

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



PROYECTO FINAL DE GRADO

**“PROYECTO EJECUTIVO DE UN PARQUE INDUSTRIAL
EN LA CIUDAD DE CORONEL OVIEDO”**

AUTORES

ALEJANDRA MAGALÍ FERNÁNDEZ MARTÍNEZ

CESAR BLAS EDUARDO MORA GÓMEZ

TUTOR: PROF. ING. ROBERTO ROSA CHÁVEZ AYALA

CO TUTOR: ING. MARCOS VIRGILIO FLORES BARRETO

CORONEL OVIEDO, DICIEMBRE DE 2024



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.

PÁGINA DE APROBACIÓN

Trabajo de fin de grado para la obtención del Título de Ingeniero Civil, aprobado en representación de la Facultad Ciencias y Tecnología 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.

DERECHO DE AUTOR

Quien/es suscriben Alejandra Magalí Fernández Martínez y Cesar Blas Eduardo Mora Gómez, autores del trabajo de investigación titulado **“PROYECTO EJECUTIVO DE UN PARQUE INDUSTRIAL EN LA CIUDAD DE CORONEL OVIEDO”**, declaran que voluntariamente ceden 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 qué 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

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 **Dios**, por estar presente en cada instante, cuidándome, guiándome y llenándome de bendiciones.

A **mis padres**, por su amor incondicional y por ser mi mayor inspiración. Su apoyo constante y sus enseñanzas me han mostrado que el esfuerzo, la perseverancia y la dedicación son las claves para alcanzar cualquier sueño. Este logro refleja sus sacrificios, su ejemplo de vida y el inmenso amor con el que me han guiado siempre.

A **mis hermanos**, quienes siempre me brindaron su cariño y apoyo.

Alejandra Fernández



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 **Dios**, por haberme dado todo lo que soy y todo lo que he logrado, siendo mi guía constante en cada paso del camino.

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

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

A mis abuelos, **Castorina Pereira y Juan Antonio**, que guiaron mi camino y me llenaron de sabiduría a lo largo de esta etapa de mi vida.

Cesar Mora



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 ser nuestro guía y fuente de fortaleza en cada paso de este camino.

A **nuestros queridos padres**, por ser nuestro pilar de amor, apoyo y motivación constante. Su ejemplo de esfuerzo y dedicación ha sido la base sobre la cual hemos construido este logro.

A **nuestro tutor, Ing. Roberto Chávez y cotutor Ing. Marcos Flores**, por su guía, paciencia y valiosos consejos durante todo el proceso de esta tesis. Su orientación ha sido esencial para la culminación de este proyecto.

A **los ingenieros Fredy Ramírez, Guillermo Acosta, Juan Pablo Medina, Rolando Martínez, y Esteban Penayo** por su significativo aporte y predisposición en todo momento.

A nuestros compañeros, **Nery Espínola y Miguel Benítez** por su apoyo y acompañamiento constante.



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 tiene como finalidad desarrollar un plan integral para la construcción de un parque industrial en la ciudad de Coronel Oviedo, departamento de Caaguazú, Paraguay. Este trabajo responde a la necesidad de una infraestructura adecuada para impulsar la industria y el desarrollo económico, promoviendo la creación de empleos y atrayendo inversiones que contribuirán al crecimiento sostenible y a la competitividad en la región.

El Proyecto incluye la ubicación y delimitación del terreno, estudios topográficos y geotécnicos, diseño arquitectónico y cálculo estructural de las naves industriales. Se elaboraron planos de instalaciones cloacales, pluviales, eléctricas, sistemas de prevención contra incendios y una planta de tratamiento de efluentes, asegurando un entorno seguro y eficiente. El diseño del parque industrial se encuentra en concordancia con diversos Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

El análisis económico realizado confirma que la construcción de este proyecto es altamente beneficiosa, ya que no solo proporciona nueva infraestructura a la región, sino que también promueve el crecimiento urbano al establecerse como un polo de actividad empresarial que atraerá a empresas y trabajadores. Esto fortalecerá diversos sectores económicos y se traducirá en una mejor calidad de vida para la comunidad, así como en un impacto positivo para la economía local y nacional.

Palabras clave 

- Ingeniería estructural
- Construcciones civiles
- Infraestructura hidráulica
- Tratamiento de residuos y efluentes



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 Project aims to develop a comprehensive plan for the construction of an industrial park in the city of Coronel Oviedo, located in the department of Caaguazú, Paraguay. This work addresses the need for adequate infrastructure to boost industry and economic development, promoting job creation and attracting investments that will contribute to sustainable growth and regional competitiveness.

The project includes the location and delimitation of the land, as well as the necessary topographic and geotechnical studies. Additionally, it covers the architectural design and structural calculations of the industrial buildings. Plans for sewage, stormwater, and electrical installations, fire prevention systems, and an effluent treatment plant were developed, ensuring a safe and efficient environment. Additionally, the design of the industrial park is aligned with several Sustainable Development Goals (SDGs).

The economic analysis conducted confirms that the construction of this project is highly beneficial, not only by providing new infrastructure to the region but also by promoting Urban growth. The industrial park will establish itself as a business activity hub that will attract companies and workers, strengthening various economic sectors. This will result in an improved quality of life for the community and a positive impact on both the local and national economies.

Keywords:

- Structures
- Civil constructions
- Hydraulic infrastructure
- Waste and effluent treatment



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

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES	1
1.1. PRESENTACIÓN DEL TEMA.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.4. OBJETIVO.....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5. ANTECEDENTES.....	5
CAPÍTULO II: INGENIERIA DEL PROYECTO	6
2.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	6
2.2. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DEL TERRENO	7
2.3. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS.....	7
2.4. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS.....	8
2.4.1. Ensayos de penetración.....	8
2.4.2. Nivel freático	9
2.4.3. Perfil estratigráfico.....	9
2.4.4. Interacción suelo estructura	9
2.5. DISEÑO ARQUITECTONICO	9
2.6. CALCULO ESTRUCTURAL.....	11
2.6.1. Cálculo de hormigón armado.....	11
2.6.2. Cálculo de uniones entre hormigón y estructura metálica	12
2.6.3. Cálculos de estructura metálica	12
2.7. INSTALACIONES.....	14
2.7.1. Instalación de agua corriente	14
2.7.2. Instalación de Prevención Contra Incendios.....	14
2.7.3. Instalación Eléctrica.....	15
2.7.4. Instalación de desagüe pluvial	15
2.7.5. Instalación de desagüe cloacal	16



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.

2.8.	HIDROLOGÍA.....	16
2.8.1.	Obtención de las direcciones de flujo	16
2.8.2.	Cálculo del caudal aplicando el método racional	17
2.8.3.	Dimensionamiento de la red hidráulica	18
2.8.	PLANTA DE TRATAMIENTO PTAR.....	22
2.8.1.	Parámetros básicos.....	22
2.8.2.	Tratamiento primario – Cribado	23
2.8.3.	Tratamiento secundario.....	24
2.8.3.4	Dimensionamiento del decantador secundario.....	25
2.8.4.	Tratamiento terciario.....	26
CAPÍTULO III: ANÁLISIS ECONÓMICO		27
CAPÍTULO IV-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		28
4.8.	CONCLUSIONES	28
4.9.	RECOMENDACIONES.....	29
CAPÍTULO VI: BIBLIOGRAFÍA		30



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 DE FIGURAS

Figura 1. Localización del terreno.	6
Figura 2. Delimitación del terreno.	7
Figura 3. Curvas de nivel.	8
Figura 4. Modelado de la estructura metálica en el Software Cype3D.	13
Figura 5. Modelado de la estructura conjunta.	13
Figura 6. Direcciones de gotas de lluvia.	16
Figura 7. Sumidero mixto o combinado.	20



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 DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de los puntos de sondeo.	9
Tabla 2. Capacidad mínima en el reservorio para incendio	14
Tabla 3. Cuadro de cargas	15
Tabla 4. Caudal de cuneta.	19
Tabla 5. Dimensionamiento del Alcantarillado.	20
Tabla 6. Dimensionamiento de la cámara de captación	21
Tabla 7. Criterios de diseño	23
Tabla 8. Dimensionamiento de la rejilla	23
Tabla 9. Consideraciones en el tratamiento Biologico	24
Tabla 10. Dimensionamiento del reactor.	25
Tabla 11. Dimensionamiento del decantador secundario.	25
Tabla 12. Resumen de presupuesto de la obra en guaraníes	27
Tabla 13. Resumen de presupuesto de la obra en dólares	27

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1. PRESENTACIÓN DEL TEMA

Coronel Oviedo, situada en el centro de Paraguay, es un punto de conexión clave que ofrece acceso privilegiado a las principales rutas de transporte. Esta ubicación estratégica, combinada con los beneficios fiscales del país y una mano de obra calificada, le otorga un gran potencial para atraer inversiones y desarrollar su infraestructura industrial. Sin embargo, la infraestructura actual no es suficiente para soportar el ritmo de crecimiento que la ciudad necesita, lo que limita el desarrollo económico y las oportunidades laborales.

Los parques industriales son esenciales para el desarrollo económico regional, ya que proporcionan espacios adecuados y seguros que fomentan la inversión y la instalación de empresas. Estos espacios ordenados permiten la concentración de actividades productivas, promoviendo la creación de empleo y el dinamismo económico.

Un parque industrial es un área planificada que concentra empresas y fábricas de diversos tamaños, ubicada estratégicamente para facilitar el acceso a las vías de transporte y a las redes de suministro. Esta planificación permite optimizar recursos y promover un entorno de desarrollo eficiente.

Este proyecto nace de la necesidad urgente de crear puestos de trabajo y capitalizar el interés de inversionistas en la región. Con una población en crecimiento y escasez de oportunidades laborales, la implementación de un parque industrial representa un motor de cambio económico. Esta iniciativa busca no solo abordar la falta de empleo, sino también establecer un desarrollo sostenible y competitivo que beneficie a toda la comunidad.

1.2. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La ciudad de Coronel Oviedo reconocida como la capital del trabajo, es una ciudad que se ha caracterizado por ofrecer empleos de gran magnitud de perfil industrial, sin embargo, se ha quedado estancada con lo que respecta a infraestructuras.

La ciudad cuenta con una población aproximada de 188.000 habitantes. Actualmente cuenta con industrias de maquila textil, fabrica compensado, procesadora de chía y varios centros de distribución.

La falta de espacios físicos centralizados, dificulta la cooperación entre empresas evitando un desarrollo íntegro entre las mismas, lo que implica un aumento de los costos de transporte y la disminución de la productividad.

La ciudad creció de manera exponencial con el correr de los años donde la rápida urbanización y el aumento de la población, no van acompañados con nuevos puestos de trabajo en la zona. Lo que ocasiona un gran problema económico en detrimento de la calidad de vida de la comunidad local.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La creación de un parque industrial en Coronel Oviedo es esencial para dinamizar la economía local y regional al proporcionar una plataforma que genere numerosos puestos de trabajo. Se estima que el proyecto podría dar empleo directo a unas 8,000 personas, lo que repercutirá positivamente en la calidad de vida de los habitantes y contribuirá a reducir la tasa de desempleo en la región, especialmente en un entorno donde las oportunidades laborales son limitadas.

Un parque industrial bien diseñado y equipado actúa como un imán para la inversión extranjera y nacional, ofreciendo una infraestructura moderna, servicios clave como transporte y logística, y ventajas competitivas como incentivos fiscales. Estos elementos son fundamentales para atraer empresas de diferentes sectores y promover la diversificación económica.

La construcción de un parque industrial también facilita la agrupación de empresas afines en un solo lugar, lo que mejora la eficiencia de la cadena de suministro y reduce costos operativos. Esta proximidad no solo optimiza el uso de recursos, sino que fomenta la colaboración y sinergias entre las empresas, fortaleciendo la capacidad productiva y la innovación en la región. Las empresas en un parque industrial pueden beneficiarse de la cercanía a otras empresas y de la disponibilidad de servicios compartidos, lo que puede mejorar su productividad y competitividad.

Las empresas que operan en un parque industrial se benefician de la cercanía con otras compañías y del acceso a servicios compartidos, lo que potencia su productividad y competitividad. Esto crea un entorno favorable para la expansión de la actividad empresarial, consolidando a Coronel Oviedo como un polo de desarrollo estratégico en Paraguay.

1.4. OBJETIVO

1.4.1. Objetivo general

- Desarrollar el proyecto ejecutivo de un parque industrial en la ciudad de Coronel Oviedo Departamento de Caaguazú en el año 2024.

1.4.2. Objetivos específicos

- Describir las características físicas, mecánicas y topográficas del terreno destinado al Parque Industrial.
- Diseñar planos arquitectónicos que reúnan espacios físicos funcionales para el desarrollo de las actividades industriales.
- Establecer el cálculo estructural de las naves industriales.
- Diseñar los planos de instalaciones del proyecto para el correcto funcionamiento y seguridad del parque industrial.
- Definir el presupuesto y cómputo métrico pertinentes para la ejecución de la obra.

1.5. ANTECEDENTES

De acuerdo al trabajo final de grado presentado por Melina Estefanía Armand Pílon, Juan Pablo Heis, y Natali Jarae, titulado “PARQUE INDUSTRIAL TIERRA DE PALMARES”, desarrollado en la Universidad Tecnológica Nacional, Entre Ríos, Argentina en el año 2020 con el objetivo de proyectar la mejora de la planta urbana de la ciudad de San José y el desarrollo económico de la región a través de la creación de un parque industrial.[1]

Como conclusión presentan que, la creación del parque industrial conlleva impactos ambientales que deben ser gestionados adecuadamente. Sin embargo, el proyecto contribuirá de manera positiva al desarrollo socioeconómico local al generar empleo y consolidar un espacio industrial adecuado, lo que resultará en mejoras para la comunidad y su economía.

De acuerdo al trabajo final de grado presentado por David Hernán Goñi Vega y José Raúl Cáceres Calle, denominado “COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON UN SISTEMA DE TIJERALES Y DE PÓRTICOS”, desarrollado en la Pontificia Universidad Católica Del Perú ciudad de Lima en el año 2019.[2]

Como conclusión presenta que, existe una variación económica en porcentaje de 14.31% entre los presupuestos entre ambos sistemas estructurales, constando al sistema de tijeras como la opción más económica, en el factor tiempo para la ejecución de obra se prevé un tiempo de obra de 3.5 meses para el sistema de pórticos y 4.5 meses para el sistema de tijerales.

CAPÍTULO II: INGENIERIA DEL PROYECTO

2.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se encuentra en la localidad de Ñurugua, sobre la Ruta N°8 Dr. Blas Garay, a la altura del kilómetro 139. Está ubicado a una distancia aproximada de 5,2 km de la zona urbana de la ciudad de Coronel Oviedo. Esta ubicación es estratégica debido a su fácil accesibilidad para el tránsito de camiones, permitiendo una logística eficiente para el transporte de materiales y productos. Además, al no encontrarse en la zona urbana, el local minimiza el impacto de ruidos y actividades operativas, asegurando así que el funcionamiento del parque industrial no cause molestias a terceros.

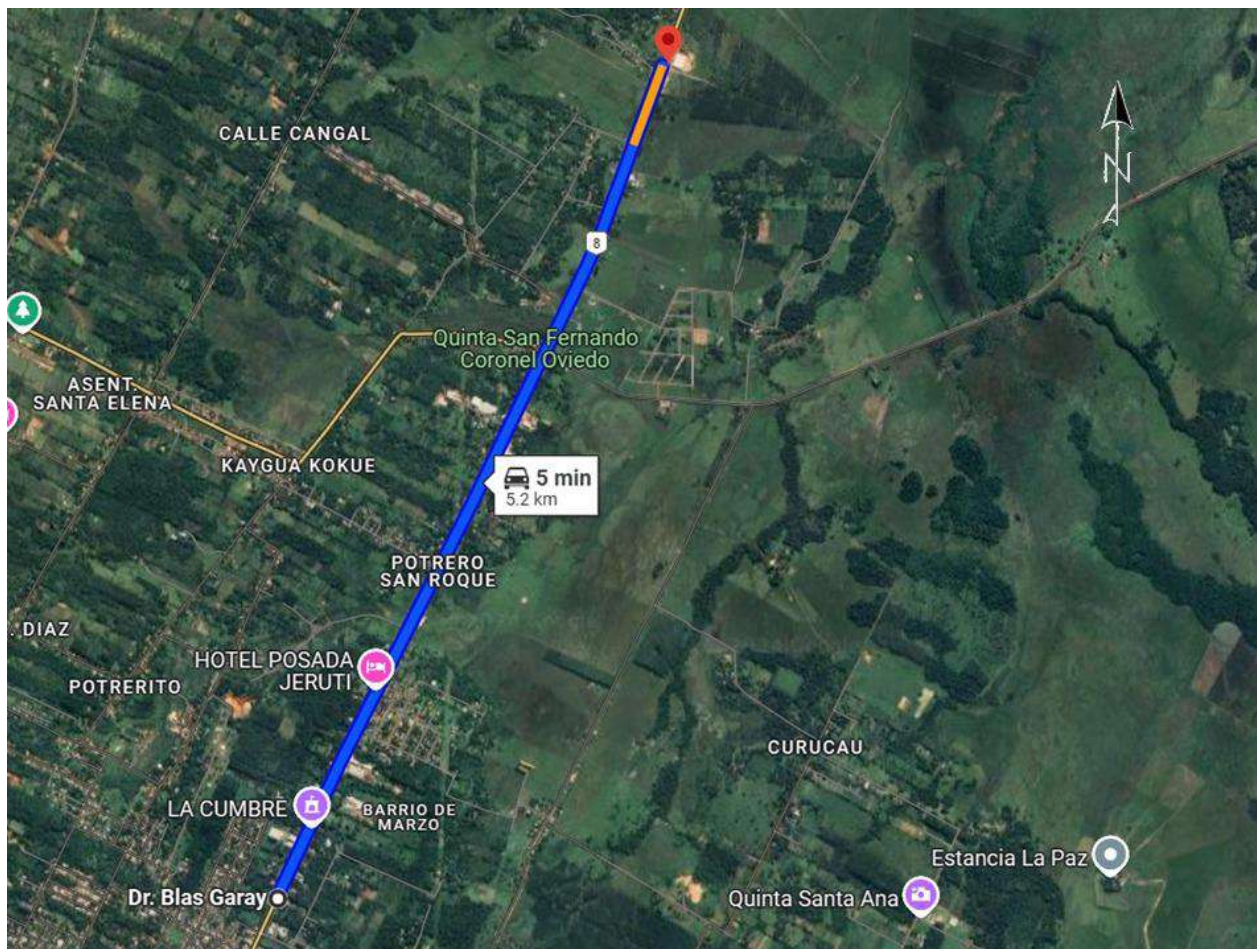


Figura 1. Localización del terreno.

Fuente: Datos de mapas © 2024 Imágenes © 2024 Airbus, CNES DS/ Airbus Landsat / Copernicus, Maxar Technologies

2.2. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DEL TERRENO

El terreno destinado al parque industrial cuenta con una extensión total de 50 hectáreas y está estratégicamente ubicado sobre la Ruta N°8 Blas A. Garay. Sin embargo, el presente proyecto cubrirá específicamente un área de 15 hectáreas dentro de este terreno.

Figura 2. Delimitación del terreno.



Fuente: Datos de mapas © 2024 Imágenes © 2024 Airbus, CNES DS/ Airbus Maxar Technologies

2.3. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

El terreno del parque industrial presenta una ligera inclinación hacia el norte y noreste, lo cual influye directamente en el diseño del sistema de drenaje pluvial y en la distribución estratégica de las edificaciones. Estas características topográficas fueron determinantes para garantizar la funcionalidad y eficiencia del proyecto.

Para obtener datos precisos de altimetría y curvas de nivel, se utilizaron herramientas avanzadas como el nivel óptico y el sistema GNSS RTX, que proporcionaron un alto grado de precisión en el levantamiento topográfico. Este proceso fue realizado bajo el sistema de Georreferenciación UTM-WGS84, un marco de referencia estándar que asegura la consistencia y exactitud de los datos recopilados, especialmente relevante en proyectos de gran envergadura como este parque industrial.

Los datos obtenidos se procesaron en el software Civil 3D, donde se generaron las curvas de nivel y se realizó un análisis detallado del terreno. Este análisis permitió identificar las condiciones topográficas específicas necesarias para el diseño del sistema de drenaje y la correcta disposición de las infraestructuras, optimizando el aprovechamiento del espacio y asegurando la viabilidad del proyecto.

Figura 3. Curvas de nivel.



Fuente: Elaboración propia

Las planillas de resultados y las curvas de nivel están detalladas en el Anexo I.

2.4. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Este proyecto incluye un estudio detallado de la mecánica de suelos, cuyo propósito es evaluar las condiciones actuales del terreno en el sitio donde se implantará la obra. Estos análisis son fundamentales para realizar el cálculo preciso de la cimentación, asegurando que las estructuras del parque industrial cuenten con una base segura y adecuada para soportar las cargas previstas.

2.4.1. Ensayos de penetración

Los Ensayos de Penetración Estándar (SPT) se llevaron a cabo en 8 puntos estratégicos del bloque 2 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.

Se registraron las coordenadas de los puntos donde se realizaron las perforaciones y los sondeos:

Tabla 1. *Coordenadas de los puntos de sondeo.*

Sondeo	Coordenadas UTM	
	X	Y
P1	559955	7191888
P2	559997	7191874
P3	559982	7191902
P4	559972	7191931
P5	560013	7191920
P6	559998	7191946
P7	559998	7191946
P8	559986	7191968

Fuente: *Elaboración propia.*

2.4.2. Nivel freático

No se ha detectado la presencia de un nivel freático en los sondeos realizados.

2.4.3. Perfil estratigráfico

Los resultados obtenidos en campo, a partir de los sondeos del SPT, se muestran en las planillas de ensayos de campo y en el Perfil Geotécnico del Anexo II.

2.4.4. Interacción suelo estructura

El análisis del suelo arrojó una resistencia de 4 kg/cm² a una profundidad de 1.7 metros, lo que permitió optar por fundaciones superficiales directas mediante zapatas aisladas. Estas se diseñaron cuidadosamente para soportar las cargas y momentos establecidos en el proyecto, garantizando una adecuada transferencia de esfuerzos al terreno y la estabilidad estructural de las edificaciones. Esta solución constructiva resulta eficiente y acorde a las características del suelo y las exigencias del diseño.

2.5. DISEÑO ARQUITECTONICO

Para el diseño arquitectónico del parque industrial se tomaron en cuenta diversas normativas nacionales [3] e internacionales [4] con el objetivo de asegurar la funcionalidad y seguridad del proyecto. Uno de los enfoques principales fue la creación de naves modulares, que proporcionan flexibilidad y versatilidad para que distintas industrias puedan instalarse y operar sin necesidad de

realizar modificaciones significativas en la infraestructura. Este enfoque permite al parque adaptarse a las necesidades cambiantes del mercado y a la expansión futura de las empresas.

Se planificaron bloques de naves industriales de 100 m x 120 m, diseñados de tal forma que en cada bloque puedan alojarse una o más empresas. Estos bloques pueden subdividirse en subbloques según las necesidades específicas de los clientes, maximizando la flexibilidad y optimización del espacio. Cada bloque incluye 8 oficinas con baño propio y 32 baños destinados al uso de los empleados, garantizando comodidad y cumplimiento de los estándares sanitarios. Además, se han previsto cantinas adyacentes a cada bloque de naves industriales, para que los funcionarios puedan consumir alimentos durante su jornada laboral, promoviendo un entorno de trabajo más eficiente y confortable.

Actualmente, existe un bloque ya desarrollado donde se encuentra una empresa instalada, y esto se consideró al momento de realizar la zonificación del parque industrial. Este aspecto fue clave para asegurar la integración y continuidad del proyecto, optimizando la distribución de los nuevos bloques y garantizando una organización funcional que respete la infraestructura existente.

El análisis de las vías de acceso al parque fue esencial para garantizar un tránsito eficiente de vehículos de carga, minimizando los tiempos de espera y facilitando la logística. El diseño de las calles internas se llevó a cabo de manera que los camiones y otros vehículos puedan circular de forma fluida y segura, con radios de giro adecuados y áreas de carga y descarga bien ubicadas.

El proyecto también contempló la disposición de áreas comunes, integrando zonas de recreación junto a áreas verdes que fomentan el bienestar de los empleados y mejoran el entorno de trabajo. Además, se diseñaron espacios específicos para los camioneros, que incluyen instalaciones para el aseo personal y zonas de espera cómodas, asegurando que los conductores cuenten con un lugar apropiado para descansar entre operaciones, lo que contribuye a un entorno más seguro y eficiente.

Asimismo, se consideró la ubicación de áreas de estacionamiento adecuadas tanto para empleados como para visitantes, asegurando una capacidad suficiente para el flujo de vehículos y un acceso conveniente a las instalaciones principales. Estas áreas se planificaron de manera que no interfieran con las operaciones de carga y descarga, optimizando la circulación general dentro del parque industrial.

Los planos arquitectónicos van detallados en el Anexo de planos.

2.6. CALCULO ESTRUCTURAL

2.6.1. Cálculo de hormigón armado

Se realizaron los cálculos estructurales de los galpones estándar de 100x120 metros, siguiendo las directrices del Eurocódigo 2 [5] y el Código Técnico de la Edificación (CTE) [6]. Estas normativas proporcionan los criterios necesarios para el diseño de estructuras de hormigón, asegurando que cada galpón cumpla con los más altos estándares de ingeniería.

Los cálculos de las estructuras de hormigón se realizaron en el Software Cypecad, permitiendo un análisis preciso y cumpliendo con las normativas vigentes para garantizar la seguridad y confiabilidad del proyecto.

2.6.1.1. Fundaciones

Para garantizar una base sólida y segura para las naves industriales, se realizó el dimensionamiento de las zapatas, se obtuvo zapatas de 230x165 cm y 150x125 cm, con una profundidad de 1.7 metros.

2.6.1.2. Vigas y pilares

Para el dimensionamiento de la estructura, se consideraron cargas muertas como mampostería, vidrio templado y el peso propio de la estructura, además de las cargas debidas al viento. En el diseño de las vigas, se llevó a cabo un análisis detallado que contempló la luz entre apoyos y las cargas actuantes. Se optó por vigas continuas para una distribución eficiente de las cargas a lo largo de su longitud, contribuyendo a la estabilidad y resistencia global de la estructura.

En cuanto a los pilares, se decidió unificar sus dimensiones a 30x40 cm, 35x40 cm y 30x65. Cada pilar fue evaluado minuciosamente para asegurar su capacidad de resistencia bajo las cargas aplicadas y las condiciones específicas de la estructura. Se realizaron análisis de esfuerzos y deformaciones para garantizar un dimensionamiento óptimo, cumpliendo con los requisitos de resistencia, estabilidad y deformación establecidos en la normativa. Este enfoque riguroso aseguró que los pilares fueran capaces de soportar las cargas previstas y mantener la integridad estructural del conjunto.

Cabe resaltar que la estructura cuenta con junta de dilatación, debido a que los bloques con una tienen dimensión de 100m x120m.

2.6.2. Cálculo de uniones entre hormigón y estructura metálica

Se realizó el dimensionamiento de las placas de anclaje que unen la estructura metálica con el hormigón, un proceso fundamental para garantizar la estabilidad y seguridad de las conexiones entre ambos materiales. Este dimensionamiento es importante porque asegura la correcta transferencia de cargas y esfuerzos desde la estructura metálica hacia la base de hormigón, evitando fallos estructurales y asegurando la integridad de la construcción. El diseño adecuado de estas placas contribuye a la durabilidad y desempeño de la obra, permitiendo una integración eficiente y estable de los distintos elementos estructurales

2.6.3. Cálculos de estructura metálica

El modelado de la estructura metálica de las naves industriales se realizó utilizando el software Cype3D. En el diseño se adoptó una cabriada metálica con un canto inicial de 60 cm, que incrementa progresivamente siguiendo la pendiente del techo hasta la cumbrera.

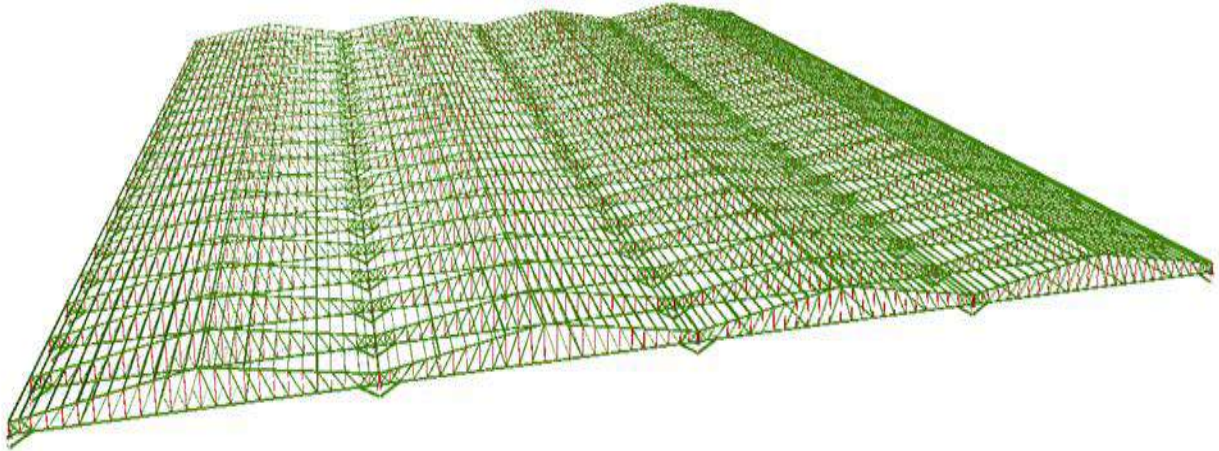
El cálculo estructural consideró las cargas muertas, representadas principalmente por el peso de la chapa soportada por las correas, así como las sobrecargas de uso establecidas. Para determinar las cargas generadas por el viento, se empleó el software Yvytu, asegurando un análisis preciso y acorde a las condiciones del proyecto que aplica la Norma Paraguaya de Viento 196 (NP 196).

El diseño de la estructura metálica se llevó a cabo cumpliendo con las normativas vigentes. Para el diseño de acero conformado, se utilizó la norma AISI S100-2007 (LRFD) (EE. UU.) [8], mientras que para el diseño de acero laminado se aplicó la norma ANSI/AISC 360-10 (LRFD) (EE. UU.) [9]

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- Cordón superior e inferior: Ángulos L doble en U de acero laminado de 3 x 3/16”
- Montantes: Ángulos L doble en U de acero laminado de 1 1/2 x 1/8”
- Diagonales: Ángulos L doble en U de acero laminado de 2 x 3/16”
- Correas: Perfil C de acero conformado de 150x60x20x2,0mm.

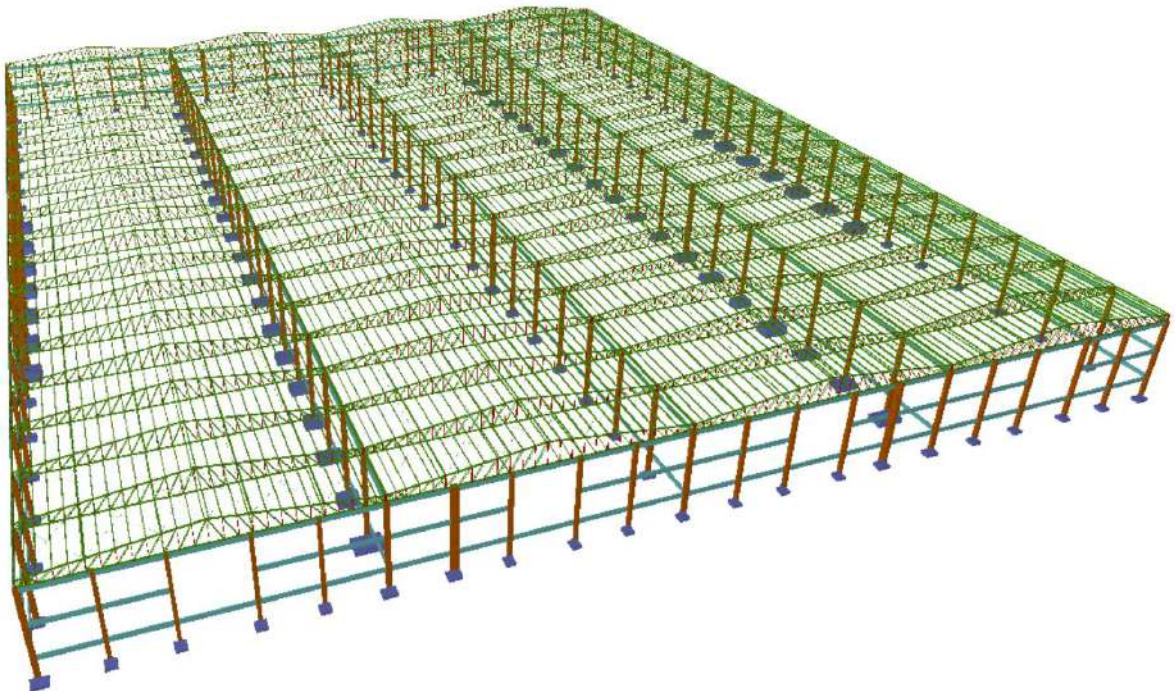
Figura 4. Modelado de la estructura metálica en el Software Cype3D.



Fuente: Elaboración propia

La transferencia de las cargas generadas por la estructura metálica hacia la estructura de hormigón se logró de manera efectiva, gracias a que el software permite integrar ambas estructuras.

Figura 5. Modelado de la estructura conjunta.



Fuente: Elaboración propia

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.

2.7. INSTALACIONES

2.7.1. Instalación de agua corriente

Para dimensionar el sistema de agua corriente del parque industrial, se utilizó la norma NP 68 [10]. Este sistema fue diseñado para abastecer de agua a todo el complejo de manera eficiente. Cada bloque requiere un suministro de 50,000 litros, el cual será provisto por pozo artesiano. Se emplearán tanques tipo copa, que también servirán como reserva en situaciones de emergencia.

Las tuberías principales del sistema tienen un diámetro de pulgada, mientras que las líneas de distribución son de 1 1/2, 1 ¼ y 3/4 pulgada, lo que optimiza la distribución del agua.

2.7.2. Instalación de Prevención Contra Incendios

Para el sistema de Prevención de Incendios (PCI), siguiendo las directrices de la Ordenanza Municipal No 468/14 [11], hemos implementado un sistema integral compuesto por bocas de incendio equipadas, bocas siamesas y caños galvanizados rojos de 2 ½ pulgadas para asegurar una respuesta rápida y eficaz en situaciones de emergencia. El sistema incluye puertas corta fuego, extintores, y detectores de humo. También se ha instalado un sistema de presurización con un motor de 12 HP, respaldado por una reserva de 20,000 litros para garantizar un suministro ininterrumpido de agua. Además, se han colocado señalizaciones claras de salidas de emergencia y medidas de prevención contra incendios en todo el establecimiento, proporcionando una orientación precisa para la evacuación y destacando las medidas preventivas implementadas.

Tabla 2. Capacidad mínima en el reservorio para incendio

El caudal y la presión del agua medida en la boca del pitón, boquilla o lanza, conectado a una manguera de incendios en la boca más desfavorable, no será menor a:

RIESGO (*)	CAUDAL	PRESION DINAMICA
CLASE I	250 litros por minuto	1 Kg/cm ² ó 10mca.
CLASE II	500 litros por minuto	1,5 Kg/cm ² ó 15mca.
CLASE III	500 litros por minuto	2 Kg/cm ² ó 20mca

(*) La capacidad mínima de la reserva técnica de incendios en el reservorio deberá ser tal que permita el funcionamiento simultáneo de dos bocas de incendios con el caudal y presión durante:

- 30 minutos, para áreas construidas de hasta 20.000 m².
- 45 minutos, para áreas construidas de 20.001 a 30.000 m².
- 60 minutos, para áreas construidas de 30.001 a 50.000 m².
- 120 minutos, para áreas construidas de más de 50.000 m².

Art. 213 La reserva técnica de incendios en el reservorio no será menor a 10.000 litros.

Fuente: Ordenanza Municipal No 468/14.

2.7.3. Instalación Eléctrica

Para el diseño de las instalaciones eléctricas de los bloques, se ha utilizado el Reglamento para Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión de la ANDE [12]. Este reglamento proporciona las normativas y estándares necesarios para asegurar la seguridad y eficiencia del sistema eléctrico

2.7.3.1. Tablero principal

En la tabla siguiente, se detallan los valores necesarios para la conexión del tablero principal con los tableros seccionales del Parque Industrial.

Tabla 3. Cuadro de cargas

Cuadro de Cargas Tablero Principal				
Descripción	Potencia (W)	Potencia		
		R	S	T
Tablero Seccional 1	10196	5500	2400	2296
Tablero Seccional 2	10196	5500	2400	2296
Tablero Seccional 3	10196	5500	2400	2296
Tablero Seccional 4	10196	5500	2400	2296
Tablero Seccional 5	10196	5500	2400	2296
Tablero Seccional 6	10196	5500	2400	2296
Tablero Seccional 7	10196	5500	2400	2296
Tablero Seccional 8	10196	5500	2400	2296
Tablero Seccional 9	5256			
Tablero Seccional 10	5256			
Potencia Total	92080	44000	19200	18368

Fuente: Elaboración propia.

2.7.4. Instalación de desagüe pluvial

Para el diseño del sistema de drenaje pluvial del bloque estándar, se aplicó la norma NBR 10844 [13], la cual establece lineamientos para dirigir de manera eficiente el flujo de agua hacia el sistema de desagüe pluvial del parque. Los galpones están diseñados con una inclinación de techo del 12%, equipados con canaletas de alero de 60 cm de desarrollo y canaletas embutidas de 110 cm de desarrollo, que permiten capturar el agua de lluvia. Estas canaletas conducen el agua hacia tuberías de 200 mm de diámetro, que facilitan su evacuación.

2.7.5. Instalación de desagüe cloacal

La gestión adecuada de las aguas residuales y los desechos humanos es crucial para garantizar un entorno limpio y apto para el trabajo. Para ello, se sigue como base la norma NP 44. El sistema de tuberías está conformado por ramales de PVC reforzado con diámetros que oscilan entre 50 y 100 mm, e incluye cámaras de inspección, una cámara séptica. Este diseño garantiza una distribución eficiente y un adecuado manejo de los residuos dentro de las instalaciones.

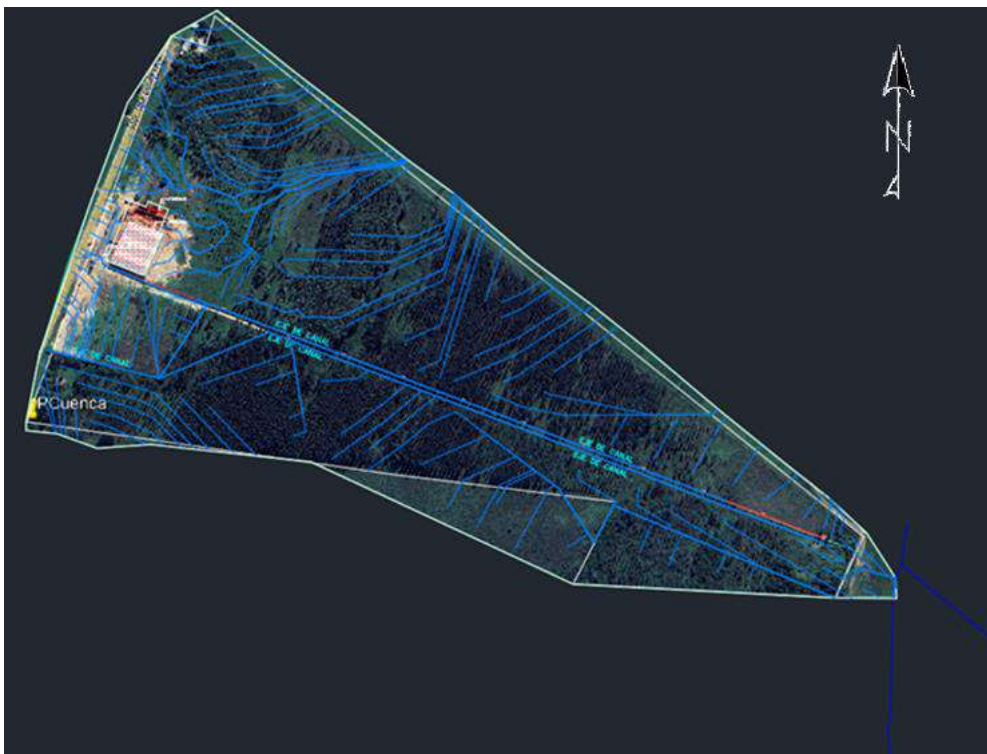
2.8. HIDROLOGÍA

La micro cuenca en estudio, morfológicamente cuenta con accidentes topográficos, con un desnivel de 8m entre las zonas de mayor altitud hasta la de menor nivel en toda su altimetría.

2.8.1. Obtención de las direcciones de flujo

Una vez obtenida la microcuenca se procedió a realizar un análisis detallado de las direcciones del flujo trazando el recorrido de las gotas de lluvia a través del software Civil 3D

Figura 6. Direcciones de gotas de lluvia.



Fuente: Elaboración propia

2.8.2. Cálculo del caudal aplicando el método racional

2.8.2.1. Periodo de retorno

Para la elección del periodo de retorno, se utilizó el criterio aconsejado por Ven Te Chow [14], que tiene en cuenta el tipo de la estructura y clasificación de la ciudad, en caso de obras de drenaje urbano; y criterio de AASHTO [15], que elige el periodo de retorno según clasificación del camino o la calle dependiente de la función e importancia del tránsito.

$$T_r = 10 \text{ años}$$

2.8.2.2. Coeficiente de escorrentía

Los coeficientes de escurrimiento dependen de las características del terreno, uso y manejo del suelo, condiciones de infiltración, etc.

$$C = \frac{\sum C_i * A_i}{A} = \frac{(35.70 * 0.38) + (21.27 * 0.83)}{56.97}$$

$$C = 0.55$$

2.8.2.3. Tiempo de concentración

El tiempo de concentración se determina a través de una de las fórmulas empíricas más conocidas, que es la expresión de Kirpich:

$$T_c = 0.0078 * L^{0.77} * S^{-0.385}$$

$$T_c = 0.0078 * 4209.65^{0.77} * 0.0193^{-0.385}$$

$$T_c = 22.02 \text{ min}$$

2.8.2.4. Intensidad de lluvia

En la ausencia de una curva IDF en la ciudad de Coronel Oviedo, se optó por trabajar con la curva IDF de la ciudad de Villarrica. En base a los registros obtenidos de los pluviogramas de la Estación de Villarrica, que se procedió a la elaboración de Curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF). Se procedió a seleccionar las intensidades máximas para 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 90, 120, 150, 180, 240 y 360 minutos de duración para cada uno de los años.

$$i \left(\frac{mm}{h} \right) = \frac{(2152 * Tr^{0.17279})}{(D + 14)^{0.87232}}$$

$$i \left(\frac{mm}{h} \right) = \frac{(2152 * 10^{0.17279})}{(22.02 + 14)^{0.87232}} = 140.55 \left(\frac{mm}{h} \right)$$

El valor obtenido por este cálculo es la máxima intensidad de lluvia que puede llegar a ocurrir con la duración igual al tiempo de concentración dentro del periodo de retorno.

2.8.2.5. Cálculo del Caudal

El método de la fórmula racional permite hacer estimaciones de los caudales máximos de escorrentía usando las intensidades máximas de precipitación.

$$Q \left(\frac{m^3}{seg} \right) = \frac{C * i * A}{360}$$

$$Q \left(\frac{m^3}{seg} \right) = 0.55 * 140.55 \left(\frac{mm}{h} \right) * 56.97(ha) = 0.55 * 0.00003904 \left(\frac{m}{s} \right) * 569700 m^2$$

$$Q = 12.23 \left(\frac{m^3}{seg} \right)$$

La memoria de cálculo se encuentra en el Anexo IV.

2.8.3. Dimensionamiento de la red hidráulica

Clasificamos como elementos de captación a las cunetas, sumideros, alcantarillado y cámara de captación cuyo dimensionamiento se describe a continuación:

2.8.3.1 Cuneta

Se diseñaron cunetas a lo largo de los tramos A1-1 hasta A12-1 y A1-2 hasta A11-2, ubicadas a una distancia de 5 metros de los bloques de naves, siguiendo los criterios establecidos en el Manual de Carreteras [14], Se optó por cunetas de tipo triangular y badenes en las entradas de camiones. Los factores de corrección y los valores máximos teóricos para una cuneta completamente llena, con soleras de 15 cm, fueron determinados utilizando la ecuación de Manning. Este cálculo se realizó bajo las suposiciones de flujo uniforme y flujo permanente, las cuales son fundamentales para garantizar que el agua fluya de manera constante.

El cálculo se realizó por medio de una planilla Excel como se muestra en la siguiente tabla;

Tabla 4. Caudal de cuneta.

Cuneta	h (m)	n	Pend. (%)	l	Am (m ²)	Pm (m)	R (m)	Caudal admisible			Caudal del area aportante
								Q (m ³ /s)	Q correg. (m ³ /s)	V(m/s)	Qa (m ³ /s)
Cuneta A1-1	0,30	0,017	0,24	10,00	1,500	10,30	0,146	1,196	0,957	0,638	0,855
Cuneta A2-1	0,30	0,017	0,25	10,00	1,500	10,30	0,146	1,221	0,977	0,651	0,964
Cuneta A3-1	0,25	0,017	0,25	8,33	1,042	8,59	0,121	0,751	0,601	0,577	0,560
Cuneta A4-1	0,20	0,017	0,34	6,67	0,667	6,87	0,097	0,483	0,386	0,579	0,277
Cuneta A5-1	0,25	0,017	0,28	8,33	1,042	8,59	0,121	0,795	0,636	0,610	0,432
Cuneta A6-1	0,20	0,017	0,49	6,67	0,667	6,87	0,097	0,580	0,464	0,696	0,225
Cuneta A7-1	0,25	0,017	0,26	8,33	1,042	8,59	0,121	0,766	0,613	0,588	0,412
Cuneta A8-1	0,20	0,017	0,27	6,67	0,667	6,87	0,097	0,430	0,344	0,516	0,245
Cuneta A9-1	0,25	0,017	0,2	8,33	1,042	8,59	0,121	0,672	0,537	0,516	0,442
Cuneta A10-1	0,20	0,017	0,2	6,67	0,667	6,87	0,097	0,370	0,296	0,444	0,251
Cuneta A11-1	0,20	0,017	0,73	6,67	0,667	6,87	0,097	0,708	0,566	0,849	0,432
Cuneta A12-1	0,20	0,017	0,75	6,67	0,667	6,87	0,097	0,717	0,574	0,861	0,277
Cuneta A1-2	0,30	0,017	0,36	10,00	1,500	10,30	0,146	1,465	1,172	0,781	0,726
Cuneta A2-2	0,30	0,017	0,53	10,00	1,500	10,30	0,146	1,778	1,422	0,948	0,964
Cuneta A3-2	0,25	0,017	0,54	8,33	1,042	8,59	0,121	1,103	0,883	0,847	0,505
Cuneta A4-2	0,25	0,017	0,58	8,33	1,042	8,59	0,121	1,144	0,915	0,878	0,833
Cuneta A5-2	0,25	0,017	0,46	8,33	1,042	8,59	0,121	1,018	0,815	0,782	0,434
Cuneta A6-2	0,25	0,017	0,46	8,33	1,042	8,59	0,121	1,018	0,815	0,782	0,698
Cuneta A7-2	0,25	0,017	0,2	8,33	1,042	8,59	0,121	0,672	0,537	0,516	0,359
Cuneta A8-2	0,25	0,017	0,27	8,33	1,042	8,59	0,121	0,780	0,624	0,599	0,563
Cuneta A9-2	0,20	0,017	0,34	6,67	0,667	6,87	0,097	0,483	0,386	0,579	0,281
Cuneta A10-2	0,20	0,017	0,53	6,67	0,667	6,87	0,097	0,603	0,482	0,723	0,425
Cuneta A11-2	0,20	0,017	0,54	6,67	0,667	6,87	0,097	0,609	0,487	0,730	0,204

Fuente: Elaboración propia

Para facilitar el acceso de los vehículos de carga a las naves industriales, se implementaron badenes en los cruces de las cunetas. Estas estructuras permiten el paso seguro de camiones sin interrumpir el flujo del agua.

2.8.3.2. Sumidero

Adicionalmente, se incorporaron sumideros de tipo mixto, que combinan captación superficial y subterránea, para recolectar el agua pluvial y dirigirla hacia el sistema de drenaje principal.

La capacidad de captación se obtiene calculando de forma independiente las capacidades de los sumideros de ventana y de cuneta, con las fórmulas detalladas anteriormente, y sumándolas de manera algebraica

Figura 7. Sumidero mixto o combinado.



Fuente. Elaboración propia.

La memoria de cálculo se encuentra en el Anexo V.

2.8.3.3. Alcantarillado

Se dimensionaron alcantarillado de hormigón celular, utilizando la ecuación de Manning y mediante la siguiente tabla obtuvimos.

Tabla 5. Dimensionamiento del Alcantarillado.

Alcantarilla Celular	Forma de sección	Tipo de alcantarilla celular	Sección interior (m) Alto / Ancho		pendiente longitudinal (%)	Perimetro mojado (m)	Radio hco	Area mojada = Am (m ²)	R = (Am/P) ^{2/3}	velocidad (m/s)	capacidad de descarga Q (m ³ /s)	caudal nec. para el tramo (m ³ /s)
AC1-1	Rectangular	Tubo de hormigón	0,80	0,80	0,38	2,40	0,267	0,64	0,414	1,96	1,255	0,957
AC2-1	Rectangular	Tubo de hormigón	1,10	1,10	0,20	3,30	0,367	1,21	0,512	1,76	2,132	1,934
AC3-1	Rectangular	Tubo de hormigón	1,10	1,10	1,46	3,30	0,367	1,21	0,512	4,76	5,764	2,534
AC4-1	Rectangular	Tubo de hormigón	1,30	1,30	0,20	3,90	0,433	1,69	0,573	1,97	3,329	2,921
AC5-1	Rectangular	Tubo de hormigón	1,30	1,30	0,46	3,90	0,433	1,69	0,573	3,00	5,062	3,556
AC6-1	Rectangular	Tubo de hormigón	1,40	1,40	0,20	4,20	0,467	1,96	0,602	2,07	4,061	4,020
AC7-1	Rectangular	Tubo de hormigón	1,50	1,50	0,23	4,50	0,500	2,25	0,630	2,33	5,232	4,632
AC8-1	Rectangular	Tubo de hormigón	1,50	1,50	0,30	4,50	0,500	2,25	0,630	2,66	5,984	4,977
AC9-1	Rectangular	Tubo de hormigón	1,60	1,60	0,19	4,80	0,533	2,56	0,658	2,21	5,668	5,514
AC10-1	Rectangular	Tubo de hormigón	1,60	1,70	0,20	4,90	0,555	2,72	0,675	2,34	6,352	5,810
AC11-1	Rectangular	Tubo de hormigón	1,60	1,70	0,23	4,90	0,555	2,72	0,675	2,49	6,784	6,376
AC12-1	Rectangular	Tubo de hormigón	1,60	1,70	0,36	4,90	0,555	2,72	0,675	3,12	8,479	6,950
AC1-2	Rectangular	Tubo de hormigón	0,80	1,00	1,84	2,60	0,308	0,80	0,456	4,75	3,801	1,172
AC2-2	Rectangular	Tubo de hormigón	0,80	1,30	0,52	2,90	0,359	1,04	0,505	2,80	2,908	2,594
AC3-2	Rectangular	Tubo de hormigón	1,00	1,30	0,59	3,30	0,384	1,30	0,537	3,17	4,122	3,477
AC4-2	Rectangular	Tubo de hormigón	1,20	2,00	0,22	4,40	0,545	2,40	0,668	2,41	5,778	4,392
AC5-2	Rectangular	Tubo de hormigón	1,20	2,30	0,14	4,70	0,587	2,76	0,701	1,99	5,489	5,206
AC6-2	Rectangular	Tubo de hormigón	1,20	2,50	0,13	4,90	0,612	3,00	0,721	2,02	6,058	6,021
AC7-2	Rectangular	Tubo de hormigón	1,20	2,50	0,16	4,90	0,612	3,00	0,721	2,20	6,590	6,558
AC8-2	Rectangular	Tubo de hormigón	1,30	2,50	0,16	5,10	0,637	3,25	0,741	2,29	7,435	7,182
AC9-2	Rectangular	Tubo de hormigón	1,30	2,50	0,19	5,10	0,637	3,25	0,741	2,50	8,119	7,569
AC10-2	Rectangular	Tubo de hormigón	1,30	2,50	0,22	5,10	0,637	3,25	0,741	2,68	8,695	8,051
AC11-2	Rectangular	Tubo de hormigón	1,30	2,50	0,23	5,10	0,637	3,25	0,741	2,76	8,956	8,538
Canal AC1	Rectangular	Tubo de hormigón	1,60	1,20	0,88	4,40	0,436	1,92	0,575	4,15	7,971	7,516
Canal AC2	Rectangular	Tubo de hormigón	1,60	1,20	0,88	4,40	0,436	1,92	0,575	4,15	7,971	7,516
Canal AC3	Rectangular	Tubo de hormigón	1,60	1,50	0,46	4,70	0,511	2,40	0,639	3,32	7,973	7,516
Canal AC4	Rectangular	Tubo de hormigón	1,60	2,00	0,21	5,20	0,615	3,20	0,723	2,55	8,161	7,516
Canal AC5	Rectangular	Tubo de hormigón	1,60	2,00	0,27	5,20	0,615	3,20	0,723	2,89	9,254	7,516

Fuente: Elaboración propia

2.8.3.4. Cámara de captación

La cámara de captación recoge el agua de la cuneta y alcantarillado para la conducción hacia el afluente. Para el dimensionamiento se diseña según las necesidades y la capacidad de la fuente. Es importante tener en cuenta la distancia entre cámaras de captación para la limpieza y mantenimiento periódico. En la siguiente tabla.

Tabla 6. Dimensionamiento de la cámara de captación

Cámara de Captación	Q (m3/seg)	Dimensión interna		Profundidad (m)	Capacidad (m3)
		Largo (m)	Ancho (m)		
C1-1	2,132	1,70	1,70	0,80	2,31
C2-1	5,764	2,40	2,40	1,10	6,34
C3-1	3,329	2,00	2,00	1,10	4,40
C4-1	5,062	2,00	2,00	1,30	5,20
C5-1	4,061	1,80	1,80	1,30	4,21
C6-1	5,232	2,00	2,00	1,40	5,60
C7-1	5,984	2,00	2,00	1,50	6,00
C8-1	5,668	2,00	2,00	1,50	6,00
C9-1	6,352	2,10	2,10	1,60	7,06
C10-1	6,784	2,10	2,10	1,60	7,06
C11-1	8,479	2,40	2,40	1,60	9,22
C12-1	7,471	2,20	2,20	1,60	7,74
C13-1	7,471	2,20	2,20	1,60	7,74
C1-2	2,908	2,00	2,00	0,80	3,20
C2-2	4,122	2,30	2,30	0,80	4,23
C3-2	5,489	2,40	2,40	1,00	5,76
C4-2	5,489	2,20	2,40	1,20	6,34
C5-2	6,058	2,20	2,50	1,27	6,99
C6-2	6,590	2,00	2,50	1,45	7,25
C7-2	7,435	2,20	2,50	1,43	7,87
C8-2	8,119	2,20	2,50	1,55	8,53
C9-2	8,695	2,50	2,50	1,45	9,06
C10-2	8,956	2,20	2,50	1,65	9,08
C11-2	8,956	1,80	2,50	2,05	9,23
Canal C1	7,971	2,30	2,30	1,60	8,46
Canal C2	7,971	2,30	2,30	1,60	8,46
Canal C3	7,971	2,30	2,30	1,60	8,46
Canal C4	7,971	2,30	2,30	1,60	8,46
Canal C5	7,971	2,30	2,30	1,60	8,46
Canal C6	7,971	2,30	2,30	1,60	8,46
Canal C7	7,971	2,30	2,30	1,60	8,46
Canal C8	7,971	2,30	2,30	1,60	8,46
Canal C9	7,971	2,30	2,30	1,60	8,46
Canal C10	7,971	2,30	2,30	1,60	8,46
Canal C11	7,971	2,30	2,30	1,60	8,46
Canal C12	7,971	2,30	2,30	1,60	8,46
Canal C13	7,971	2,30	2,30	1,60	8,46
Canal C14	7,971	2,30	2,30	1,60	8,46
Canal C15	7,971	2,30	2,30	1,60	8,46

Fuente: Elaboración propia

2.8. PLANTA DE TRATAMIENTO PTAR

Este proyecto tiene como finalidad asegurar que las aguas residuales generadas en el Parque industrial 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.

2.8.1. Parámetros básicos

2.8.1.1. Población de diseño

Para determinar el número de personas en el Parque Industrial la Magnifica, se cuenta con un promedio de la cantidad de obreros que trabajaran diariamente en cada nave industrial. A partir de los datos recabados, podemos obtener el diseño del caudal.

2.8.1.2. Estimación de diseño para la capacidad máxima del Parque Industrial

Capacidad máxima estimada 2880 obreros.

2.8.1.3. Consumo de agua por obrero

En el libro Ingeniería de Aguas Residuales por Metcalf y Eddy, los valores típicos de los usos públicos de agua en los Estados Unidos es del intervalo 40 – 380 (l/hab.dia). En este proyecto adoptamos el mínimo de 40 (l/hab.dia).

2.8.1.4. Otros parámetros

Consideraciones para mayoración de caudal:

Coficiente Max diario K1 = 1.20

Coficiente Max horario K2 = 1.50

2.8.1.5. Caudales de diseño

- Caudal medio.

$$Q_{medio} = 92160 \frac{l}{dia}$$

- Caudal máximo horario.

$$Q_{maxh} = 1.92 \frac{l}{s}$$

2.8.2. Tratamiento primario – Cribado

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

Tabla 7. 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
Inclinación sobre la vertical (°)	30 - 45
Velocidad de acercamiento (m/s)	0,3048 - 0,6096
Perdida de carga permisible (mm)	152,4

Fuente. Metcalf y Eddy, Inc., 2003.

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. Adoptando valores de la Tabla 7. Obtenemos mediante el cálculo los siguientes resultados.

Tabla 8. Dimensionamiento de la rejilla

Pre - tratamiento (desbaste)	
Dimensiones de la rejilla gruesa	
Separación entre barras (a)	= 0,03 m
Espesor de barras (t)	= 0,007 m
Eficiencia de las rejillas	= 81,08% %
Inclinación de las rejillas	= 40,00 grados
Ancho del canal (b)	= 0,5 m
Velocidad media de Paso	= 0,6 m/s
Area del Canal	= 0,003 m ²
Altura del agua en el canal (H)	= 0,006 m
Suma Separación entre barras $bg = \frac{(b-e)}{(s+e)+1} * e$	= 0,411 m
Area entre barras (Ae=h*bg)	= 0,004 m
Velocidad entre las rejillas $V=Q/Ae$	= 0,544 m/s
Numero de barras (n)	= 12,703
Perdida de carga Hf	= 0,469 cm
Dimensiones del canal	
Altura del canal calculado	= 0,008 m
Altura del canal adoptado	= 1,000 m
Ancho del canal	= 0,500 m

Fuente. Elaboración propia

2.8.3. Tratamiento secundario

2.8.3.1. Tratamiento biológico

Un reactor aerobio de lodos activados es un tipo de sistema utilizado en el tratamiento de aguas residuales, especialmente en procesos biológicos de depuración. Su funcionamiento se basa en la aeración del agua residual para fomentar la actividad de microorganismos (lodos activados) que descomponen la materia orgánica presente en el agua.

En la siguiente tabla se puede ver las consideraciones para luego realizar el dimensionamiento.

Tabla 9. Consideraciones en el tratamiento Biológico

Tratamiento Biológico	
Equivalente Poblacional	= 2.880
Caudal Afluyente	
Caudal medio	= 92 $\frac{m^3}{día}$
Caudal máximo	= 166 $\frac{m^3}{día}$
Cargas Afluyente	
DBO	= 20 $\frac{kg}{día}$
Solidos suspendidos afluentes SS	= 19 $\frac{kg}{día}$
NTK	= 4 $\frac{kg}{día}$
Concentraciones	
DBO afluyente (So)	= 220 $\frac{mg}{l}$
Solidos suspendidos afluyente (Xo)	= 202 $\frac{mg}{l}$
Nitrogeno total afluyente (NTK)	= 40 $\frac{mg}{l}$
Temperatura del liquido	
Media del mes más frío (Tf)	= 20 $\frac{grado}{s}$
Media del mes más caliente (Tc)	= 25 $\frac{grado}{s}$
Características deseadas para efluentes	
DBO efluente (Se) <50	= 20 $\frac{mg}{l}$
Solidos suspendidos efluentes (Xefl)	= 30 $\frac{mg}{l}$

Fuente. Elaboración propia

2.8.3.2. Dimensionamiento del Reactor Anaerobio

El diseño del reactor depende de varios factores, como la carga contaminante, el tiempo de retención hidráulica (TRH), la concentración de lodos, y el tipo de agua residual. A continuación, tenemos las medidas del reactor. Los cálculos y parámetros mas detallados se encuentran en el Anexo X.

Tabla 10. Dimensionamiento del reactor.

VOLUMEN DEL REACTOR	=				
Número de reactores a ser adoptados	=	1,00	unidad		
Volumen de reactor (Vr)	=			$V = Y \cdot \theta_c \cdot Q_{max} (DBO_{af} - DBO_{sol}) / X_v \cdot (1 + f_b \cdot k_d \cdot \theta_c)$	33,34 m ³
Volumen de cada reactor (Vr)	=				33,34 m ³
Profundidad de cada reactor (Hu)	=	5,50	m		
Area requerida para cada reactor (Au)	=		m ²	$A_u = V_r / H_u$	6,06 m ²
Relación largo/ancho	=	2,00			
Largo (L)	=	3,50		$L = A_u / a$	3,48 m
Ancho (a)	=	2		$a = (A_u / 2)^{0,5}$	1,74 m
Tiempo de retención hidraulica (t)	=			$t = V / Q$	8,68 h
Tasa de utilización de sustrato (U)	=			$U = S_r \cdot 1000 / (X_v \cdot V)$	0,17 kgDBO ₅ /kgSSVT A*d
Relación Alimento microorganismos (A/M)	=			$A/M = \text{Flujo de carga} / X_v \cdot V$	0,17 kgDBO ₅ /kgSSVT A*d

Fuente. Elaboración propia.

2.8.3.4 Dimensionamiento del decantador secundario

Es una unidad diseñada para separar los sólidos suspendidos y el lodo generado durante los procesos biológicos. Su función principal es permitir que los sólidos sedimentables se depositen en el fondo, mientras que el agua clarificada fluye hacia el siguiente proceso o se descarga.

Tabla 11. Dimensionamiento del decantador secundario.

ALTERNATIVA DECANTADOR SECUNDARIO CIRCULAR

Diametro

Número de decantadores a ser adoptado	=	1,00	unidades		
Area requerida para cada decantador	=			Area para cada decant= A/2	5,52 m ²
Diametro calculado	=			$D = \sqrt{4A/\pi}$	2,65 m
Diametro adoptado	=				3,00 m
Area resultante de cada decantador	=			$A = \pi \cdot D^2 / 4$	7,07 m ²
Area total del decantador	=				7,07 m ²

Otras dimensiones

Profundidad lateral (parte cilíndrica del tanque) H. adoptada	=	3,00	m		
Pendiente de fondo	=	8,00	%		
Profundidad de la parte cónica del tanque, H. cónica	=			$H_{conica} = (D/2) \cdot \text{pendiente}$	0,12 m
Volumen de cada reactor	=			$V = A \cdot (H + H_{conica}) / 3$	21,48 m ³

Fuente. Elaboración propia

2.8.4. Tratamiento terciario

2.8.4.1. Cloración

En el proceso de cloración buscamos principalmente desinfectar y eliminar patógenos, bacterias, virus y otros microorganismos presentes en el agua. Este proceso consiste en añadir cloro o compuestos clorados al agua, lo que ayuda a matar o inactivar estos agentes patógenos y mejora la calidad del agua, haciéndola segura para el consumo y para otros usos.

CAPÍTULO III: ANÁLISIS ECONÓMICO

Para garantizar una gestión adecuada y efectiva del proyecto del parque industrial, se realizó una evaluación exhaustiva de costos y un cómputo métrico detallado. Este proceso tuvo como objetivo identificar los costos más precisos y realistas, asegurando que se cumplan todos los requisitos de seguridad y normativas técnicas vigentes. La evaluación proporciona una visión integral de los recursos financieros requeridos, facilitando una planificación y ejecución óptima del proyecto. A continuación, se presenta un resumen del presupuesto, donde se detallan las estimaciones para cada uno de los componentes clave de la obra dentro del parque industrial.

Tabla 12. Resumen de presupuesto de la obra en guaraníes.

Planilla de computo y presupuesto		
OBRA: PROYECTO EJECUTIVO DE UN PARQUE INDUSTRIAL EN LA CIUDAD DE CORONEL OVIEDO		
Item	Descripcion	Costo total
1	MOVIMIENTO DE SUELO	₡ 3.108.000.000
2	PAVIMENTO TIPO EMPEDRADO	₡ 3.552.000.000
3	CONSTRUCCIONES CIVILES	₡ 92.400.000.000
4	PLANTA DE TRATAMIENTO	₡ 1.200.000.000
5	ALCANTARILLADO	₡ 2.136.000.000
TOTAL EN GUARANIES		₡ 102.396.000.000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13. Resumen de presupuesto de la obra en dólares.

Planilla de computo y presupuesto		
OBRA: PROYECTO EJECUTIVO DE UN PARQUE INDUSTRIAL EN LA CIUDAD DE CORONEL OVIEDO		
Item	Descripcion	Costo total
1	MOVIMIENTO DE SUELO	\$388.500
2	PAVIMENTO TIPO EMPEDRADO	\$444.000
3	CONSTRUCCIONES CIVILES	\$11.550.000
4	PLANTA DE TRATAMIENTO	\$150.000
5	ALCANTARILLADO	\$267.000
TOTAL EN DOLARES		\$12.799.500

Fuente: Elaboración propia

Las planillas de cómputos métricos y el presupuesto, desglosados por cada rubro, se presentan de manera detallada en el Anexo VII.

CAPÍTULO IV-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.8. CONCLUSIONES

El Parque Industrial en Coronel Oviedo es un proyecto de gran envergadura que responde a la necesidad de infraestructura moderna para promover el desarrollo industrial y económico de la región. Este proyecto, diseñado y proyectado con una planificación meticulosa y en cumplimiento de estrictas normativas técnicas, combina innovación y funcionalidad para garantizar su viabilidad técnica, económica y operativa.

La magnitud del proyecto radica en su capacidad para integrar múltiples áreas de la ingeniería, abordando desafíos complejos en cálculo estructural, sistemas de drenaje pluvial y una planta de tratamiento de efluentes. Este enfoque multidisciplinario permitió diseñar una infraestructura sostenible, adaptada a las demandas actuales y con proyección hacia futuras expansiones del parque.

El presupuesto total de la obra, que asciende a 102.396.000.000 guaraníes, refleja la escala de esta inversión, que incluye desde obras civiles hasta redes de infraestructura básica y sistemas especializados. Más allá del impacto empresarial, el parque busca transformar la calidad de vida de la ciudadanía, fortaleciendo la economía local, generando empleo directo e indirecto, y consolidando a Coronel Oviedo como un polo estratégico para la industria nacional.

En conclusión, el Parque Industrial en Coronel Oviedo es una obra emblemática que, por su alcance y enfoque integral, combina desarrollo económico, sostenibilidad ambiental y bienestar social.

4.9. RECOMENDACIONES

Debido al alcance, limitaciones y complejidad del proyecto, se recomienda:.

Capacitar del personal: Es primordial implementar programas de capacitación dirigidos al personal involucrado en las operaciones y el mantenimiento del parque industrial. Estos programas deben incluir:

- Procedimientos de seguridad y prevención para minimizar riesgos laborales.

- Formación técnica para el manejo y operación de los equipos de tratamiento de aguas residuales, asegurando un funcionamiento eficiente y sostenible.

- Capacitación en tareas de mantenimiento y limpieza de las estructuras, garantizando su conservación a largo plazo.

Realizar estudios de suelo adicionales: Es imprescindible llevar a cabo estudios de suelo en los bloques que aún no han sido analizados.

Se recomienda realizar un análisis exhaustivo de cada empresa que desee establecerse en el parque industrial. Esto es fundamental para identificar posibles desechos de producción o necesidades específicas que puedan afectar el funcionamiento general del parque y de las demás empresas.

Se sugiere desarrollar un proyecto específico para el diseño del paquete estructural del pavimento.

Realizar proyecto final de grado que se enfoque en el diseño y desarrollo de la línea de distribución eléctrica dentro del parque industrial.

CAPÍTULO VI: BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. E. Armand, J. P. Heis, y N. Jarae, “PARQUE INDUSTRIAL TIERRA DE PALMARES”, Universidad Tecnológica Nacional, Entre Ríos, Argentina, 2020
- [2] D. H. Goñi y J. R. Cáceres, “COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON UN SISTEMA DE TIJERALES Y DE PÓRTICOS”, Pontificia Universidad Católica Del Perú, Lima, 2019.
- [3] Ministerio de Industria y Comercio, "Resolución Ministerial N° 923" ,2021
- [4] Organización Internacional de Normalización, "ISO 45001:2018 - Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo – Requisitos con orientación para su uso," ISO, 2018.
- [5] Organización Europea de Normalización, "EUROCÓDIGO 2: Proyecto de estructuras de hormigón," AENOR, 2000.
- [6] Ministerio de Fomento, "Código Técnico de la Edificación (CTE)," España, 2006.
- [7] Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología (INTN), "NP 196: Acción de viento en las construcciones," Asunción, Paraguay, 1991.
- [8] American Iron and Steel Institute (AISI), " S100-2007: Especificación para edificios de acero estructural (LRFD)," AISI, 2007.
- [9] American Institute of Steel Construction (AISC), "ANSI/AISC 360-10: Specification for Structural Steel Buildings (LRFD)," AISC, 2010.
- [10] Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología (INTN), "NP 68: Instalaciones domiciliarias de agua potable," Asunción, Paraguay, 1972.
- [11] Municipalidad de Asunción, "Seguridad contra incendios," Ordenanza municipal N.º 468/14, 2014.
- [12] Administración Nacional de Electricidad (ANDE), "Reglamento para Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión," Asunción, Paraguay, 1971
- [13] Asociación Brasileña de Normas Técnicas, "NBR 10844 - Sistema de drenaje urbano," 2.ª ed., ABNT, Río de Janeiro, Brasil, 1997.
- [14] V. T. Chow, D. R. Maidment y L. W. Mays, “Hidrología Aplicada”. Santa Fe de Bogotá, Colombia: Editorial NOMOS S.A., 2000.
- [15] American Association of State Highway and Transportation Officials, “AASHTO Manual de drenaje”, 4th ed. Washington, DC: AASHTO, 2014.
- [16] Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, “Manual de Carreteras del Paraguay: Normas para Obras de Drenaje Vial”, Tomo 3, Vol. 1, Paraguay, 2013.

ANEXOS