1500	1,00	24
De 1501 a 3000	0,92	22
De 3001 a 4500	0,83	20
De 4501 a 6000	0,75	18
De 6001 a 7500	0,67	16
De 7501 a 9000	0,58	14
Mais que 9000	0,50	12

*nuv u π i y y x y y 6 u u y x v x y u u: f*

### 1.1.4. Tasa de acumulación total de lodo.

La tasa de acumulación total de lodo, en días, es obtenida en función de:

- Volúmenes de lodo digerido y en digestión, producido por cada usuario, en litros;
- Fajas de temperatura ambiente (media del mes más frío, en grados Celsius);
- Intervalo entre limpiezas, en años.

Las tasas resultantes son las de la tabla 3.

Intervalo entre limpiezas (años)	Valores de K por faixa de temperatura ambiente (t), em °C		
	$t \leq 10$	$10 \leq t \leq 20$	$t > 20$
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

## 4.2. Dimensionamiento.

Consideraremos también las recomendaciones de P. Giosa, «Tratamiento y disposición de desagües, Cámaras sépticas,» Cátedra de acondicionamiento sanitario, ed. por F. de Arquitectura, jul. de 2021. El volumen útil total se calcula con la fórmula:

$$p \ggg 5 f 2P n 5 c d 3$$

Donde:

- $p$  = Volumen útil en litros.
- $f$  = número de personas.

Out[85]: Adoptamos:  $f \pi > u$

- $P$  = Contribución de residuos  $\frac{u y u}{u y u}$

Out[86]: De la tabla 1, para ocupantes temporarios fabricas en general, patrón medio:

$$P > \cong u: y u 3$$

- $n$  = Periodo de retención en días.

Out[87]: Para una contribución diaria de:  $j > = u \pi > u \ggg$

En donde  $Q_r$  es el caudal de aguas residuales, el cual es menor a 1500 litros, por lo que observando la tabla 2 se obtiene

$$n y u$$

- $c$  = Tasa de acumulación de lodo digerido en días, equivalente al tiempo de acumulación de lodo fresco.

**Out[89]:** Observando la tabla 3, para un intervalo de limpieza de 2 años, temperatura media del mes más frío  $10 \leq t \leq 20$ , tenemos:

$$c > y u$$

- $d$  = contribución de lodo fresco, en litros/ (persona × día) Observando la tabla 1, tenemos:

**Out[90]:**  $d > \cdot > \cong u y u^3$

**Out[91]:** Incorporando todos estos valores se obtiene:

$$p \cdot > > \cdot : > \cdot$$

### 1.3. Verificación de valores mínimos

Las medidas internas de las cámaras sépticas deben observar lo siguiente:

- Profundidad útil mínima. Ver tabla 4.
- Ancho mínimo: 0,80m;
- Relación largo/ancho: mínimo 2:1, máximo 4:1

Volume útil (m <sup>3</sup> )	Profundidade útil mínima (m)	Profundidade útil máxima (m)
Até 6,0	1,20	2,20
De 6,0 a 10,0	1,50	2,50
Mais que 10,0	1,80	2,80

Las dimensiones mínimas que cumplen con todas estas exigencias son (medidas internas):

$$d u \quad d = 2,80m$$

$$L x B \quad q = 1,00m$$

$$L \quad B = 1,20\text{m}$$

Con estos valores el volumen útil es:

$$\text{Out}[94]: \quad p \quad \cdot \cdot \quad \cdot \quad p$$

Nota: Es recomendable utilizar cámara doble, ya que son más eficientes para separar los sólidos (especialmente flotantes) y responden mejor a los picos de caudal. En este caso, la primera y segunda cámara deben tener un volumen útil respectivamente de 2/3 y 1/3 del volumen útil total ( $V_u$ ).

## 2. Superficie mínima de infiltración para pozo absorbente

### 2.1. Cálculo de área requerida de absorción

Se obtiene de la ecuación:

$$L = \frac{Q_r}{j}$$

En donde:

- $A_{min}$ : área de absorción mínima requerida.
- $Q_r$ : caudal de agua residual.

$$\text{Out}[97]: \quad j \quad \gg$$

- $q$ : capacidad de absorción del suelo, obtenido en el estudio de permeabilidad y percolación.

$$\text{Out}[104]: \quad \cdot \quad \pi \cdot u$$

$$\text{Out}[107]: \quad \text{Con estos valores, resulta un área de absorción mínima: } L > \pi$$

### 2.2. Dimensiones del Pozo

El área de absorción se considera igual al área lateral del pozo. Para un pozo cilíndrico de diámetro  $D$  y altura útil  $h$ :

$$L = Q \cdot B$$

Diametro del pozo de absorcion:  $Q$  · :>>

Altura del Pozo:  $B$   $\pi:\pi>$

Con estos valores si dispondran 2 pozos cada uno con un área:

$u$  · :>>  $\pi:\pi>$   $\pi>:\pi$   $\pi$

Donde:  $L$   $u$  :  $\pi$   $L$  >:>>  $\pi$

## Referencias

1. EC7, «1-2: 2010 Eurocódigo 7 - Proyecto geotécnico,» Standard, 1997.
2. D. CTE y S.-A. D. B. S. Estructural, «Acciones en la Edificación,» Código Técnico de la Edificación. España., 2006.
3. J. Zurita Ruiz, «Formulario para la construcción,» Enciclopedia CEAC de construcción, 1973.
4. NBR, «7229: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos, » Rio de Janeiro: ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1993.
5. P. Giosa, «Tratamiento y disposición de desagües, Cámaras sépticas,» Cátedra de acondicionamiento sanitario, ed. por F. de Arquitectura, jul. de 2021.
6. CAWST, «Gestión de aguas residuales domésticas, Resumen técnico,» Centro de Tecnologías Asequibles de Agua y Saneamiento, Calgary, Alberta, Canadá, ago. de 2014. dirección: <https://www.cawst.org/> (<https://www.cawst.org/>) (visitado 12-05-2024).

Out[145]:



“DISEÑO DE UNA PLANTA DE BENEFICIO ANIMAL EN EL MUNICIPIO DE SAN ESTANISLAO,  
DEPARTAMENTO DE SAN PEDRO”

WILLY ALFREDO VALENZUELA TOPPI – 2024

## Anexo IV

### Registro de animales faenados Matadería Municipal de San Estanislao



#### MUNICIPALIDAD DE SAN ESTANISLAO

Administración: "Santani para Todos" 2015-2020

San Estanislao - San Pedro

Tel.: 0343-420254 – RUC: 80005553-5

E-mail: [municipalidadsanestanisla@gmail.com](mailto:municipalidadsanestanisla@gmail.com)

#### Producción mensual de la Matadería Municipal

##### Producción – Faenamiento

Faena bovina por mes (cabezas de ganado), comprendido entre 01 de octubre de 2023 y 30 de noviembre de 2023.

##### Faenamiento en el matadero municipal

MES DE OCTUBRE 2023		
Día	Fecha	Cantidad
Lunes	02	10
Martes	03	6
Miércoles	04	5
Jueves	05	4
Viernes	06	6
Sábado	07	7
Lunes	09	3
Martes	10	6
Miércoles	11	7
Jueves	12	1
Viernes	13	4
Sábado	14	3
Lunes	16	11
Martes	17	5
Miércoles	18	4
Jueves	19	3
Viernes	20	6
Sábado	21	2
Lunes	23	3
Martes	24	4
Miércoles	25	2
Jueves	26	3
Viernes	27	2
Sábado	28	1
Lunes	30	6
Martes	31	2
		<b>Total: 116</b>

“DISEÑO DE UNA PLANTA DE BENEFICIO ANIMAL EN EL MUNICIPIO DE SAN ESTANISLAO,  
DEPARTAMENTO DE SAN PEDRO”

WILLY ALFREDO VALENZUELA TOPPI – 2024



**MUNICIPALIDAD DE SAN ESTANISLAO**

Administración: "Santani para Todos" 2015-2020

San Estanislao - San Pedro

Tel.: 0343-420254 – RUC: 80005553-5

E-mail: [municipalidadesanestanislaogmail.com](mailto:municipalidadesanestanislaogmail.com)

**Producción mensual de la Matadería Municipal**

**Producción – Faenamiento**

Faena bovina por mes (cabezas de ganado), comprendido entre 01 de octubre de 2023 y 30 de noviembre de 2023.

**Faenamiento en el matadero municipal**

MES DE NOVIEMBRE 2023		
Día	Fecha	Cantidad
Miércoles	01	4
Jueves	02	5
Viernes	03	2
Sábado	04	3
Lunes	06	9
Martes	07	7
Miércoles	08	2
Jueves	09	5
Viernes	10	6
Sábado	11	2
Lunes	13	-
Martes	14	2
Miércoles	15	4
Jueves	16	6
Viernes	17	1
Sábado	18	1
Lunes	20	8
Martes	21	3
Miércoles	22	4
Jueves	23	6
Viernes	24	2
Sábado	25	1
Lunes	27	6
Martes	28	3
Miércoles	29	4
Jueves	30	6
		<b>Total: 102</b>

Atentamente

Dra. Vet. Sannie Villalba

Reg.Prof. 5409

Directora de Proyectos

“DISEÑO DE UNA PLANTA DE BENEFICIO ANIMAL EN EL MUNICIPIO DE SAN ESTANISLAO,  
DEPARTAMENTO DE SAN PEDRO”

WILLY ALFREDO VALENZUELA TOPPI – 2024

Anexo V

Resultados - Análisis químico de efluentes.



Universidad Nacional de Asunción  
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA  
CENTRO MULTIDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS

www.una.py  
C. Electr.: [cemit@rec.una.py](mailto:cemit@rec.una.py)  
Telefax: +595 021328 5380 / 328 5997  
CC: 2160, Asunción - Paraguay  
Campus de la UNA, San Lorenzo - Paraguay

ORIGINAL

CERTIFICADO DE ANÁLISIS N°: CA002.73434

MUESTRA: EFLUENTE DE MATADERIA	
TIPO DE MUESTRA: Efluente	
N° DE LOTE: No aplica	VENCIMIENTO: No aplica
PROCEDENCIA: MATADERIA MUNICIPALIDAD SAN ESTANISLAO	DIRECCIÓN: San Estanislao- San Pedro
TAMAÑO DE MUESTRA: 2000 mL	REMISIÓN N°: 058
FECHA DE INGRESO: 16/febrero/2024	FECHA DE INFORME: 23/febrero/2024

DESCRIPCIÓN

Líquido marrón rojizo oscuro, olor característico, con partículas en suspensión, contenido en frasco de plástico de dos litros

RESULTADOS

Parámetro	Unidad	Método	Resultado	Límite *
DBO <sub>5</sub> (Demanda Bioquímica de Oxígeno)	mg O <sub>2</sub> /L	SM 5210 B	6027	50,0

\* Resolución 222/02, Art. 7 de la Secretaría del Ambiente POR LA CUAL SE ESTABLECE EL PADRÓN DE CALIDAD DE LAS AGUAS EN EL TERRITORIO NACIONAL.

**Metodología:** Perteneciente a STANDARD METHODS 23 rd Edition (SM, Métodos Normalizados para análisis de Aguas Potables y Residuales).

Los resultados corresponden única y exclusivamente a la muestra remitida por el interesado. El muestreo, las condiciones de almacenamiento y el transporte al Laboratorio son de exclusiva responsabilidad del interesado.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este certificado.

Autorizado por:  Fam. Lucía Herrera Gestión de Servicios Laboratoriales CE-REG 060.16/10.23	Controlado por:  QFI. Emilio Benítez Responsable de Gestión de Sistema de Calidad	Aprobado por:  Lic. Quím. Ind. Gustayo Brozón Dirección del CEMIT - UNA
--	---	--



“DISEÑO DE UNA PLANTA DE BENEFICIO ANIMAL EN EL MUNICIPIO DE SAN ESTANISLAO,  
DEPARTAMENTO DE SAN PEDRO”

WILLY ALFREDO VALENZUELA TOPPI – 2024

+595971 351084

[nobolab.py@gmail.com](mailto:nobolab.py@gmail.com)

Fernando de la Mora - Paraguay



**DATOS DEL CLIENTE**

Fecha del informe: 13/12/2023  
Solicitado por: Matadero Municipal de San Estanislao  
Dirección: Santani  
Fecha de recepción: 06/12/2023

**INFORME DE ENSAYO**

(Datos proveídos por el cliente\*)

**DATOS DE LA MUESTRA**

Fecha de análisis: 06/12/2023  
Cantidad: 2 L  
Fecha de muestreo: 05/12/2023\* Hora: 11:00\*  
Responsable del muestreo: Solicitante\*  
Informe N°: 023-572-1

Parámetros fisicoquímicos	Metodología	Valor Permitido	Resultado
DQO	DIN ISO 15705 a 148 °C.	<150 mgO <sub>2</sub> /L	<b>13625</b> mgO <sub>2</sub> /L
Nitrógeno Total	SM 4500-Norg B	40 mg/L	35 mg/L
Grasas y aceites	US EPA Method 1664	50 mg/L	<b>870</b> mg/L
Fosforo Total	SM 4500-P E	4,0 mg/L	0,94 mg/L
Solidos suspendidos totales	SM 2540 D	Sin referencia	1447 mg/L

**Referencias**

Resolución N° 222/02 de SEAM

**Observación:** Este informe no puede ser reproducido parcialmente sin la autorización escrita del Laboratorio NOBOLAB.

El Laboratorio NOBOLAB no se hace responsable de los datos remitidos por el cliente que puedan afectar la validez de los resultados.

Estos resultados se aplican solo a la muestra analizada que ha sido remitida por el analista en las condiciones en que se han recibido en el Laboratorio NOBOLAB.

**NOBOLAB S.A.**  
RUC: 80098479-0

**Ing. Químico Iván L. Bogado**

**Director Técnico**

“DISEÑO DE UNA PLANTA DE BENEFICIO ANIMAL EN EL MUNICIPIO DE SAN ESTANISLAO,  
DEPARTAMENTO DE SAN PEDRO”

WILLY ALFREDO VALENZUELA TOPPI – 2024

---

Anexo VI

**Memoria de Cálculo – PTAR**

**Generación de Hojas de Cálculo mediante Anaconda Distribution y Jupyter Notebook en Python**

# Dimensionamiento de Planta de Tratamiento

**Univ. Willy Alfredo Valenzuela Toppi**

**Caso de estudio:**

## **"Mataderia Municipal de San Estanislao"**

### **1. Introducción.**

En el presente documento se expone la memoria de cálculo correspondiente al diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de la Planta de Beneficio Animal del Municipio de San Estanislao. Este proyecto tiene como objetivo principal asegurar que las aguas residuales generadas en el proceso de beneficio animal sean tratadas de manera eficiente, cumpliendo con las normativas ambientales vigentes y minimizando el impacto negativo sobre el medio ambiente y la salud pública.

La planta de tratamiento propuesta consta de varias etapas que garantizan un proceso integral de depuración de las aguas residuales. En el tratamiento primario, se incluye un sistema de cribado por rejillas y un desengrasador, cuyo propósito es remover sólidos gruesos y grasas presentes en el influente. Este pretratamiento es fundamental para evitar la obstrucción y el mal funcionamiento de las unidades de tratamiento subsecuentes.

El tratamiento secundario se compone de dos reactores anaeróbicos de flujo ascendente (RAFA) dispuestos en serie, seguidos de un filtro anaeróbico de flujo ascendente (FAFA). Los reactores RAFA están diseñados para reducir la carga orgánica mediante procesos biológicos anaeróbicos, promoviendo la descomposición de materia orgánica por medio de microorganismos específicos en ausencia de oxígeno. Posteriormente, el filtro FAFA complementa este proceso, reteniendo y degradando adicionalmente la materia orgánica residual, lo cual mejora la calidad del efluente.

Como tratamiento terciario, se implementa un sistema de lechos de secado de lodos y un clorador. Los lechos de secado permiten la estabilización y deshidratación de los lodos generados en las etapas previas, facilitando su manejo y disposición final. El clorador, por su parte, asegura la desinfección del efluente tratado, eliminando patógenos y asegurando que el agua resultante cumpla con los estándares de calidad necesarios para su disposición en cuerpos de agua o su posible reutilización.

Este documento detalla los fundamentos teóricos, las consideraciones de diseño y los cálculos específicos necesarios para la implementación de cada uno de los componentes de la planta de tratamiento, garantizando un sistema eficiente y sostenible que contribuye a la protección del medio ambiente y al bienestar de la comunidad de San Estanislao.

## 2. Parámetros Básicos.

Para el diseño de la planta de tratamiento, es necesario primero establecer los parámetros básicos de cálculo.

### 2.1. Población de Diseño.

Para determinar el número de animales sacrificados en la Planta de Beneficio Animal de San Estanislao, se cuenta con el registro facilitado por la municipalidad, el cual detalla la cantidad de animales faenados diariamente durante los últimos dos meses. A partir de los datos recabados, podemos aproximar la cantidad de ganado bovino sacrificado. Dado que el matadero no opera en condiciones óptimas y depende de la demanda fluctuante de animales por parte de productores independientes, la mayoría de los cuales son del Distrito de San Estanislao para su posterior comercialización, podemos calcular una cantidad que sea adecuada para un modelo de proyecto viable.

Dado que el promedio diario o semanal de animales sacrificados no refleja adecuadamente la capacidad real de la planta de beneficio, para elaborar el proyecto optamos por una cantidad de animales faenados por día como capacidad máxima por día como base para el diseño del caudal. Esto garantizará que, en el futuro, se satisfagan las necesidades de demanda de la Planta de Beneficio Animal de San Estanislao.

#### 2.1.1. Estimación de diseño para la capacidad máxima de la planta de Beneficio Animal.

Capacidad máxima estimada  $\approx 8 \text{ Hw } q_{pw} 7m_{qj}$

### 2.2. Consumo de Agua por Bovino.

En el trabajo final de grado titulado "Proyecto Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para el Matadero Municipal de la Ciudad de Arroyos y Esteros - Departamento de Cordillera", se estableció que el consumo de agua por cada bovino sacrificado es de 1000 litros por animal. En este Trabajo optamos por seguir la recomendación mencionada en el texto anterior sobre el consumo de agua por bovino faenado.

### 2.3. Caracterización del agua residual de la planta de beneficio animal.

Con el propósito de determinar las propiedades fisicoquímicas del agua residual producida en el Matadero Municipal de San Estanislao, se llevaron a cabo ensayos de laboratorio sobre el efluente de las instalaciones existentes. Se recolectaron muestras en el punto de descarga final y se enviaron a laboratorios para su análisis.

Parámetros fisicoquímicos	Metodología	Valor Permitido	Resultado
DQO	DIN ISO 15705 a 148 °C.	<150 mgO <sub>2</sub> /L	13625 mgO <sub>2</sub> /L
Nitrógeno Total	SM 4500-Norg B	40 mg/L	35 mg/L
Grasas y aceites	US EPA Method 1664	50 mg/L	870 mg/L
Fosforo Total	SM 4500-P E	4,0 mg/L	0,94 mg/L
Solidos suspendidos totales	SM 2540 D	Sin referencia	1447 mg/L

*L n v n -T ukwjk a 6F6 Rjkwj wqvFp ujtq nv j qv*

Parámetro	Unidad	Método	Resultado	Límite *
DBO <sub>5</sub> (Demanda Bioquímica de Oxígeno)	mg O <sub>2</sub> /L	SM 5210 B	6027	50,0

*L n v n - Rjkwj wqvI S Ob c vq n qnmT jlqwj t m F vlq v*

## 2.4 Otros parámetros.

### Consideraciones para mayoración de caudal

En el trabajo final de grado Titulado "Proyecto Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para el Matadero de la ciudad de Arroyos y Esteros - Departamento de Cordillera" se establecieron los coeficientes de mayoración de caudal, las cuales adoptaremos por las similitudes entre ambos proyectos.

Coeficientes para mayoracion de caudal		
Descripcion	Simbolo	Valor
Consumo maximo diario	k1	1,3
Consumo maximo horario	k2	1,6
Consumo minimo horario	k2/2=k3	0,8

*L n v n -V wnl wVtjv j m b j ju qv w m F p j Y n q n j t n  
xj j n t S j j m w m t j l q m j m m F w w K n w  
J n x j j u n v w m I w m t n j*

## 3. Caudales de Cálculo

### 3.1. Caudal Sanitario

Podemos calcular el caudal sanitario con la siguiente expresión:

$$W_{vo} = lk$$

Donde:

*vo n tj l j x j l q n j m m n t u j j m n w*

*lk n n t l w u w m n j p j x w k w q v w o j n v j m v*

Out[6]: Dando como resultado  $W = 8888 \text{ t q w } 7m\text{qj}$ , o  $W = 8 \text{ u } 7m\text{qj}$

### 3.2. Caudales de Diseño.

Con los coeficientes para mayoración de caudal podemos obtener los caudales esperados:

Out[8]: Caudal mínimo  $W_{u q} = 88 \text{ u } 7m\text{qj}$ , Caudal máximo horario  $W_{u j B} = 8 \text{ u } 7m\text{qj}$ , y un Caudal máximo diario  $W_{u j m} = 88 \text{ u } 7m\text{qj}$

Out[9]: El caudal de diseño adoptado para el dimensionamiento sera  $W = W_{u j B} = 8 \text{ u } 7m\text{qj}$

## 4. Tratamiento Primario - Cribado.

Para el tratamiento primario, emplearemos rejillas, un método que tiene una larga historia. En las plantas de tratamiento de aguas residuales, las rejillas se utilizan para eliminar los contaminantes gruesos presentes en la corriente, protegiendo así la operación y el equipo de las unidades subsiguientes contra posibles daños.

### 4.1. Dimensionamiento de rejillas

Para el dimensionamiento de las rejillas se tendrán en cuenta los siguientes criterios de diseño.

Criterios de diseño de rejillas	
Características	Limpieza manual
Tamaño de la barra	
Ancho (mm)	5,08 - 15,24
Profundidad (mm)	25,4 - 15,24
Espacio entre barras (mm)	15,4 - 50,8
Inclinacion sobre la vertical (°)	30 - 45
Velocidad de acercamiento (m/s)	0,3048 - 0,6096
Perdida de carga permisible (mm)	152,4

$$L = n \cdot S + n \cdot l + t \quad K = 4 \cdot 0,164 : 88 <$$

Out[10]: Adoptamos un espacio entre barras:  $k = 96,8 \text{ lu}$

Out[11]: Adoptamos un espesor de las barras:  $988 \text{ lu}$

Podemos calcular el valor del porcentaje de área de Flujo mediante la expresión:

$$K = \frac{k}{k^3}$$

Out[12]: El porcentaje de área de flujo obtenido es:  $K = 86,8$ ,

Out[13]: Adoptamos una velocidad de acercamiento:  $868 \text{ u } 7 \text{ p}$

Out[14]: Adoptamos un ángulo de inclinación con la horizontal:  $= 68$

## 4.2. Cálculo de pérdida de carga en la rejilla.

El método más comúnmente empleado para calcular la pérdida de carga en estas unidades es a través de la fórmula de Kirschmer, la cual se aplica cuando se tiene información sobre la configuración de las barras y la altura o la energía cinética del flujo entre estas.

$$B = H - \left( \frac{nv01}{k} \right)^{\frac{2}{3}}$$

Donde  $B$  Seria el valor de la altura o energía de velocidad de flujo de aproximación dada por la ecuación:

$$B = \frac{d^3}{p}$$

$B$  = pérdida de carga en metros

$H=2.42$  para barras rectangulares de cara recta

$H=1.67$  para barras rectangulares de cara semicircular aguas arriba y abajo

$H=1.83$  para barras rectangulares con caras semicirculares aguas arriba

$H=1.79$  para barras circulares

Out[15]: En donde adoptamos:  $H = 6$  barras rectangulares de cara recta por su alta disponibilidad en el mercado.

Out[16]: Dando como resultado:  $B = 869 \alpha = u$ , y  $B = 869 \alpha < u$

Cuando las rejillas están sucias, la velocidad del flujo a través de ellas puede duplicarse, mientras que la velocidad del flujo aguas arriba permanece inalterada. Esto resultará en un aumento significativo en la pérdida de carga, según el Proyecto de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para el Matadero Municipal de la Ciudad de Arroyos y Esteros, Departamento de Cordillera.

Out[17]: Para rejillas sucias la velocidad adoptada sera de  $d = 968 \text{ u } 7 \text{ p}$ , dando como nuevo resultado resultado: Altura o energía de velocidad de flujo de aproximación para rejillas sucias  $B = 868 \alpha < u$ , y la pérdida de carga para rejillas sucias  $B = 868 \alpha < u$

Si el valor de  $B \cdot 868 = u$  el sistema verifica, en caso contrario se deberan modificar los parametros

Out[18]: Para la combinación el sistema:  $d n \varphi d j$

### 4.3. Área útil del canal.

Podemos calcular el área útil del canal con la fórmula de tasa de flujo volumétrico:

$$F = \frac{W_u j B}{g}$$

Out[19]: Donde el área útil del canal es:  $F = 8689.8 \text{ u}$ :

Out[20]: Adoptamos ancho del canal:  $e = 1.868 \text{ u}$ , y borde libre:  $H_f = 1.868 \text{ u}$

#### 4.3.1.1. Tirante Hidráulico Y.

El tirante hidráulico se puede calcular mediante la expresión:

$$g = \frac{F}{e l}$$

Out[21]: Profundidad aguas arriba de la rejilla:  $g = 868.89 \text{ u}$

#### 4.3.1.2. Cálculo del número de barras.

Para calcular el número de barras se utiliza la siguiente fórmula:

$$v = \frac{e l}{k 3}$$

Out[22]: El número de espacios es:  $v = 996.8 \cong 9$ :

Out[23]: El número de barras es:  $T = v + 1 = 9 + 1 = 10$

#### 4.3.1.3 Ancho de la rejilla

Podemos calcular el ancho de la rejilla con la siguiente expresión:

$$e = \frac{T - 1}{v} k$$

Out[24]: El ancho de la rejilla es:  $e = 1.869 \text{ u}$

#### 4.3.1.4 Altura total de la rejilla

$$b = \frac{g + 3 B + 3 H_f}{j v + 1}$$

Out[25]: La altura total es:  $b = 1.869 \text{ u}$

#### 4.3.1.5 Largo de la rejilla

$$R = \frac{b}{nv0.1}$$

Out[26]: El largo total es:  $R = 86 < u$

## Resultados - Rejilla cribadora

Out[27]:

	Dimensiones	Valor	Unidad
0	Ancho del canal	0.300	m
1	Tirante Hidráulico	0.400	cm
2	Borde Libre	0.300	m
3	Número de espacios	12.000	
4	Número de Barras	13.000	
5	Espesor de las barras	0.010	m
6	Claro de barra, Apertura	0.015	m
7	ancho de la rejilla	0.310	m
8	Largo de la rejilla	0.530	m
9	Inclinación de la rejilla	45.000	°
10	Perdida hidráulica	0.020	m
11	Velocidad de acercamiento	0.600	m/sg

## 5. Tratamiento Primario - Desengrasador.

Consiste en una serie de procesos destinados a eliminar sólidos sedimentables o materiales flotantes, utilizando métodos gravitacionales o mecánicos. Este sistema es esencial para una estación depuradora, ya que si las grasas se transfieren al tratamiento secundario, dificultarían la descomposición de la materia orgánica y aumentarían significativamente el valor de  $JHU$  en el efluente de la depuradora.

### 5.1. Tiempo de retención hidráulico.

Los tiempos de retención de un desengrasador con respecto al caudal de entrada son los siguientes.

Tiempo de retención (min)	Caudal de entrada (l/s)
3	2 a 9
4	10 a 19
5	20 o mas

$L = nv n - S n l j t o \quad K m m 4 O v l 6 4 : 8 8 <$

Como el caudal de diseño  $W$  es menor a  $2 \frac{l}{s}$  adoptamos el mínimo valor de tiempo de retención.

Out[28]: Adoptamos tiempo de retención hidráulico:  $b = 0.7 \text{ s}$

## 5.2. Volumen del sistema.

Podemos calcular el volumen del sistema gracias a la expresión:

$$V = \frac{W}{b}$$

Out[29]: El volumen es:  $V = 2.86 \text{ m}^3$

## 5.3. Dimensionamiento.

El tanque debe tener  $86 \text{ m}^2$  de área por cada  $\frac{l}{s}$ , una relación ancho/longitud de 1:4 hasta 1:8, una velocidad ascendente mínima de  $= 0.7 \text{ p.p.}$   $S = 1 \text{ l/jto}$   $K = 1 \text{ mm}$  :  $88 <$

Out[30]: Adoptamos entonces:  $d = 0.7 \text{ p.p.}$

### 5.3.1. Área Superficial $A_s$

Con los valores de  $W$  y  $d$  calculamos el área superficial:

Out[31]: Dando un valor de:  $F = 809 \text{ m}^2$

### 5.3.2. Altura del desengrasador.

Una vez obtenido el área superficial, se halla el valor de la altura del desengrasador:

$$B_m = \frac{d}{F}$$

Out[32]: La altura requerida del desengrasador es:  $B_m = 86 \times u$

Out[33]: La altura final del desengrasador es:  $N = 968 \text{ u}$ , quedando como borde libre 28 cm

### 5.3.3. Dimensiones del desengrasador.

El largo del desengrasador debe ser 4 veces el ancho, con ello obtenemos que:

$$F = j \cdot R$$

Out[35]: En donde:  $j = 80 \times u$



## 6.2. Calculo de la lámina de agua en el canal.

La fórmula de funcionamiento es:

$$W = K B^n$$

Donde:

$W$  = caudal del efluente medido en m<sup>3</sup>/s.

$B$  = Lectura de la lámina de agua en flujo libre en metros.

Para una canaleta Parshall de 1 pulgada, los valores del exponente  $n$  y del coeficiente  $K$  en la ecuación de caudal son los siguientes:

$$K = 0.0604$$

$$n = 1.55$$

Estos valores se encuentran detallados en la Tabla 7.5 del documento 'Parshall Flumes for Flow Measurement', publicado por la Oficina de Reclamación de los Estados Unidos (U.S. Bureau of Reclamation, USBR)."

**Out[40]:** Obtenemos entonces: para un caudal mínimo  $W_{min} = 0.0604 B_{min}^{1.55}$ , para un caudal máximo  $W_{max} = 0.0604 B_{max}^{1.55}$  y para un caudal medio  $W_{med} = 0.0604 B_{med}^{1.55}$

## 6.3. Dimensiones de la canaleta.

Las medidas de nuestro medidor Parshall obtenemos de la siguiente tabla padronizada:

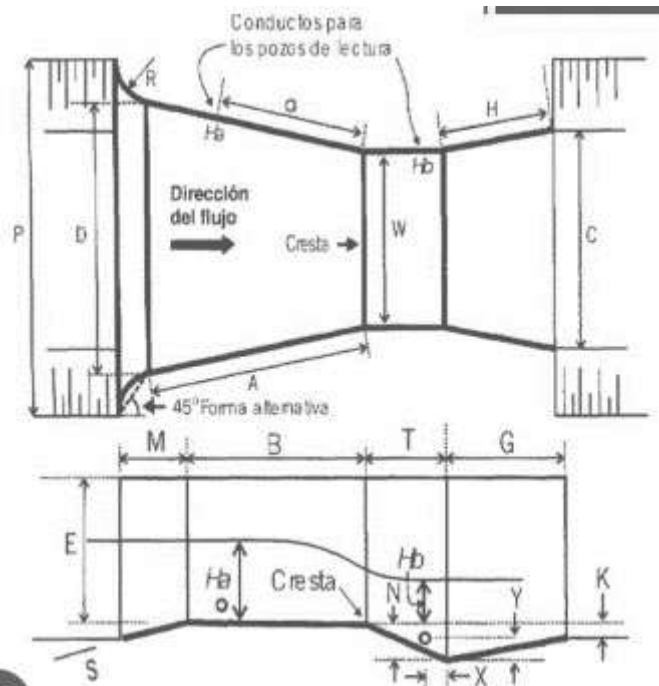
Out[41]:

	W	cm	A	B	C	D	E	F	G	K	N
0	1''	2.5	36.6	35.6	17.8	16.8	22.9	7.6	20.3	1.9	2.9
1	3''	7.6	45.6	45.7	39.4	25.9	38.1	15.2	30.5	2.5	5.7
2	6''	15.2	62.1	61.0	38.0	40.3	45.7	30.5	61.0	7.6	11.4
3	9''	22.9	88.0	86.4	61.0	57.5	61.0	61.0	45.7	7.6	22.9
4	1'	30.5	137.2	134.4	76.2	84.5	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
5	1 1/2'	45.7	144.9	142.0	91.5	102.6	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
6	2'	61.0	152.5	149.6	122.0	120.7	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
7	3'	91.5	167.7	164.5	152.2	157.2	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
8	4'	122	183.0	179.5	183.0	193.8	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
9	5'	152.5	198.3	194.1	213.5	230.3	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
10	6'	183	213.5	209.0	244.0	266.7	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
11	7'	213.5	228.8	224.0	274.5	303.0	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
12	8'	244	244.0	239.2	366.0	340.0	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
13	10'	305	274.5	427.0	427.0	475.9	122.0	91.5	183.0	15.3	34.3

De la tabla padronizada, con el valor de  $w = 2,5$  obtenemos:

Out[42]:

	W	cm	A	B	C	D	E	F	G	K	N
1	3''	7.6	45.6	45.7	39.4	25.9	38.1	15.2	30.5	2.5	5.7



$L\ n\ v\ n - V\ w\ n\ l\ w\ V\ t\ j\ v\ j\ m\ n\ b\ j\ j\ u\ q\ v\ w\ m\ n\ F\ p\ j\ Y\ n\ q\ n\ j\ t\ n$   
 $x\ j\ j\ n\ t\ S\ j\ j\ m\ n\ w\ m\ n\ t\ j\ l\ q\ m\ j\ m\ m\ F\ w\ w\ K\ n\ w$   
 $J\ n\ x\ j\ j\ u\ n\ v\ w\ m\ n\ I\ w\ m\ q\ t\ n\ j$

## 7. Tratamiento Secundario - Reactores anaeróbicos de flujo ascendente (RAFA)

En esta sección, implementaremos una serie de Reactores Anaeróbicos de Flujo Ascendente (RAFA) para abordar la elevada carga de DQO y DBO presente en el efluente del proyecto.

Al colocar dos reactores anaeróbicos de flujo ascendente en serie se aumenta el tiempo de retención hidráulica total del sistema, permitiendo una mayor descomposición de la materia orgánica en el efluente y una reducción adicional de la contaminación. Esta disposición ofrece una segunda etapa de tratamiento que optimiza el proceso de digestión anaeróbica, ya que se pueden ajustar parámetros específicos en cada reactor según las necesidades del tratamiento. En conjunto, esta estrategia mejora significativamente la eficiencia del tratamiento del efluente, especialmente en casos de alta carga de DQO y DBO.

Adoptaremos reactores rectangulares debido a su facilidad de construcción siguiendo las tendencias actuales.

### 7.1. Parámetros de entrada del reactor 1.

Caudal de entrada	62,4 m <sup>3</sup> /día
DQO	13625 mgO <sub>2</sub> /L
DBO <sub>5</sub>	6027 mgO <sub>2</sub> /L

$$L = \frac{Q \cdot C}{V} - K \cdot t$$

### 7.2. Tiempo de retención hidráulico.

Según Metcalf y Eddy (2003), para los reactores anaeróbicos de flujo ascendente (RAFA) con una altura de 4 metros utilizados en el tratamiento de aguas residuales, se aconseja un tiempo de retención hidráulica (TRH) de entre 6 y 8 horas, especialmente cuando la temperatura ambiente es superior a 26°C.

Out[44]: Adoptamos entonces: tiempo de retención  $t = \frac{V}{Q}$  , una altura del reactor  $H = 4$  m, y un borde libre  $H_{fl} = 0,8$  m

### 7.3. Volumen de los Reactores.

Calculamos el volumen con la expresión:

$$V = Q \cdot t$$

Out[45]: Dando así:  $dY : 868 u <$

### 7.3.1 Área del Reactor

El área del reactor se calcula con la siguiente ecuación:

$$FY \frac{dY}{NY}$$

Out[46]: El área del reactor es:  $FY \quad 68 u :$

Out[47]: Por lo tanto se concluye con un ancho adoptado  $jjm \mu x : 98 u$ , y un largo  $tjm \mu x Y : 68 u$

### 7.3.2 Velocidad ascensional del Reactor

La velocidad ascensional del reactor debe estar en los siguientes rangos.

Velocidades de flujo ascendente recomendados	
Gasto del afluyente	Velocidad de flujo ascendente (m/h)
Flujo promedio	0,5 - 0,7
Flujo máximo	< 0,9 - 1,1
Flujo pico temporales	< 1,5

$$L \quad n \nu \quad n - I \quad B \quad n \quad v \quad q \quad B \quad j \quad u \quad m \quad R \quad n \quad u \quad w \quad 4 : 88 \times$$

Y se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$d \quad j \quad l \quad \frac{W}{FY}$$

Out[48]: La velocidad ascendente del reactor es:  $d \quad j \quad l \quad 868 u \quad 7B$

### 7.4. Carga Orgánica Volumétrica del Reactor 1.

La carga orgánica volumétrica (COV) es un parámetro fundamental en el diseño de los Reactores Anaeróbicos de Flujo Ascendente (RAFA). Se calcula multiplicando el caudal de entrada por la concentración de materia orgánica (DQO) del agua residual alimentada al reactor en un día determinado, y luego dividiendo este producto por el volumen efectivo del reactor.

Se calcula con la siguiente expresión:

Out[49]: La carga orgánica volumétrica es:  $I U d 9 = 86 \alpha s p 6 J W U 7 u \leq m j$

### Carga hidráulica Volumétrica

$$I N d \frac{W}{d Y}$$

Out[50]: La carga hidráulica volumétrica es:  $I N d \leq 88 u \leq 7 u \leq m j$

## 7.5. Sistemas de distribución del agua residual.

Según Chernicharo de Lemos (2007), para garantizar un tratamiento eficaz en un reactor, es crucial distribuir el agua residual de manera uniforme cerca del fondo, a una distancia de entre 10 y 20 centímetros. Esto se logra utilizando una serie de tubos estratégicamente ubicados, donde cada uno abarca un área de 1 a 2 metros cuadrados del fondo del tanque. Esta distribución uniforme asegura que todas las áreas del reactor estén expuestas de manera equitativa a los procesos de tratamiento, maximizando así la eficiencia del sistema.

Out[51]: Adoptamos un área de influencia:  $F q o : 88 u :$

Para calcular el número de puntos de entrada utilizaremos la siguiente ecuación:

$$T x \frac{F Y}{F q o}$$

Out[52]: El número de puntos distribuidas del efluente:  $T x <$

## 7.6. Estimación de las concentraciones de DQO y DBO5 en el efluente del Reactor 1.

Los criterios de diseño para los reactores anaeróbicos de flujo ascendente empleados en el tratamiento de aguas residuales industriales, según lo adaptado de varias fuentes como Chernicharo de Lemos (2007), Van Lier (2010) y Metcalf y Eddy (2003), indican que se puede esperar una eficiencia del proceso que varía entre el 80% y el 90%.

Out[53]: Adoptamos una eficiencia:  $K o \alpha ,$

Las concentraciones de DQO y DBO5 en el efluente del Reactor 1 seran de:

$$\begin{aligned} I J W U 9 & J y w \emptyset K 1 \\ I J H U 9 & J k w \emptyset K 1 \end{aligned}$$

Out[54]: Las concentraciones de DQO y DBO5 en la salida del Reactor 1 es:  
 $I J WU_9 : 8 \times 10^{-6} \text{ u p6J yu7R}$ , y  $I J HU_9 : 8 \times 10^{-6} \text{ u p6J HU 7R}$

## 7.7. Carga Organica Volumetrica del Reactor 2.

En el caso del reactor 2, el caudal de entrada se mantiene constante, lo que implica que las dimensiones del reactor serán idénticas a las del reactor 1. Sin embargo, la carga orgánica volumétrica variará, ya que está directamente relacionada con la concentración de DQO en el flujo de entrada al sistema.

Out[55]: La carga orgánica volumétrica en el reactor 2 es:  $I Ud : 10^{-6} \text{ u p6J WU7u 6mjl}$

## 7.8. Estimación de las concentraciones de DQO y DBO5 en la salida del rector 2.

Como parametros de entrada seran consideradas las concentracion es estimadas en el efluente del Reactor 1. Teniendo en cuenta que la eficiencia adoptada del sistema es del 85% las concentraciones en el efluente final seran los siguientes

Out[56]: Las concentraciones de DQO y DBO5 en el efluente final de los reactores es:  
 $I J WU : 8 \times 10^{-6} \text{ u p6J yu7R}$ , y  $I J HU : 9 \times 10^{-6} \text{ u p6J HU 7R}$

## 8. Producción de BioGas y Metano.

### 8.1. Reactor 1.

La porcion de DQO convertida en gas metano es determinada por la siguiente ecuacion

$$J WUI N = W QJ WUq - J WUo1 - 86 \frac{spJ WUtumw}{spJ WUjxtq jmw} W J WUq$$

Out[57]: La porción convertida es:  $J WUI N = 9 \times 10^{-6} \text{ u p6J WU7mjl}$

Y la producción volumetrica de metano se calcula con la siguiente ecuación:

$$W I N = \frac{J WUI N}{s01}$$

Donde:

$W I N$  = producción de metano volumetrico m3/dia

$s01$  = factor de corrección dependiendo de la temperatura de operación del reactor

$k(t)$  se obtiene mediante la siguiente ecuación:



$$s_p = \frac{W_p}{F_p}$$

Out[64]: El área del colector de gas requerido es:  $F_p = 6 \text{ m}^2$  :

Out[65]: El largo del colector 1 sera igual al largo del reactor 1 para mejor aprovechamiento del mismo:  $R = 6.8 \text{ m}$ , y el ancho requerido con este valor sera de  $j = 9.88 \text{ m}$

## Reactor 2

Out[66]: El área del colector de gas requerido es:  $F_p = 8.6 \text{ m}^2$  :

Out[67]: El largo del colector 2 sera igual al largo del reactor 2 para mejor aprovechamiento del mismo:  $R = 6.8 \text{ m}$ , y el ancho requerido con este valor sera de  $j = 8.9 \text{ m}$

## 9.1 Dimensionamiento de las aberturas y del compartimento del sedimentador.

Adoptamos para ambos reactores 2 aberturas en cada módulo junto a las paredes.

Longitud de cada abertura 2.5m

Ancho de abertura  $a = 0.20 \text{ m}$

Out[68]: El area total de las aberturas es:  $F_j = 9.88 \text{ m}^2$  :

Se verifica las velocidades a traves de las aberturas, sabiendo que la velocidad maxima permitida entre las campanas es de 3m/h

$$d_{jk} = \frac{W}{F_j}$$

Out[69]: Para estas dimensiones la velocidad a traves de las aberturas  $d_{jk}$  con un valor de  $d_{jk} = 6.8 \text{ m}^2$

### 9.1.1 Dimensionado del compartimento del sedimentador

En este apartado realizaremos el dimensionado del compartimento del sedimentador, las tasas de carga superficial deberan estar en los siguientes rangos:

Flujo del afluente	Tasa de carga superficial (m/H)
Flujo promedio	0,6 a 0,8
Flujo maximo	menor que 1,2
Flujo temporal	menor que 1,6

$$L = \frac{V}{S} = \frac{W}{F_j} = \frac{W}{j \cdot R} = \frac{W}{j \cdot 6.8}$$

Out[70]: La longitud del sedimentador sera igual al largo del reactor  $L_s = 6.8u$

### Reactor 1

Out[71]: Ancho efectivo del sedimentador 1 se calcula de la siguiente manera:

$$F_9 = \frac{F_{vl} B_{uq} n_{vw} Y_{FLF}}{j_{vl} B_{umt} l_{\theta nl} w} : 0.8 - 9.88 \quad 9.08$$

Out[72]: Area del compartimento 1:

$$F_{l9} = \frac{R_{wpq} m_{mnt} n_{mq} n_{v} j_{mv}}{F_{vl} B_{uno} n_l q_{wmnt} n_{mq} n_{v} j_{mv}} : 6.8 * 9.08 = 61.74 u^2$$

Out[73]: Para verificar las tasas de carga de superficie del sedimentador se utiliza la siguiente expresión:  $d_j = \frac{W_{uj} B_{Fl}}{86} < u_{TB}$

Out[74]: 'Ya que no debemos exceder el valor del flujo maximo permitido, este sistema para el Reactor 1 Verifica'

### Reactor 2

Out[75]: Ancho efectivo del sedimentador 1 se calcula de la siguiente manera:

$$F_9 = \frac{F_{vl} B_{uq} n_{vw} Y_{FLF}}{F_{nj} m_{tj} j_{kn} j} : 0.8 - 8.0 \quad 9.6$$

Out[76]: Área del compartimento 2:  $F_{l2} = 6.8 * 9.6 = 65.28 u^2$

Out[77]: Para verificar las tasas de carga de superficie del sedimentador se utiliza la siguiente expresión:  $d_j = \frac{W_{uj} B_{Fl}}{86} < u_{TB}$

Out[78]: 'Ya que no debemos exceder el valor del flujo máximo permitido, este sistema para el Reactor 2 Verifica'

### 9.1.2. Características de los Reactores.

Out[79]: Adoptaremos un ángulo de incidencia de la campana:  $8^\circ$

Traslape: se trata de los deflectores instalados para dirigir los gases generados hacia la campana, facilitando así la separación entre los gases y el líquido.

Según el Proyecto de la Planta de Tratamiento de Aguas Residual es para el Matadero Municipal de la Ciudad de Arroyos y Esteros en el Departamento de Cordillera, el traslape en la instalación de las pantallas de la campana debe ser de 10 a 20 cm.

Out[80]: Adoptaremos un traslape:  $b = 8.08 u$

Seguidamente calculamos el ancho del deflector:

$$e_m = b \cdot 3 \cdot j \cdot \sqrt{B_{vm} \cdot j \cdot k_n} \cdot j$$

Out[81]: El ancho del deflector sera de:  $e_m = 86,8 \text{ u}$

La longitud del deflector:

$$R_m = e_m \cdot j \cdot 0,1$$

Out[82]: La longitud del deflector es:  $R_m = 9,8 = u$

Adoptamos altura de la campana:  $B = 96,8 \text{ u}$  y altura del reactor inferior  $B_q = 6,8 \text{ u}$

## 9.2. Estimación de producción de Lodos.

El reactor RAFA es un equipo que continuamente genera Lodos durante su proceso.

Consideraciones de diseño			
Simbolo	Descripcion	Rango	Valor Adoptado
Y	Coficiente de produccion de lodos	0,1-0,16	0,10 kgSSV/kgDQO
SSV/SST	Relacion de solidos	0,65-0,75	0,75
% H2O	Porcentaje de agua en el lodo	0,95-0,98	0,95
DL	Densidad del lodo	1020-1040	1020 kg/m3

### Producción de lodos en término de solidos suspendidos volatiles.

A partir de las consideraciones se determina la cantidad generada de lodos a partir de los SSV con la siguiente ecuación:

$$V_{Raad} = g \cdot K_o \cdot I \cdot J \cdot W \cdot W$$

Donde CDQO es el DQO soluble en el agua de entrada y Ef es la eficiencia sobre el DQO total

### Producción de lodos en término de solidos suspendidos totales

Según el Proyecto de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para el Matadero Municipal de la Ciudad de Arroyos y Esteros, en el Departamento de Cordillera, se determina la cantidad de lodos generada a partir de los sólidos suspendidos totales (SST) mediante el uso de la siguiente ecuación:

$$V_{Raab} = \frac{V_{Raad}}{\frac{aad}{aab}}$$

### Masa de lodos Hidratados

Se determina mediante la ecuación:

$$S_{RB} \mu_j \mu_w = \frac{V R a a b}{9 N:U}$$

### Volumen de purga de lodos

$$d_{t \mu w} = \frac{S_{RB} \mu_j \mu_w}{t \mu w}$$

Donde  $\rho$  es la densidad del lodo

### Volumen de lodos deshidratados al 65%

Según Tchobanoglus, la deshidratación de los lodos se estima en un rango del 65 % al 70 % antes de llevar a cabo algún tratamiento secundario en el proceso

$$d_{t \mu w} j t^{\circ} = \frac{V R a a b}{\emptyset 86 1 t \mu w}$$

Out[83]:

	Reactor 1	Reactor 2	unidad
<b>Eficiencia</b>	85.00	85.00	%
<b>CDQO</b>	13625.00	2044.00	mg/L
<b>PLSSV</b>	72.27	10.84	kg*SSV/dia
<b>PLSST</b>	96.36	14.45	kg/dia
<b>MLhidratado</b>	1927.12	289.07	kg/dia
<b>Vlodos</b>	1.89	0.28	m3/dia
<b>Vlodos65%</b>	0.27	0.04	m3/dia

### 9.3. Resultados RAFA 1.

Out[84]:

	<b>Concepto</b>	<b>Sigla</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
0	Volumen	V	20.80	m <sup>3</sup>
1	Área	A	5.20	m <sup>2</sup>
2	Ancho	a	2.10	m
3	Largo	L	2.50	m
4	Altura Total	H	4.00	m
5	Tiempo de Retención Hidráulica	TRH	8.00	h
6	Carga Volumétrica	COV	40.88	kg.DQO/m <sup>3</sup> .dia
7	Carga Hidráulica volumétrica	CHV	3.00	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> .dia
8	Velocidad Ascensional	Vasc	0.50	m/h
9	Puntos de Distribución del afluente	-	3.00	unidad
10	Altura de la campana	h	1.50	m
11	Altura del Reactor parte inferior	hi	2.50	m
12	Inclinación de la campana	$\alpha$	60.00	°
13	Rendimiento del sistema	-	85.00	%
14	DQO aplicada al sistema	DQO	13625.00	mg/L
15	DBO aplicado al sistema	DBO	6027.00	mg/L
16	DQO saliente	DQO saliente	2043.75	mg/L
17	DBO Saliente	DBO saliente	904.05	mg/L

### 9.3. Resultados RAFA 2.

Out[85]:

	Concepto	Sigla	Valor	Unidad
0	Volumen	V	20.8000	m3
1	Area	A	5.2000	m2
2	Ancho	a	2.1000	m
3	Largo	L	2.5000	m
4	Altura Total	H	4.0000	m
5	Tiempo de Retención Hidráulica	TRH	8.0000	h
6	Carga Volumétrica	COV	6.1300	kg.DQO/m3.dia
7	Carga Hidráulica volumétrica	CHV	3.0000	m3/m3.dia
8	Velocidad Ascensional	Vasc	0.5000	m/h
9	Puntos de Distribución del afluente	-	3.0000	unidad
10	Altura de la campana	h	1.5000	m
11	Altura del Reactor parte inferior	hi	2.5000	m
12	Inclinación de la campana	$\alpha$	60.0000	°
13	Rendimiento del sistema	-	85.0000	%
14	DQO aplicada al sistema	DQO	2043.7500	mg/L
15	DBO aplicado al sistema	DBO	904.0500	mg/L
16	DQO saliente	DQO saliente	306.5625	mg/L
17	DBO Saliente	DBO saliente	135.6075	mg/L

## 11. Tratamiento Secundario - Filtro Anaeróbico de Flujo ascendente.

La utilización de filtros anaeróbicos de flujo ascendente (FAF A) se recomienda generalmente en las siguientes situaciones:

A) Diseñar el FAFA como unidad única para la oxidación de la materia orgánica.

B) Diseñar el FAFA como un postratamiento del efluente de un reactor anaeróbico, adaptándose a las variaciones del caudal.

En nuestro caso particular, concluimos que es adecuado dimensionar un FAFA como postratamiento del efluente de la serie de reactores anaeróbicos.

### Criterios de Diseño

Parametros de diseño	Q promedio	Q maximo diario	Q maximo horario
Medio de empaque	Piedra	Piedra	Piedra
Altura del medio filtrante (m)	0,8 a 3	0,8 a 3	0,8 a 3
Altura del borde libre (m)	0,5	0,5	0,5
Altura bajo dren (m)	0,5 a 1	0,5 a 1	0,5 a 1
Tiempo de residencia hidraulica (h)	5 a 12	4 a 9	3 a 7
Carga hidraulica superficial (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> dia)	6 a 10	8 a 12	10 a 15
Carga organica volumetrica (kgDBO/m <sup>3</sup> d)	0,15 a 0,50	0,15 a 0,55	0,15 a 0,55
Carga organica en el medio filtrante (kgDBO/m <sup>3</sup> d)	0,25 a 0,75	0,25 a 0,75	0,25 a 0,75

$$L = \frac{Q \cdot t}{V} \cdot \frac{1}{n} \cdot \frac{1}{1 - e^{-n \cdot V \cdot t}}$$

$$x_j = \frac{S}{j} \cdot \frac{1}{n} \cdot \frac{1}{1 - e^{-n \cdot V \cdot t}}$$

$$J = \frac{1}{n} \cdot \frac{1}{1 - e^{-n \cdot V \cdot t}}$$

## 11.1. Concentraciones de contaminantes en el afluente.

Out[87]: Las concentraciones de Contaminantes en el afluente son:

$I_{JWU} < 8^\circ 6^\circ u p6JWU7t$ , y  $I_{JHU} < 9 < 69 u p6JHU7Rb$

## 11.2. Cálculo del Volumen del filtro anaeróbico.

### 11.2.1. Caudal de diseño

Out[88]:  $W = 68 u < 7m qj$

### 11.2.2. Cálculo del Volumen del filtro por medio de carga orgánica volumétrica.

Out[89]: Adoptamos una carga orgánica Volumétrica:  $I_{Ud} < 86 < s p6JHU7u <$  que corresponde al promedio de COV recomendado para un caudal máximo horario

El volumen se calcula con la siguiente ecuación:

$$d o q = \frac{W \cdot I_{JHU}}{I_{Ud}}$$

Out[90]: El volumen del filtro será:  $d o q = 68 u <$

### 11.2.3. Altura total del filtro.

Teniendo en cuenta los criterios de diseño indicados en la tabla anterior, se ha adoptado una altura de empaque de 2 metros, una altura libre en el fondo de 0.50 metros y un borde libre de 0.50 metros, por lo tanto la altura final del filtro esta dada por:

$$N = 8683 : 6883868 < 68u$$

### 11.3. Cálculo del área del filtro anaeróbico.

Out[91]: Con el volumen calculado y la altura adoptada anteriormente tenemos un área de:  
 $F_{oq} = 68 u$

Out[92]: Adoptamos un ancho:  $j_{oq} = 68 u$ , y el largo del filtro sera:  $toq = 68 u \cong <u$

#### 11.3.1. Cálculo del volumen del medio filtrante.

Se calcula con la siguiente ecuación

$$d u o = F_{oq} B u x j y n$$

Out[93]: El volumen del medio filtrante es de:  $d u o = 9^{\circ} \Theta: u <$

### 11.4. Verificación de la carga hidráulica superficial.

Segun los criterios de diseño para filtros anaeróbicos la carga hidráulica superficial teniendo en cuenta el caudal máximo horario no deberá ser superior a 15 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.dia. Se calcula con la siguiente ecuación:

$$I B = \frac{W}{F}$$

Out[94]: El valor de la carga hidráulica superficial es de:  $I B = 6 \times u < 7 u : 6 m j$

Out[95]: La carga hidráulica esta dentro de los intervalos recomendados para los gastos aplicados

### 11.5. Verificación de la carga hidráulica volumétrica

Según estudios realizados en el Proyecto Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para el Matadero Municipal de la Ciudad de Arroyos y Esteros, Departamento de Cordillera, se han obtenido buenos resultados con filtros anaeróbicos aplicando una Carga Orgánica Volumétrica (COV) de 0.15 a 0.5 kg de DBO/m<sup>3</sup>·día (considerando el volumen total del filtro) y de 0.25 a 0.75 kg de DBO/m<sup>3</sup>·día (considerando el volumen del filtro empacado).

Out[96]: Se encuentra en los rangos mencionados con un valor de  $I U d w j t = 86 < s p 6 J H U 7 u < 6 m j$

Out[97]: Se encuentra en los rangos mencionados con un valor de  $I U d u o = 86 < s p 6 J H U 7 u < 6 m j$

## 11.6. Tiempo de residencia hidráulica.

Teniendo el caudal y el volumen del filtro obtenemos el tiempo de residencia hidráulica.

$$t_r = \frac{V}{Q}$$

Out[98]: El tiempo de residencia hidráulica es de:  $t_r = 9.30$  s

## 11.7. Estimación de concentración de DQO Y DBO en el efluente final

Según el Proyecto Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para el Matadero Municipal de la Ciudad de Arroyos y Esteros, Departamento de Cordillera, la eficiencia estimada de los filtros anaeróbicos de esta naturaleza se sitúa entre el 75% y el 85%

Out[99]: Adoptamos una eficiencia de:  $\eta = 80\%$ ,

Out[100]: Las concentraciones de DQO y DBO en el efluente son:  $C_{DQO} = 61.31$  mg/L,  $C_{DBO} = 27.12$  mg/L

### Resultados Filtro Anaeróbico

Out[101]:

	Concepto	Sigla	Valor	Unidad
0	Volumen	V	0.72	m3
1	Volumen del medio filtrante	V	16.12	m3
2	Area	A	8.06	m2
3	Ancho	a	2.60	m
4	Largo	L	3.10	m
5	Altura Total	H	3.00	m
6	Altura el medio filtrante	Hfiltro	2.00	m
7	Tiempo de Retención Hidráulica	TRH	9.30	h
8	Carga Volumetrica	COV	0.35	kg.DQO/m3.dia
9	Carga Hidráulica Superficial	Chs	7.74	m3/m2.dia
10	Puntos de Distribución del afluente	-	1.00	unidad
11	Rendimiento del sistema	-	80.00	%
12	DQO aplicada al sistema	DQO	306.56	mg/L
13	DBO aplicado al sistema	DBO	135.61	mg/L
14	DQO saliente	DQO saliente	61.31	mg/L
15	DBO Saliente	DBO saliente	27.12	mg/L

Out[102]:

	Concepto	Requerimiento MADES	Concentración en el efluente	Unidad	Resultado
0	DQO	150	61.31	mg/L	CUMPLE
1	DBO	50	27.12	mg/L	CUMPLE

## 12. Tratamiento Terciario - Lecho de secado

Los lechos de secado son dispositivos diseñados para eliminar suficiente agua de los lodos, permitiendo que el material resultante pueda manejarse como un sólido, con un contenido de humedad inferior al 70%.

### 12.1. Dimensionamiento del lecho de secado.

Según el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: Introducción al Tratamiento de Aguas Residuales Municipales, el tiempo total de secado (en días) y el área superficial requerida (en m<sup>2</sup>) se calculan utilizando las siguientes ecuaciones:

$$F = \frac{Q \cdot N \cdot a \cdot U}{j \cdot K \cdot 3 \cdot k \cdot Y} \cdot \frac{9}{a \cdot 9} \cdot \frac{9}{a} \cdot 13 \cdot m$$

$$F = \frac{98 \cdot \alpha \cdot W}{N}$$

Parametros de diseño			
Simbolo	Descripcion	Valor	Unidad
So	Porcentaje de solidos en el efluente adoptado	35	%
a	Factor de correccion de evaporacion	0,75	-
b	Factor de absorcion de agua por el lodo	0,57	-
td	Tiempo de duracion del drenado (d) adoptado	1	dias
S1	Porcentaje de solidos despues de td dias esperado	40	%
S2	Contenido de solidos en el efluente esperado	45	%

$$L = \frac{V \cdot w \cdot n \cdot l \cdot w \cdot T \cdot j \cdot v \cdot j \cdot m \cdot b \cdot j \cdot j \cdot u \cdot q \cdot v \cdot w \cdot m \cdot F \cdot p \cdot j \cdot Y \cdot n \cdot q \cdot m \cdot j \cdot t \cdot n}{x \cdot j \cdot j \cdot n \cdot t \cdot S \cdot j \cdot j \cdot m \cdot w \cdot m \cdot t \cdot j \cdot l \cdot q \cdot m \cdot j \cdot m \cdot m \cdot F \cdot w \cdot w \cdot K \cdot n \cdot w}$$

$$J \cdot n \cdot x \cdot j \cdot j \cdot u \cdot n \cdot v \cdot w \cdot m \cdot I \cdot w \cdot m \cdot q \cdot t \cdot n \cdot j$$

Datos hidrologicos				
Simbolo	Descripcion	Valor	Unidad	Fuente
E	Evaporacion del agua	5	cm/mes	Boletin agrometeorologico Marzo 2024
R	Precipitacion del mes lluvioso DINAC	43,4	cm/mes	Anuario climatologico 2017

$$L = \frac{V \cdot w \cdot n \cdot l \cdot w \cdot T \cdot j \cdot l \cdot q \cdot w \cdot j \cdot t \cdot m \cdot F \cdot n \cdot w \cdot j \cdot q \cdot j \cdot I \cdot q \cdot q}{J \cdot q \cdot n \cdot l \cdot q \cdot v \cdot m \cdot S \cdot n \cdot n \cdot w \cdot w \cdot p \cdot j \cdot n \cdot N \cdot q \cdot n \cdot w \cdot p \cdot j}$$

Resultados del Lecho de secado

Out[103]:

	Dimensiones	Valor	Unidad
0	Area	83	m <sup>2</sup>
1	Largo	12	m
2	Ancho	7	m
3	Altura	1	m
4	Dias	5	dias

### 13. Tratamiento Terciario - Desinfección (clorador)

Según el Proyecto Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para el Matadero Municipal de la Ciudad de Arroyos y Esteros, Departamento de Cordillera, para asegurar una desinfección efectiva, es necesario que el agua y el cloro permanezcan en contacto durante un período de entre 15 y 45 minutos en un tanque de contacto diseñado específicamente para este propósito.

En la tabla que se presenta a continuación, se muestran las condiciones y características de los requerimientos de cloro, así como las dimensiones del tanque de contacto y del dosificador de cloro, necesarios para desinfectar el agua tratada.

Efluente	Dosis (mg/L)
Aguas crudas (pre floración)	6 a 25
Sedimentación primaria	5 a 20
Tratamiento de precipitación química	3 a 10
Filtros rociadores	3 a 10
Filtros de lechos con piedras	1 a 5

*L n v n - S n l j t o K m m 4 Q v l 6 4 : 8 : <*

Out[104]: Teniendo en cuenta que nuestro efluente proviene de un filtro de lechos con piedras adoptamos: *J w q l t w w : u p 7 R*

#### Resultados Clorador

Out[105]:

	Dimensiones	Valor	Unidad
0	Caudal de entrada	0.72	l/s
1	Dosis de cloro	2.00	mg/l
2	Requerimiento de cloro diario	0.12	kg/dia
3	Volumen del Recipiente para preparar la solución	1.10	litros
4	Volumen útil del tanque de contacto	1.30	m3
5	Area	1.30	m2
6	Largo	1.30	m
7	ancho	1.00	m
8	Altura	1.20	m
9	Tiempo de retención	30.00	min

**Después del tratamiento de efluentes descrito en esta memoria de cálculo, se recomienda realizar un control analítico para verificar que se cumplan los parámetros exigidos por el MADES para el vertido en cauces hídricos.**

Out[106]:



“DISEÑO DE UNA PLANTA DE BENEFICIO ANIMAL EN EL MUNICIPIO DE SAN ESTANISLAO,  
DEPARTAMENTO DE SAN PEDRO”

WILLY ALFREDO VALENZUELA TOPPI – 2024

---

## Anexo VII

**Planillas de cálculos métricos y presupuesto.**



## FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS

Universidad Nacional de Caaguazú



### Facultad de Ciencias y Tecnologías - UNCA

### PLANTA DE BENEFICIO ANIMAL EN EL DISTRITO DE SAN ESTANISLAO

### PRESUPUESTO - RESUMEN POR DEPENDENCIA

ITEM	CONCEPTO	Total
1	MATADERIA Y ADMINISTRACION	G 2.328.496.655
2	CORRALES Y ANEXOS	G 1.049.993.485
3	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	G 609.885.931
4	OBRAS EN EXTERIORES	G 1.227.760.170
5	EQUIPAMIENTOS INDUSTRIALES BASICOS DE PLAYA DE FAENA	G 1.418.540.000
TOTAL POR OBRA (GUARANÍES):		G 6.634.676.241

**Son guaraníes:** Seis mil seiscientos treinta y cuatro millones seiscientos setenta y seis mil doscientos cuarenta y uno.

### EN DÓLARES AMERICANOS

COTIZACION DEL DÓLAR EN FECHA 08/06/2024: 7.528,41 GS. (BANCO CENTRAL DEL PARAGUAY)

TOTAL POR OBRA (DÓLARES):	USD 881.285
---------------------------	-------------

**Son dólares:** Ochocientos ochenta y un mil doscientos ochenta y cinco.

**Planilla de Computo Métrico y Presupuesto**

Proyecto: Planta de Beneficio Animal - San Estanislao		Propietario: Municipalidad de San Estanislao			
Localidad: San Estanislao		Departamento: San Pedro			
Matadería y Administración.					
ITEMS	DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	Cantidad	Precio Unitario	Total
<b>A</b>	<b>Preparación de la obra</b>				
1	Limpieza y desbroce del terreno	m <sup>2</sup>	3.484,00	G 5.000	G 17.420.000
2	Replanteo y marcación de obra	m <sup>2</sup>	1.265,00	G 9.000	G 11.385.000
3	Vallado Perimetral	m <sup>2</sup>	441,23	G 130.000	G 57.359.900
4	Obrador	m <sup>2</sup>	100,00	G 100.000	G 10.000.000
<b>B</b>	<b>Movimiento de Suelo</b>				
1	Excavación para cimentación	m <sup>3</sup>	275,50	G 60.000	G 16.530.000
2	Relleno de tierra interior y exterior, compactación y nivelación	m <sup>3</sup>	1.800,15	G 140.000	G 252.021.000
<b>C</b>	<b>Cimentación y Estructura de H°A°</b>				
1	ZAPATAS DE H°A°	m <sup>3</sup>	55,10	G 2.150.000	G 118.462.850
2	Vigas de cimentacion	m <sup>3</sup>	30,74	G 2.700.000	G 82.998.000
3	Columnas de H°A°	m <sup>3</sup>	29,97	G 2.700.000	G 80.919.000
4	Vigas de H°A° de encadenado superior	m <sup>3</sup>	19,20	G 2.600.000	G 49.920.000
<b>D</b>	<b>Aislación asfáltica</b>				
1	Horizontal asfáltica de muros, 3 caras con aditivo hidrófugo inorgánico - pared de 0,15	ml	485,50	G 30.000	G 14.565.000
<b>E</b>	<b>Muros de elevación</b>				
1	De 0.15 m, ladrillo hueco, para revocar	m <sup>2</sup>	2.075,00	G 75.000	G 155.625.000
2	Envarillado sobre y bajo aberturas de 2x8 mm, en dos hiladas.	ml	309,60	G 25.000	G 7.740.000
<b>F</b>	<b>Techo</b>				
1	De chapa trapezoidal sobre estructura metalica	m <sup>2</sup>	1.119,00	G 350.000	G 391.650.000
<b>G</b>	<b>Revoque</b>				
1	De pared a una capa c/ hidrófugo 1:4:16, espesor 1.5 cm	m <sup>2</sup>	4.150,00	G 40.000	G 166.000.000
2	De pilares de H° A°	m <sup>2</sup>	399,60	G 43.000	G 17.182.800
3	De vigas de H° A°	m <sup>2</sup>	256,00	G 43.000	G 11.008.000
<b>H</b>	<b>Revestimiento</b>				
1	De azulejos, color y medida según diseño en baños	m <sup>2</sup>	79,00	G 110.000	G 8.690.000
<b>I</b>	<b>Pisos</b>				
1	Contrapiso De hormigón de cascotes sobre terreno natural, h=7 cm - 1:6:12 (cemento: arena lavada: cascotes)	m <sup>2</sup>	1.070,00	G 44.000	G 47.080.000
2	Carpeta de regularizacion para piso 2cm	m <sup>2</sup>	1.063,00	G 34.000	G 36.142.000
3	Piso ceramico	m <sup>2</sup>	1.063,00	G 105.000	G 111.615.000
4	Zocalo de ceramica	ml	485,50	G 28.000	G 13.594.000
<b>J</b>	<b>Cielorrasos y mamparas</b>				
1	De PVC	m <sup>2</sup>	345,91	G 100.000	G 34.591.000
2	Mamparas para divisoria de baños	m <sup>2</sup>	39,44	G 120.000	G 4.732.800
<b>K</b>	<b>Carpintería de madera</b>				
1	Puerta placa con marco de vyrapyta y contramarco, terminacion lustrada de 0,80 x 2,10 cerradura soprano o similar	un	6,00	G 1.100.000	G 6.600.000
2	Puerta placa con marco de vyrapyta y contramarco, terminacion lustrada de 0,90 x 2,10 cerradura soprano o similar	un	6,00	G 1.300.000	G 7.800.000
3	Puerta placa con marco de vyrapyta y contramarco, terminacion lustrada de 1,00 x 2,10 cerradura soprano o similar	un	4,00	G 1.500.000	G 6.000.000
4	Puerta placa tipo vaiven con marco de vyrapyta y contramarco, terminacion lustrada y herrajes 1.40 x 2,10	un	12,00	G 2.100.000	G 25.200.000
5	Puerta placa reforzada de doble hoja con marco de vyrapyta y contramarco, terminación lustrada 1,90 x 2,10 cerradura soprano o similar	un	1,00	G 2.500.000	G 2.500.000
<b>L</b>	<b>Carpintería metalica</b>				
1	Porton metalico tipo rollable 3,00 x 3,70	un	2,00	G 8.103.000	G 16.206.000,00
<b>M</b>	<b>Carpintería vidriada y perfileria</b>				
1	Vidrios templados de 8 mm. Con perfileria de aluminio, y telas metalicas.	m <sup>2</sup>	87,00	G 850.000	G 73.950.000
<b>N</b>	<b>Pinturas</b>				
1	De paredes revocadas con pintura acrilica 100% lavable en exterior	m <sup>2</sup>	833,00	G 30.000	G 24.990.000
2	De paredes revocadas con pintura epoxica en interior	m <sup>2</sup>	3.238,00	G 50.000	G 161.900.000
3	De aberturas metálicas	m <sup>2</sup>	44,40	G 42.000	G 1.864.800
4	De canaleta aereas	ml	156,30	G 30.000	G 4.689.000
<b>O</b>	<b>Desagüe pluvial</b>				
1	Provisión y colocación de Canaletas aereas y de bajada en chapa galvanizada N°26, aereas desarrollo: 50 cm	ml	156,30	G 70.000	G 10.941.000
2	Tubería de PVC de 150 mm, serie reforzada para bajada	ml	137,20	G 75.000	G 10.290.000
<b>P</b>	<b>Instalación eléctrica</b>				
	Aplique LED 25 W	un	25,00	G 30.000	G 750.000
	Bandeja portables perforada 150x50 mm de 3 m	un	14,00	G 260.000	G 3.640.000
	Cable multifilar 2 mm <sup>2</sup>	ml	965,00	G 2.680	G 2.586.200

	Cable tipo Nyy 2x10 mm²	ml	20,00	G	20.000	G	400.000
	Cable tipo Nyy 3x2,5 mm²	ml	66,00	G	16.000	G	1.056.000
	Cable tipo Nyy 4x16 mm²	ml	35,00	G	141.200	G	4.942.000
	Cable tipo Nyy 4x185 mm²	ml	40,00	G	227.500	G	9.100.000
	Cable tipo Nyy 4x2,5 mm²	ml	120,00	G	20.000	G	2.400.000
	Caja de conexión hexagonal	un	140,00	G	3.400	G	476.000
	Caja de llaves	un	37,00	G	2.785	G	103.045
	Caño corrugado antillamas 1"	ml	25,00	G	3.058	G	76.450
	Caño corrugado antillamas 3/4"	ml	405,00	G	1.562	G	632.610
	Colgante industrial LED tipo UFO 100 W	un	86,00	G	300.000	G	25.800.000
	Disyuntor de caja moldeada 3x250 A	un	1,00	G	1.800.000	G	1.800.000
	Electroducto 1"	ml	110,00	G	2.320	G	255.200
	Llave de un punto	un	20,00	G	4.000	G	80.000
	Llave termomagnética 1x10 A	un	14,00	G	13.000	G	182.000
	Llave termomagnética 1x16 A	un	4,00	G	17.000	G	65.000
	Llave termomagnética 1x50 A	un	3,00	G	25.000	G	75.000
	Llave termomagnética 3x10 A	un	4,00	G	58.500	G	234.000
	Llave termomagnética 3x16 A	un	1,00	G	95.000	G	95.000
	Llave termomagnética 3x50 A	un	4,00	G	155.000	G	620.000
	Placa de dos módulos	un	24,00	G	4.000	G	96.000
	Placa de un módulo	un	13,00	G	4.000	G	52.000
	Provisión y montaje de Aire Acondicionado tipo Split de 18000 BTU	un	3,00	G	4.000.000	G	12.000.000
	Tablero embutir F+T+N corte 16 A 12 módulos	un	1,00	G	550.000	G	550.000
	Tablero embutir RST+T+N corte 250 A 12 módulos	un	1,00	G	550.000	G	550.000
	Tablero embutir RST+T+N corte 50 A 12 módulos	un	1,00	G	550.000	G	550.000
	Tablero embutir RST+T+N corte 50 A 36 módulos	un	1,00	G	850.000	G	850.000
	Tomacorriente	un	30,00	G	4.500	G	135.000
	Tomacorriente tipo Schuko	un	3,00	G	30.000	G	90.000
	Tomacorriente trifásico tipo industrial 4x32 A	un	5,00	G	33.000	G	165.000
	Unión tipo T para bandeja 150x50 mm	un	1,00	G	150.000	G	150.000
	Ventilador de techo	un	4,00	G	480.000	G	1.920.000
	<b>Mano de obra</b>						
	Instalación de TM limitador monofásico	gl	21,00	G	170.000	G	3.570.000
	Instalación de TM limitador trifásico	gl	10,00	G	510.000	G	5.100.000
	Instalación de conductores subterráneos	gl	216,00	G	27.000	G	5.832.000
	Instalación de electroductos	gl	540,00	G	12.500	G	6.750.000
	Instalación de tomacorrientes industriales	gl	5,00	G	340.000	G	1.700.000
	Montaje de Tableros	gl	4,00	G	250.000	G	1.000.000
	Montaje de bandejas	gl	15,00	G	25.000	G	375.000
	Montaje de luminarias	gl	111,00	G	85.000	G	9.435.000
	Montaje de tomacorrientes	gl	33,00	G	85.000	G	2.805.000
<b>Q</b>	<b>Instalación sanitaria</b>						
	<b>Instalacion de Agua Corriente</b>						
1	Cañerías de termofusión de 3/4"	ml	170,96	G	25.000	G	4.274.000
2	Cañerías de termofusión de 1/2"	ml	85,95	G	20.000	G	1.719.000
3	Codo, tees y uniones termofusión	un	146,00	G	8.500	G	1.241.000
4	Llave de paso de 3/4" cromada, con campana	un	10,00	G	160.000	G	1.600.000
5	Llave de paso de 1/2" cromada, con campana	un	20,00	G	110.000	G	2.200.000
6	Registro llave de paso 20x20 con tapa de hormigon	un	8,00	G	180.000	G	1.440.000
	<b>Desagüe Sanitario Doméstico</b>						
7	Tubería de PVC de 100 mm, serie reforzada	ml	37,00	G	65.000	G	2.405.000
8	Tubería de PVC de 50 mm, serie reforzada	ml	21,00	G	32.000	G	672.000
9	Codo de 100 mm x 45°, de PVC serie reforzada	un	1,00	G	20.000	G	20.000
10	Codo de 100 mm x 90°, de PVC serie reforzada	un	5,00	G	20.000	G	100.000
11	Codo de 50 mm x 90°, de PVC serie reforzada	un	5,00	G	15.000	G	75.000
12	Codo de 50 mm x 45°, de PVC serie reforzada	un	5,00	G	15.000	G	75.000
13	Ramal Y de 100 mm, de PVC serie reforzada	un	4,00	G	50.000	G	200.000
14	Ramal Y de 50 mm, de PVC serie reforzada	un	4,00	G	50.000	G	200.000
15	Ramal Y reduccion de 100 mm x 50 mm, de PVC serie reforzada	un	1,00	G	50.000	G	50.000
16	Ramal T de 50 mm, de PVC serie reforzada	un	2,00	G	15.000	G	30.000
17	Caja Sifonada 150 mm x 150 mm x 50 mm	un	7,00	G	180.000	G	1.260.000
18	Rejilla cromada de 150 mm x 150 mm	un	7,00	G	20.000	G	140.000
19	Registro Cloacal de 45x60cm con tapa de H°	un	2,00	G	450.000	G	900.000
20	Construcción de cámara séptica de 2,80 x 1,00 x 1,20 con tapa de hormigon	un	1,00	G	2.100.000	G	2.100.000
21	Pozo absorbente 2,50 m de diametro con tapa de hormigon	un	2,00	G	4.500.000	G	9.000.000
	<b>Desagüe Sanitario Industrial - Hasta PTAR</b>						
22	Tubería de PVC de 100 mm, serie reforzada	ml	96,00	G	65.000	G	6.240.000
23	Tubería de PVC de 200 mm, serie reforzada	ml	144,00	G	100.000	G	14.400.000
24	Codo de 100 mm x 45°, de PVC serie reforzada	un	8,00	G	20.000	G	160.000
25	Codo de 100 mm x 90°, de PVC serie reforzada	un	22,00	G	20.000	G	440.000

26	Codo de 200 mm x 45°, de PVC serie reforzada	un	3,00	G	190.000	G	570.000
27	Ramal Y de 100 mm, de PVC serie reforzada	un	9,00	G	50.000	G	450.000
28	Caja Sifonada 150 mm x 150 mm x 50 mm	un	17,00	G	180.000	G	3.060.000
29	Rejilla de acero inoxidable de 150 mm x 150 mm	un	17,00	G	20.000	G	340.000
30	Rejilla de piso lineal 200 mm x 600 mm, de fundicion de aluminio	un	60,00	G	250.000	G	15.000.000
31	Boca de desague de 180x20cm	un	16,00	G	500.000	G	8.000.000
32	Boca de desague de 120x20cm	un	1,00	G	350.000	G	350.000
33	Boca de desague de 60x20cm	un	1,00	G	160.000	G	160.000
34	Boca de desague de 60x60cm	un	3,00	G	450.000	G	1.350.000
35	Registro de inspeccion de 60x60cm, con tapa de H°	un	15,00	G	540.000	G	8.100.000
<b>Desagüe pluvial</b>							
36	Tubería de PVC de 150 mm, serie reforzada	ml	111,20	G	75.000	G	8.340.000
37	Codo de 150 mm x 90°, de PVC serie reforzada	un	22,00	G	40.000	G	880.000
38	Registro Pluvial de 60x60cm con rejilla	un	22,00	G	400.000	G	8.800.000
<b>Artefactos</b>							
39	Grifería FV manija cruz para duchas	un	4,00	G	120.000	G	480.000
40	Grifería FV cromada para lavatorio	un	7,00	G	180.000	G	1.260.000
41	Grifería FV pico alto movil para lavamanos	un	8,00	G	250.000	G	2.000.000
42	Inodoro Deca Reavena Sistema Baja	un	5,00	G	1.600.000	G	8.000.000
42	Canilla de pared cromada	un	5,00	G	50.000	G	250.000
<b>Accesorios</b>							
43	Mesada de granito con 2 bachas de porcelana para baños	un	2,00	G	3.200.000	G	6.400.000
44	Jabonera de losa esmaltada	un	4,00	G	75.000	G	300.000
45	Portarrollo de cromo	un	5,00	G	190.000	G	950.000
<b>R Proteccion contra incendio</b>							
<b>Detección</b>							
1	Detector humo-calor	un	28,00	G	130.000	G	3.640.000
	Cartel de Salida - Recorrido	un	11,00	G	160.000	G	1.760.000
2	Pulsador Manual Compuesto	un	10,00	G	40.000	G	400.000
3	Alarma Audio Visual	un	10,00	G	120.000	G	1.200.000
	Dintel	un	5,00	G	160.000	G	800.000
	Panel de sistema contra incendios	un	1,00	G	350.000	G	350.000
<b>Combate</b>							
	Boca de incendio equipada	un	4,00	G	1.600.000	G	6.400.000
	Rociadores automaticos	un	40,00	G	55.000	G	2.200.000
	Sensor de flujo	un	6,00	G	60.000	G	360.000
4	Boca de incendio siamesa	un	1,00	G	1.600.000	G	1.600.000
5	Extintor A-B-F (5 kg)	un	1,00	G	1.600.000	G	1.600.000
<b>S Limpieza final</b>							
1	Limpieza final	gl	1,00	G	3.000.000	G	3.000.000
						<b>Total:</b>	<b>G 2.328.496.655</b>

**Planilla de Computo Métrico y Presupuesto**

Proyecto: Planta de Beneficio Animal - San Estanislao		Propietario: Municipalidad de San Estanislao			
Localidad: San Estanislao		Departamento: San Pedro			
Corrales y Anexos.					
ITEMS	DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	Cantidad	Precio Unitario	Total
<b>A</b>	<b>Preparación de la obra</b>				
1	Replanteo y marcación de obra	m <sup>2</sup>	872,00	G 9.000	G 7.848.000
<b>B</b>	<b>Movimiento de Suelo</b>				
1	Excavación para cimentación	m <sup>3</sup>	112,32	G 60.000	G 6.739.200
<b>C</b>	<b>Cimentación y Estructura de H°A°</b>				
1	ZAPATAS DE H°A°	m <sup>3</sup>	7,03	G 2.150.000	G 15.112.350
2	Vigas de cimentacion	m <sup>3</sup>	6,05	G 2.700.000	G 16.335.000
3	Columnas de H°A°	m <sup>3</sup>	3,26	G 2.700.000	G 8.802.000
4	Vigas de H°A° de encadenado superior	m <sup>3</sup>	6,05	G 2.600.000	G 15.730.000
5	Muro de H°A°, en apoyo de vallado de caños metalicos.	m <sup>3</sup>	31,80	G 2.700.000	G 85.860.000
<b>D</b>	<b>Aislación asfáltica</b>				
1	Horizontal asfáltica de muros, 3 caras con aditivo hidrófugo inorgánico - pared de 0,15	ml	513,30	G 30.000	G 15.399.000
<b>E</b>	<b>Muros de nivelacion</b>				
1	De 0.30 m, ladrillo comun, para revocar	m <sup>2</sup>	45,00	G 220.000	G 9.900.000
<b>F</b>	<b>Muros de elevación</b>				
1	De 0.15 m, ladrillo comun, para revocar	m <sup>2</sup>	212,46	G 120.000	G 25.495.200
<b>G</b>	<b>Techo</b>				
1	De chapa trapezoidal sobre estructura metalica	m <sup>2</sup>	640,00	G 350.000	G 224.000.000
<b>H</b>	<b>Revoque</b>				
1	De pared a una capa c/ hidrófugo 1:4:16, espesor 1.5 cm	m <sup>2</sup>	269,13	G 40.000	G 10.765.200
2	De pilares de H° A°	m <sup>2</sup>	59,54	G 43.000	G 2.560.200
3	De vigas de H° A°	m <sup>2</sup>	14,43	G 43.000	G 620.490
<b>I</b>	<b>Pisos</b>				
1	De H°A° Fck: 21 Mpa., antideslizante con ranuras, espesor 7 cm.	m <sup>2</sup>	623,54	G 150.000	G 93.531.000
2	Contrapiso De hormigón de cascotes sobre terreno natural, h=7 cm - 1:6:12 (cemento: arena lavada: cascotes)	m <sup>2</sup>	248,46	G 44.000	G 10.932.240
<b>J</b>	<b>Carpintería metálica</b>				
1	Porton de caños metalicos galvanizados de 4 pulg de diametro en parantes y travesaños. 1,70x1,70	gl	1,00	G 80.000.000	G 80.000.000
2	Porton de caños metalicos galvanizados de 4 pulgadas de diametro en parantes y travesaños. 2,10x1,70	gl	1,00	G 15.000.000	G 15.000.000
3	Vallado de caños metalicos h: 1,70	ml	172,60	G 1.500.000	G 258.900.000
<b>K</b>	<b>Pinturas</b>				
1	De paredes revocadas con pintura acrilica 100% lavable en exterior	m <sup>2</sup>	591,13	G 30.000	G 17.733.810
2	De canaletas aereas	ml	106,40	G 30.000	G 3.192.000
<b>L</b>	<b>Desagüe pluvial</b>				
1	Provisión y colocación de Canaletas aereas y de bajada en chapa galvanizada N°26, aereas desarrollo: 40 cm	ml	77,40	G 70.000	G 5.418.000
2	Tubería de PVC de 150 mm, serie reforzada para bajada	ml	28,00	G 75.000	G 2.100.000
<b>M</b>	<b>Instalación eléctrica</b>				
1	Cable multifilar 2 mm <sup>2</sup>	m	460,00	G 2.680	G 1.232.800
2	Cable tipo Nyy 2x10 mm <sup>2</sup>	m	50,00	G 20.000	G 1.000.000
3	Electroducto 1"	m	48,00	G 2.320	G 111.360
4	Caño corrugado antillamas 3/4"	m	230,00	G 1.562	G 359.260
5	Bandeja portacables perforada 150x50 mm de 3 m	un	13,00	G 260.000	G 3.380.000
6	Curva para bandeja 150x50 mm	un	1,00	G 150.000	G 150.000
4	Caja de conexión hexagonal	un	70,00	G 3.400	G 238.000
8	Caja de llaves	un	3,00	G 2.785	G 8.355
9	Placa de tres módulos	un	1,00	G 4.000	G 4.000
10	Tomacorriente tipo Schuko	un	2,00	G 30.000	G 60.000
11	Llave de un punto	un	3,00	G 4.000	G 12.000
12	Colgante insdustrial LED tipo UFO 100 W	un	66,00	G 300.000	G 19.800.000
13	Tablero embutir F+T+N corte 50 A 12 módulos	un	1,00	G 550.000	G 550.000
14	Llave termomagnética 1x50 A	un	1,00	G 25.000	G 25.000
15	Llave termomagnética 1x10 A	un	2,00	G 13.000	G 26.000
16	Llave termomagnética 1x16 A	un	3,00	G 17.000	G 51.000
	<b>Mano de obra</b>				
17	Montaje de luminarias	gl	66,00	G 85.000	G 5.610.000
18	Montaje de tomacorrientes	gl	2,00	G 85.000	G 170.000
19	Montaje de bandejas	gl	14,00	G 25.000	G 350.000
20	Instalación de electroductos	gl	230,00	G 12.500	G 2.875.000
21	Montaje de Tableros	gl	1,00	G 250.000	G 250.000

22	Instalación de TM limitador monofásico	gl	6,00	G	170.000	G	1.020.000
23	Instalación de conductores subterráneos	gl	50,00	G	27.000	G	1.350.000
<b>N</b>	<b>Instalación sanitaria</b>						
	<b>Inst de Agua Corriente</b>						
1	Cañerías de termofusión de 3/4"	ml	20,56	G	25.000	G	514.000
2	Cañerías de termofusión de 1/2"	ml	85,00	G	20.000	G	1.700.000
3	Codo y uniones termofusión	un	18,00	G	8.500	G	153.000
4	Llave de paso de 3/4" cromada, con campana	un	2,00	G	160.000	G	320.000
5	Llave de paso de 1/2" cromada, con campana	un	13,00	G	110.000	G	1.430.000
6	Valvula flotadora de 1/2"	un	11,00	G	70.000	G	770.000
	<b>Desagüe Sanitario Industrial - Hasta PTAR</b>						
7	Tubería de PVC de 100 mm, serie reforzada	ml	6,00	G	65.000	G	390.000
8	Tubería de PVC de 200 mm, serie reforzada	ml	80,00	G	100.000	G	8.000.000
9	Codo de 100 mm x 45°, de PVC serie reforzada	un	1,00	G	20.000	G	20.000
10	Codo de 100 mm x 90°, de PVC serie reforzada	un	1,00	G	20.000	G	20.000
11	Codo de 200 mm x 45°, de PVC serie reforzada	un	2,00	G	190.000	G	380.000
12	Caja Sifonada 150 mm x 150 mm x 50 mm	un	1,00	G	180.000	G	180.000
13	Rejilla de acero inoxidable de 150 mm x 150 mm	un	1,00	G	20.000	G	20.000
14	Rejilla de piso lineal 200 mm x 600 mm, de fundición de aluminio	un	45,00	G	250.000	G	11.250.000
15	Boca de desagüe de 180x20cm	un	14,00	G	500.000	G	7.000.000
16	Boca de desagüe de 60x60cm	un	1,00	G	450.000	G	450.000
	<b>Desagüe pluvial</b>						
17	Tubería de PVC de 150 mm, serie reforzada	ml	58,80	G	75.000	G	4.410.000
18	Codo de 150 mm x 90°, de PVC serie reforzada	un	10,00	G	40.000	G	400.000
19	Registro Pluvial de 60x60cm con rejilla	un	10,00	G	350.000	G	3.500.000
	<b>Artefactos</b>						
20	Canilla de pared cromada	un	1,00	G	50.000	G	50.000
21	Lavamanos de acero inoxidable con canilla	un	1,00	G	350.000	G	350.000
22	Rociadores tipo sprinkler	un	2,00	G	80.000	G	160.000
	<b>Accesorios</b>						
23	Bateas de Hormigon Prefabricado 2,30 x 0,60	un	11,00	G	1.000.000	G	11.000.000
	Bascula pesa ganados capacidad max. 1300 kg.	un	1,00	G	20.000.000	G	20.000.000
<b>O</b>	<b>Protección contra incendio</b>						
	<b>Detección</b>						
1	Detector humo-calor	un	12,00	G	130.000	G	1.560.000
2	Pulsador Manual Compuesto	un	1,00	G	40.000	G	40.000
3	Alarma Audio Visual	un	1,00	G	120.000	G	120.000
	<b>Combate</b>						
4	Boca de incendio siamesa	un	1,00	G	350.000	G	-
5	Extintor A-B-F (5 kg)	un	1,00	G	1.600.000	G	1.600.000
<b>P</b>	<b>Limpieza final</b>						
1	Limpieza final	gl	1,00	G	2.000.000	G	2.000.000
					<b>Total:</b>	<b>G</b>	<b>1.049.993.485</b>

**Planilla de Computo Métrico y Presupuesto**

Proyecto: Planta de Beneficio Animal - San Estanislao		Propietario: Municipalidad de San Estanislao			
Localidad: San Estanislao		Departamento: San Pedro			
Planta de tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).					
ITEMS	DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	Cantidad	Precio Unitario	Total
<b>A</b>	<b>Preparación de la obra</b>				
1	Replanteo y marcación de obra	m²	640,00	G 9.000	G 5.760.000
<b>B</b>	<b>Cámara de Aquietamiento</b>				
1	Hormigón Armado fck=210 kg/cm2	m3	1,60	G 2.700.000	G 4.311.900
<b>C</b>	<b>Cámara de Rejas</b>				
1	Hormigón Armado fck=210 kg/cm2	m3	3,68	G 2.700.000	G 9.922.568
2	Rejilla de acero 13 barras de 1cm	un	1,00	G 750.000	G 750.000
3	Rejilla de acero 10 barras de 2" 1/2"	un	2,00	G 1.200.000	G 2.400.000
4	Solera de Hormigón Armado fck=210 kg/cm2	m3	0,11	G 2.700.000	G 294.597
5	Canasta metálica	un	1,00	G 500.000	G 500.000
<b>D</b>	<b>Desengrasador</b>				
1	Hormigón Armado fck=210 kg/cm2	m3	3,58	G 2.700.000	G 9.666.000
2	Escalera Marinera	un	3,00	G 1.000.000	G 3.000.000
3	Tapa metálica de 60 cm de diámetro	un	3,00	G 350.000	G 1.050.000
<b>E</b>	<b>Aforador Parshall y Registro de Salida</b>				
1	Hormigón Armado fck=210 kg/cm2	m3	0,27	G 2.700.000	G 729.000
2	Aforador Parshall con garganta de 1"	un	1,00	G 6.000.000	G 6.000.000
<b>F</b>	<b>Movimiento de Suelo</b>				
1	Excavación	m3	17,26	G 60.000	G 1.035.600
<b>G</b>	<b>RAFA 1</b>				
1	Hormigón Armado fck=210 kg/cm2	m3	14,52	G 2.700.000	G 39.217.308
2	Escotilla de Inspección	un	3,00	G 350.000	G 1.050.000
3	Tubería de alimentación 3", PVC con anillo DN.	ml	20,00	G 60.000	G 1.200.000
4	Dados de H° 10cmx10cmx10cm	un	12,00	G 20.000	G 240.000
5	Excavación	m3	83,46	G 60.000	G 5.007.600
6	Cañería de 70 mm, PVC con anillo DN	ml	1,43	G 50.000	G 71.500
<b>H</b>	<b>RAFA 2</b>				
1	Hormigón Armado fck=210 kg/cm2	m3	14,52	G 2.700.000	G 39.217.308
2	Escotilla de Inspección	un	3,00	G 350.000	G 1.050.000
3	Tubería de alimentación 3", PVC con anillo DN.	ml	20,00	G 60.000	G 1.200.000
4	Dados de H° 10cmx10cmx10cm	un	12,00	G 20.000	G 240.000
5	Excavación	m3	83,46	G 60.000	G 5.007.600
6	Cañería de 70 mm, PVC con anillo DN	ml	1,43	G 50.000	G 71.500
<b>I</b>	<b>FAFA</b>				
1	Hormigón Armado fck=210 kg/cm2	m3	77,67	G 2.700.000	G 209.709.000
2	Excavación	m3	428,90	G 60.000	G 25.734.000
3	Cañería de 180 mm, PVC con anillo DN	ml	12,11	G 85.000	G 1.029.350
4	Cañería de 300 mm, PVC con anillo DN	ml	43,85	G 300.000	G 13.155.000
5	Codo 90° 300mm	un	7,00	G 150.000	G 1.050.000
<b>J</b>	<b>CÁMARA DE CONTACTO CLORADOR</b>				
1	Hormigón Armado fck=210 kg/cm2	m3	16,35	G 2.700.000	G 44.145.000
2	Excavación	m3	254,44	G 60.000	G 15.266.340
3	Aforador Parshall	un	1,00	G 15.000.000	G 15.000.000
4	Mamparas de mampostería de 20cm	m2	66,00	G 150.000	G 9.900.000
5	Válvula exclusiva	un	1,00	G 850.000	G 850.000
6	Tubería de limpieza 50mm	m	10,00	G 32.000	G 320.000
<b>K</b>	<b>CASA QUÍMICA</b>				
1	Tanque de Fibra de Vidrio 10.000 litros	un	2,00	G 8.000.000	G 16.000.000
2	Bomba dosificadora	un	1,00	G 2.000.000	G 2.000.000
3	Instalación eléctrica	gl	1,00	G 10.000.000	G 10.000.000
4	Mampostería de ladrillo común 0,30m	m2	35,54	G 220.000	G 7.818.800
5	Ladrillo con vocó	m2	3,54	G 150.000	G 531.000
6	Puerta doble hoja 1,60mx2,10m	un	1,00	G 1.800.000	G 1.800.000
7	Techo de isopanel	m2	28,40	G 350.000	G 9.940.000
8	Escalera de mampostería revocado huella=30cm contra huella=15cm	gl	1,00	G 2.000.000	G 2.000.000
9	Revoque interior y exterior	m2	35,54	G 40.000	G 1.421.600
10	Fundación de PBC 0,40mx0,40m	m3	2,60	G 550.000	G 1.430.000
11	Viga de Fundación de H°A° 20cmx25cm	m3	0,81	G 2.700.000	G 2.197.800
12	Contrapiso de cascotes e=10cm	m2	18,54	G 44.000	G 815.760
13	Losa de H°A° e=20cm	m2	18,54	G 550.000	G 10.197.000
14	Pilares de H°A°	m3	0,45	G 2.700.000	G 1.215.000
15	Pintura	m2	17,77	G 40.000	G 710.800
<b>L</b>	<b>LECHO DE SECADO</b>				
1	Mampostería de ladrillo común 0,15 m	m2	84,00	G 120.000	G 10.080.000
2	Hormigón Armado fck=210 kg/cm2	m3	18,51	G 2.700.000	G 49.977.000
3	Grava	m3	50,40	G 100.000	G 5.040.000
4	Cañería de 100mm	m	24,00	G 65.000	G 1.560.000
<b>M</b>	<b>Limpieza final</b>				
1	Limpieza final	gl	1,00	G 2.500.000	G 2.500.000
<b>Total:</b>					<b>G 609.885.931</b>

**Planilla de Computo Métrico y Presupuesto**

Proyecto: Planta de Beneficio Animal - San Estanislao		Propietario: Municipalidad de San Estanislao			
Localidad: San Estanislao		Departamento: San Pedro			
Obras Exteriores.					
ITEMS	DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	Cantidad	Precio Unitario	Total
<b>A Preparación de la obra</b>					
1	Replanteo y marcación de obra	m <sup>2</sup>	2.591,00	G 9.000	G 23.319.000
<b>B Movimiento de Suelo</b>					
1	Relleno y nivelacion manual.	m <sup>3</sup>	400,00	G 100.000	G 40.000.000
<b>C Cercado perimetral</b>					
1	Cercado perimetral de 2 mts de altura de tejidos de alambre, con postes de hormigon y alambres de pua en la parte superior, cimiento de PBC y mamposteria de nivelacion 0,15 cm.	ml	472,00	G 280.000	G 132.160.000
<b>D Pisos</b>					
1	De adoquines en exterior	m <sup>2</sup>	372,00	G 120.000	G 44.640.000
2	Pavimento de H <sup>2</sup> A <sup>o</sup> e: 12 cm con juntas de dilatacion aserrada.	m <sup>2</sup>	2.219,00	G 235.000	G 521.465.000
<b>E Carpinteria metalica</b>					
1	Portones de acceso y salida de caños metalicos de correr, incluye pintura.	m <sup>2</sup>	48,00	G 500.000	G 24.000.000
<b>F Instalación eléctrica</b>					
1	Provisión y montaje de Alumbrado Público tipo LED de 200 W con panel solar	un	51,00	G 600.000	G 30.600.000
2	Provisión y montaje de poste de H <sup>2</sup> A <sup>o</sup> 9/150	un	29,00	G 1.000.000	G 29.000.000
3	Provisión y montaje de Transformador tipo ANDE de 150 kVA con todos sos accesorios	un	1,00	G 36.106.170	G 36.106.170
4	Provisión y montaje de Generador de Emergencia de 150 kVA	un	1,00	G 135.000.000	G 135.000.000
<b>G Instalación sanitaria</b>					
<b>Conduccion de efluente PTAR</b>					
1	Registro de inspeccion 60x60 cm con rejilla	un	6,00	G 400.000	G 2.400.000
2	Caños de 200 mm PVC reforzado.	ml	54,00	G 100.000	G 5.400.000
<b>Desagüe pluvial</b>					
3	Canaleta de H <sup>o</sup> de 1,20x0,80 mts. Con tapa de H <sup>2</sup> A <sup>o</sup> .	ml	129,00	G 650.000	G 83.850.000
4	Bocas de tormenta metalicos.	un	14,00	G 380.000	G 5.320.000
<b>H Vivienda de cuidador</b>					
1	Vivienda basica para cuidador del complejo.	m <sup>2</sup>	75,00	G 1.500.000	G 112.500.000
<b>I Limpieza final</b>					
1	Limpieza final	gl	1,00	G 2.000.000	G 2.000.000
				<b>Total:</b>	<b>G 1.227.760.170</b>

### Planilla de Computo Métrico y Presupuesto

<b>Proyecto:</b> Planta de Beneficio Animal - San Estanislao	<b>Propietario:</b> Municipalidad de San Estanislao
<b>Localidad:</b> San Estanislao	<b>Departamento:</b> San Pedro

#### Equipamientos industriales.

ITEMS	DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	Cantidad	Precio Unitario	Total
<b>A</b>	<b>Equipamientos industriales basicos.</b>				
1	Cajon de noqueo, acero al carbono con sus accesorios	gl	1,00	G 100.000.000	G 100.000.000
2	Sistema de carrileria aerea, con todos sus accesorios.	m1	136,00	G 2.000.000	G 272.000.000
3	Plataformas neumaticas elevadora de acero galvanizado	un	1,00	G 80.000.000	G 80.000.000
4	Plataformas fijas de acero galvanizado	un	8,00	G 25.000.000	G 200.000.000
5	Cuba de sangrado de acero inoxidable	un	1,00	G 10.000.000	G 10.000.000
6	Lavamanos de acero inoxidable con pedal de accionamiento	un	4,00	G 8.000.000	G 32.000.000
7	Lavamanos de acero inoxidable con canilla.	un	19,00	G 2.500.000	G 47.500.000
8	Mesada de acero inoxidable con bachas profundas	m2	28,52	G 2.000.000	G 57.040.000
9	Cizalla de corte de cuernos y patas	un	1,00	G 5.000.000	G 5.000.000
10	Sierra de corte de estemon	un	1,00	G 15.000.000	G 15.000.000
11	Otros equipamientos.	gl	1,00	G 600.000.000	G 600.000.000
				<b>Total:</b>	<b>G 1.418.540.000</b>