

UNIDAD I

1. VISIÓN GLOBAL DEL CONTEXTO ACTUAL

La contaminación es uno de los problemas más graves que enfrenta el mundo actualmente, por la introducción de sustancias nocivas o elementos físicos a un medio ambiente, que afectan negativamente al entorno y los seres vivos, esto debe a causa de las actividades del ser humano, por los avances del desarrollo industrial, tecnológico y el aumento de la población, las consecuencias que genera son sequías, incendios, pérdida de biodiversidad y desastres naturales más frecuentes.

Los recursos naturales hoy se encuentran en peligro esto debido a una explotación sin medida. La contaminación ambiental afecta de manera desigual especialmente a los sectores sociales más vulnerables, esto debido a las consecuencias que provoca posteriormente la contaminación, como el acceso limitado de recursos esenciales agua potable, un aire limpio y suelos no contaminados, estas limitantes causan problemas, como la seguridad alimentaria, disponibilidad de recursos y afectar la salud pública, la contaminación pueden generar enfermedades respiratorias, cardíacas, neurológicas y el cáncer, afectando la calidad de vida y el bienestar de las personas.

Cualquier cambio en el entorno natural impactará en la economía, toda actividad económica tiene un impacto ambiental, esta se basa en el consumo y explotación de los recursos, un país depende económicamente de estos recursos, si este consumo sino se maneja de manera adecuada y sostenible, estos llegaran a agotarse que impactará de manera directa al desarrollo económico de nuestra sociedad. Otro fenómeno es el aumento de las temperaturas globales producidas por gases de efecto invernadero estos generan fenómenos climáticos, esta situación conlleva un mayor gasto por parte de las empresas y los gobiernos que deben adaptarse a estas situaciones y mitigar las consecuencias ambientales. Estos problemas afectan al crecimiento económico, a mayor crecimiento, hay una mayor demanda y un mayor consumo de bienes y servicios. Esto genera un aumento en la producción, y una mayor explotación de recursos naturales. Debemos cuestionarnos si es viable continuar consumiendo de esta manera. ¿Es posible satisfacer la demanda actual cambiando el modelo de explotación?

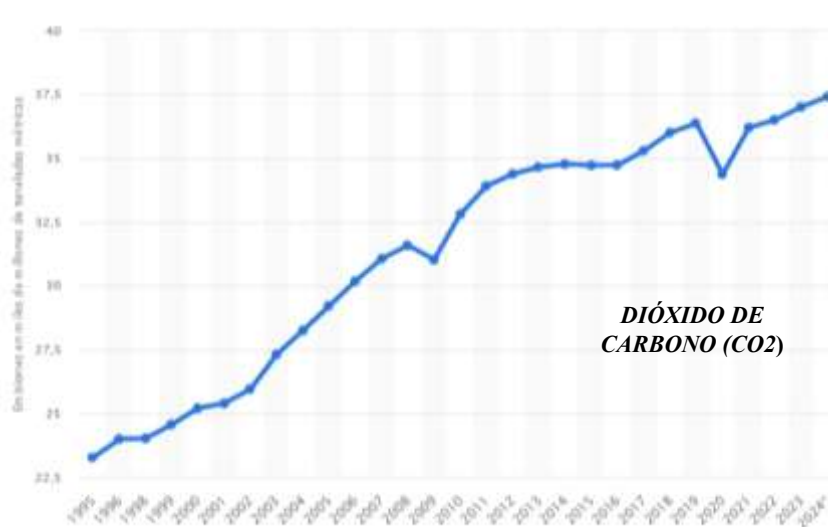
2. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO INTEGRAL DE LA SITUACIÓN ACTUAL

2.1. ÁMBITO MUNDIAL O INTERNACIONAL

Tan solo el año 2024 se liberaron a la atmósfera 37.410 millones de toneladas métricas de dióxido de carbono (CO₂) que no han dejado de crecer. Las principales fuentes de contaminación nivel mundial al medio ambiente, son la deforestación, los residuos industriales, producción industrial y el uso de combustible fósiles. Cada año se emiten y vierten cientos de millones de toneladas de sustancias tóxicas a la atmosfera, aire, agua y el suelo. La producción de productos químicos se duplicó entre 2000 y 2017, y se prevé que se duplique nuevamente para 2030 y, además, que se triplique para 2050.

La conservación del medio ambiente es esencial para mantener un adecuado equilibrio en los procesos de interacción con nuestro entorno, incluyen todas las diversas formas de vida, tanto vegetal como animal. La presencia de ciertas sustancias ya sea de origen natural o artificial, puede alterar el entorno de manera que perjudique los procesos vitales. En estos últimos siglos, hemos visto un aumento significativo en la cantidad de sustancias generadas por actividades humanas, tanto por su peligrosidad como por el volumen de sustancias potencialmente nocivas que se vierten a los ecosistemas.¹

GRÁFICO 1: EMISIONES MUNDIALES DE (CO₂) DE 1995 A 2024

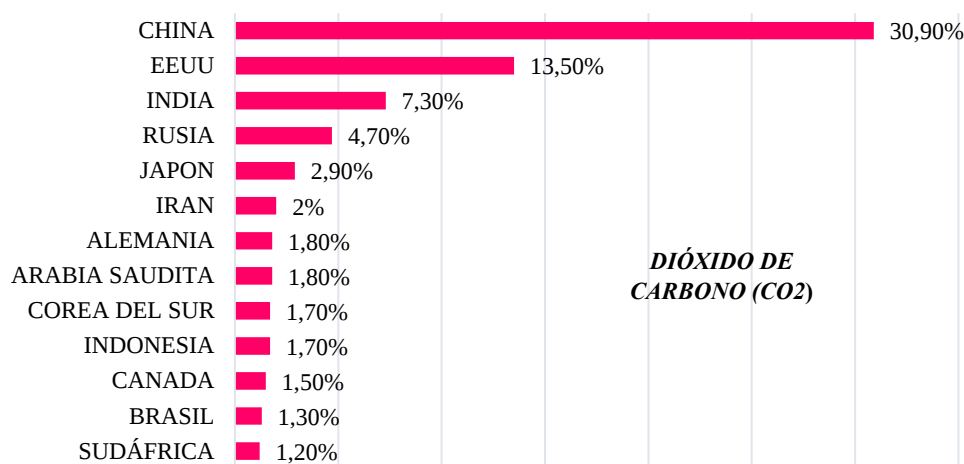


Fuente: Statista. Annual global emissions of carbon dioxide 1940-2024.

¹ Análisis de la contaminación ambiental. <https://www.uv.es/>

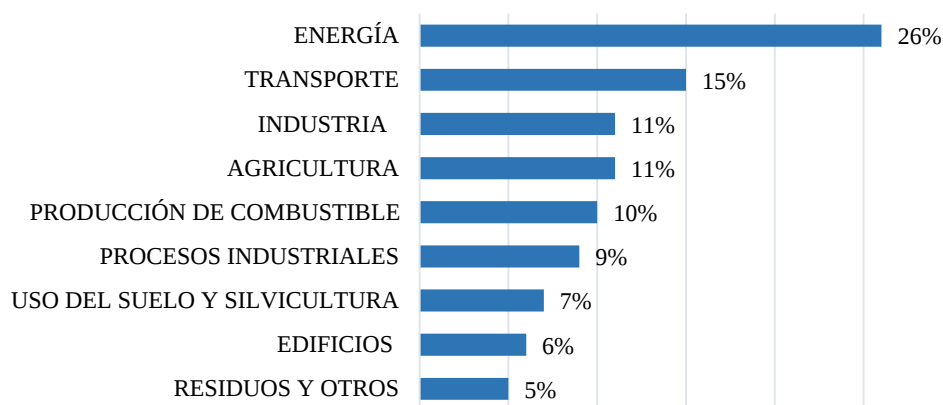
Las actividades humanas representan una de las principales causas del calentamiento global, dado el elevado volumen de gases de efecto invernadero que se liberan en la atmósfera. Sin embargo, no todos los países mantienen el mismo tipo de actividad económica. Por lo tanto, no todos los países tienen el mismo grado de responsabilidad más contaminantes, varían según el método de cálculo empleado, ya sea por emisiones de dióxido de carbono (CO₂), en función del número de habitantes, huella ecológica, entre otros.

GRÁFICO 2: PAÍSES MÁS CONTAMINANTES DEL MUNDO DE (CO₂)



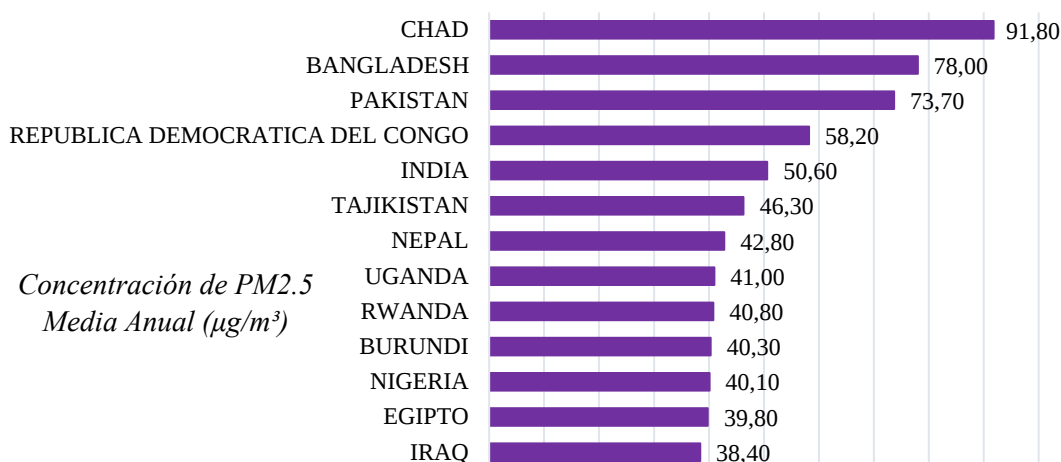
Fuente: Global Carbón Atlas As of 2021

GRÁFICO 3: SECTORES QUE PROCEDEN LAS EMISIONES MUNDIALES



Fuente: <https://es.statista.com/grafico/33338/emisiones-mundiales-totales-de-gases-de-efecto-invernadero-por-sector/>

GRÁFICO 4: PAÍSES Y REGIONES CON MAYOR CONTAMINACIÓN DEL MUNDO



Fuente: <https://www.iqair.com/es/world-most-polluted-countries>

2.1.1. CONSECUENCIAS DE LA CONTAMINACIÓN EN LA POBLACIÓN

La contaminación ambiental a nivel global tiene un impacto negativo al aire, agua y el suelo, las causas son múltiples como el crecimiento poblacional que impulsó la agricultura intensiva y el uso de agroquímicos, que provoca la degradación ambiental. El consumo excesivo de la población mundial que ha incrementado los residuos y las emisiones contaminantes, estas causas tienen consecuencias graves, al deterioro de la calidad del aire, que influye en la salud humana; la contaminación del agua, que limita el acceso seguro a este recurso vital, la degradación del suelo, que pone en riesgo la producción de alimentos, la pérdida de la biodiversidad, altera hábitats naturales, y el cambio climático, provocado por la acumulación de gases de efecto invernadero que generan fenómenos extremos.

Las consecuencias de la contaminación ambiental en nuestra salud son numerosas y alarmantes, especialmente en países en vías de desarrollo. En 2019, la contaminación en las ciudades contribuyó a la trágica cifra de 9 millones de muertes a nivel mundial, consecuencia a la mala calidad del aire; la contaminación del agua 1,36 millones; el plomo provocó 900.000 muertes, y los riesgos laborales tóxicos causaron 870.000 muertes.²

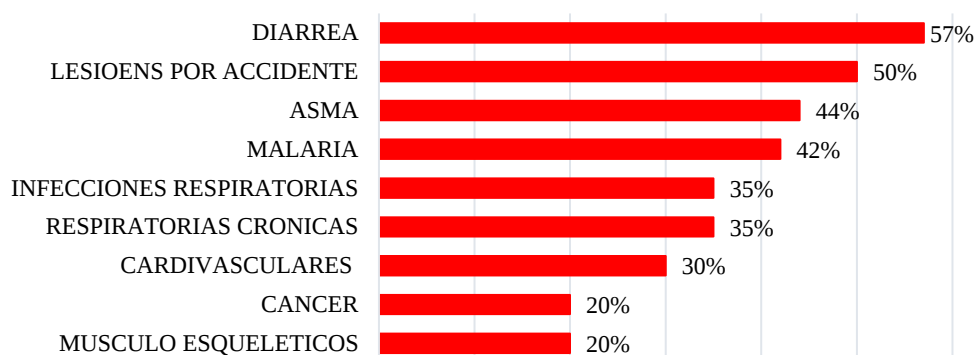
² Nationalgeographic España. *La contaminación causó 9 millones de muertes en 2019, 2022*, <https://www.nationalgeographic.com.es/>

FIGURA 1: MUERTES ASOCIADAS POR DETERIORO DEL MEDIO NATURAL



Fuente: <https://www.agenciasinc.es/Visual/Infografias/La-contaminacion-causa-mas-muertes-prematuras-que-los-conflictos-armados>

GRÁFICO 5: PROPORCIÓN DE ENFERMEDADES POR CAUSAS AMBIENTALES



Fuente: Asamblea de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNE-A).

Las muertes vinculadas a la contaminación del medio ambiente según la Organización Mundial de la Salud (OMS).

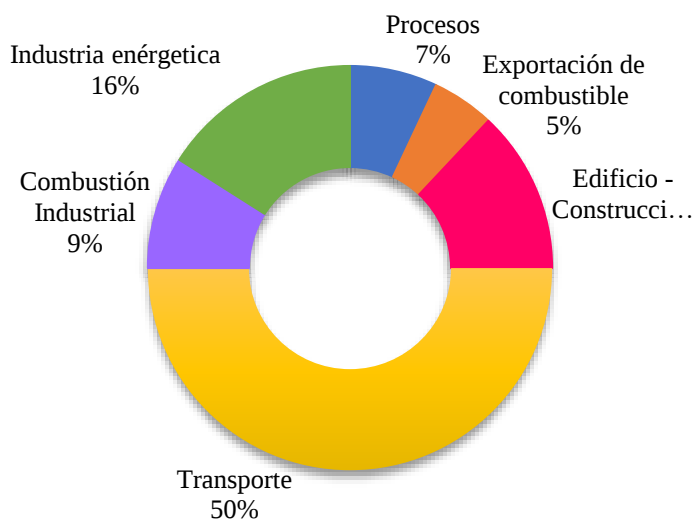
- Accidentes cerebrovasculares - 2,5 millones de muertes anuales.
- Cardiopatía isquémica - 2,3 millones de muertes anuales.
- Cánceres - 1,7 millones de muertes anuales.
- Neumopatías crónicas - 1,4 millones de muertes anuales.
- Enfermedades diarreicas - 846 000 muertes anuales.
- Infecciones respiratorias - 567 000 muertes anuales.
- Afecciones neonatales - 270 000 muertes anuales.
- Paludismo o malaria - 259 000 muertes anuales.

2.2. ÁMBITO NACIONAL BOLIVIA

El Estado Plurinacional de Bolivia se enfrenta a importantes desafíos por causas de la contaminación ambiental, su huella de carbono a nivel mundial alcanzó 23 millones de toneladas de dióxido de carbono (CO₂) en 2023. Con el puesto 103 entre 184 países en el ranking global. En términos absolutos las emisiones de Bolivia representan apenas el 0,27% de las emisiones mundiales.

Las principales fuentes de contaminación ambiental en Bolivia son los incendios forestales, relacionado con la expansión de la frontera agrícola y ganadera. Esta práctica, sumada a factores como la sequía, las altas temperaturas, el uso inadecuado del suelo, las quemas ilegales. Otro factor en la contaminación es la actividad minera, ha provocado desorden en los entornos y una profunda contaminación del agua, el suelo y el aire, especialmente por el vertido de residuos sin tratamiento y el abandono de minas que generan aguas ácidas ricas en metales pesados. Además, el uso excesivo de agroquímicos, principalmente en monocultivos, que degrada los suelos, afecta la calidad de los alimentos y pone en riesgo la salud de todos los seres vivos. La gestión inadecuada de residuos sólidos, contribuye aún más al deterioro ambiental. Finalmente, la degradación de suelos y la desertificación, especialmente en el Altiplano y los valles por un modelo de una agricultura y el sobrepastoreo.

GRÁFICO 6: EMISIONES POR AÑO DE (CO₂) EN BOLIVIA 2022

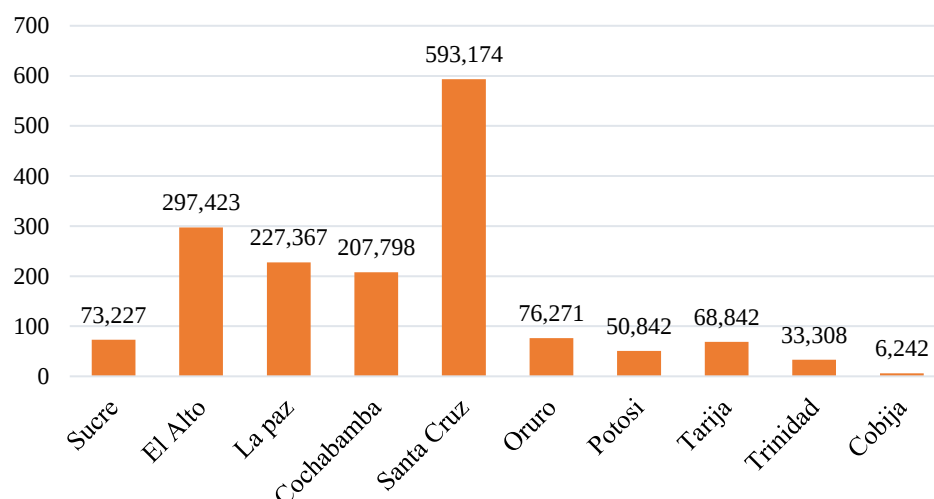


Fuente: <https://www.worldometers.info/co2-emissions/bolivia-co2-emissions/>

2.2.1. LOS PROBLEMA DE LOS RESIDUOS EN BOLIVIA

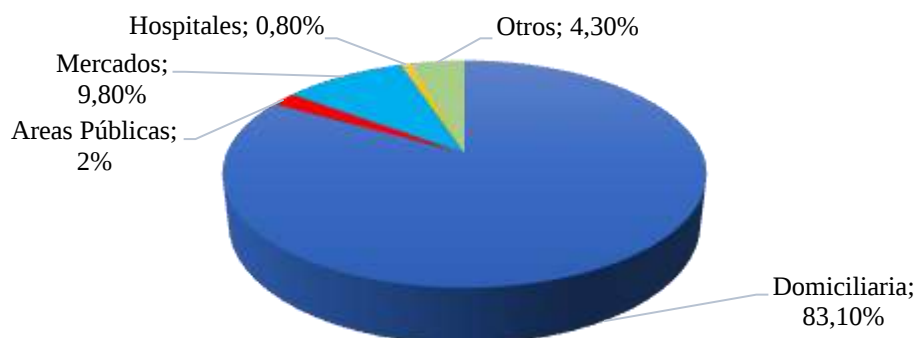
Según datos del Instituto Nacional de Estadística (INE), en base a información proporcionada por las entidades municipales de aseo de las ciudades capitales, el año 2023 se recolectaron en residuos sólidos un total de 1.659.461 toneladas en toda Bolivia. El primer lugar le corresponde a la ciudad de Santa Cruz, con un 36%, luego le sigue El Alto con el 17% y posteriormente y La Paz con un 13%. El restante de basura es generado por el resto de las ciudades, Trinidad y Cobija solo aportan el 3% del total, de estos residuos apenas se recicla el 4% de las 5400 toneladas de basura que genera todos los días.

GRÁFICO 7: RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN CIUDADES EN TONELADAS 2024



Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas (INE)

GRÁFICO 8: RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS SEGÚN SU PROCEDENCIA



Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas (INE)

Según datos del Diagnóstico de la Gestión de Residuos Sólidos (2010) los residuos sólidos generados a nivel nacional, la fracción orgánica representa el 55,2%, la fracción reciclable (papel, plástico y vidrio) el 22,1%, y el 22,7% se considera como residuos no aprovechables. Lo que significa que aproximadamente 75% de los residuos podrían ser aprovechados.

En la parte domiciliaria, se considera que la composición de los residuos en la bolsa de basura del boliviano tiene un 55 % de fracción orgánica y un 22 % inorgánica. El resto se trata de otros desechos como escombros, polvo y demás desechos no clasificables.³

2.2.2. NECESIDADES IDENTIFICADAS EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS URBANOS EN BOLIVIA

Debilidades encontradas por parte del Programa Plurinacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos.⁴

- i. Falta de financiación pública sobre las entidades que prestan el servicio.
- ii. En caso de proyectos de inversión privada, existe una débil normativa de protección de inversiones y en el caso de residuos, dificultad para encontrar un punto de retorno de la inversión.
- iii. Debilidad institucional en los distintos niveles.
- iv. Ausencia de un marco legal.
- v. Falta de innovación y nuevas tecnologías la pérdida de eficiencia en todas las fases del proceso de gestión de residuos, acompañado un marco legal adecuada para que no entorpecer el progreso.
- vi. Escasa competencia y diversidad de grandes empresas que ofrezcan este servicio.
- vii. Debilidad de la cadena productiva en la gestión de residuos, con la concienciación y formación ciudadana o asistencia técnica a los organismos públicos, como a lo largo de la cadena como en la diferenciación o aprovechamiento de los residuos reciclables.

³ España Estudio de Mercado. *El mercado de la gestión de residuos sólidos en Bolivia, 2022*, <https://www.icex.es/>

⁴ Programa Plurinacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos (2011). Dirección General de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Ministerio de Medio Ambiente y Agua.

2.3. ÁMBITO DEPARTAMENTAL TARIJA

En el departamento de Tarija, se enfrenta a serios problemas, como la deforestación, la sequía y la contaminación de aguas, entre otros de menor impacto. Sin embargo, los tres primeros se han convertido en amenazas significativas para nuestra flora y fauna.

La deforestación es, sin lugar a dudas, la principal causa del calentamiento global. Según datos del Centro de Documentación e Información Bolivia (CEDIB), nuestra región cuenta con cerca de 20 mil hectáreas de bosques deforestados de manera descontrolada. Esto provoca alteraciones en el ciclo del agua y contribuye a la intensificación de la sequía. Los incendios forestales son otro problema preocupante que afecta a nuestro departamento, impactando en gran medida la reserva de Sama y la serranía del Aguaragüe. Estos eventos destructivos arrasan con hectáreas de cultivos y ponen en riesgo a numerosas comunidades cercanas. En los últimos años, Tarija ha experimentado lluvias en épocas en que no deberían ocurrir, así como sequías extremas en la zona del Chaco.

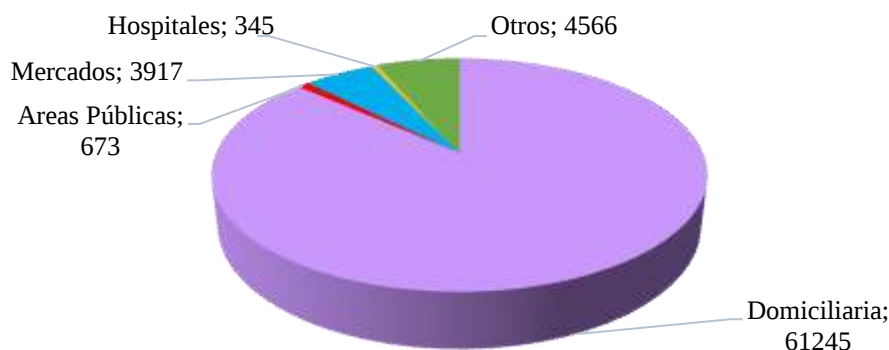
2.3.1. LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS RESIDUOS EN LA CIUDAD DE TARIJA

La ciudad de Tarija enfrenta graves problemas ambientales a causa de la inadecuada gestión de los residuos sólidos. La ausencia de un centro apropiado para el tratamiento y la disposición final de estos desechos ha tenido consecuencias negativas tanto en la salud de la población como en el entorno natural. La acumulación de basura en vertederos a cielo abierto contamina el suelo y los recursos hídricos cercanos, afectando la calidad del agua que consumimos y la fertilidad del suelo, afectando la producción agrícola y en la salud de las personas. La acumulación de residuos sin tratar se convierte en un foco de enfermedades y plagas, ya que la proliferación de roedores, insectos y otros vectores transmisores supone un riesgo para la salud pública. Los malos olores y la presencia de sustancias tóxicas en los desechos pueden ocasionar problemas respiratorios y dermatológicos en la población.

El funcionamiento de Centro de Tratamiento de Residuos Sólidos trae una serie de beneficios significativos. Entre ellos se destacan la reducción de la contaminación ambiental, la mejora de la salud pública, creación de empleo en el ámbito de la gestión de residuos, fomento de la cultura de separación y reciclaje. El departamento de Tarija se encuentra con

un porcentaje alto a nivel nacional, acumulando 179 toneladas de basura al día en fechas de festividades la cifra sube hasta 200 toneladas diarias. Según los datos de Entidad Municipal de Aseo Tarija (EMAT) actualmente cada persona produce 0.78 kilogramos, pero se estima que para el año 2028 se llegará a 1 kilo por persona.

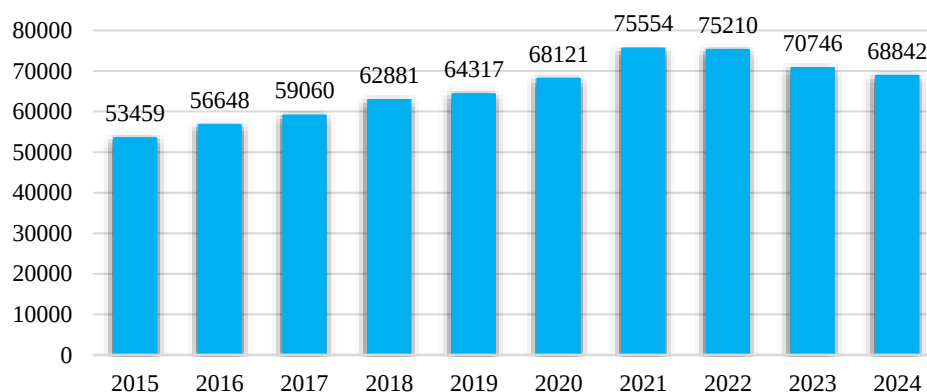
GRÁFICO 9: RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CIUDAD DE TARIJA EN (TONELADAS)



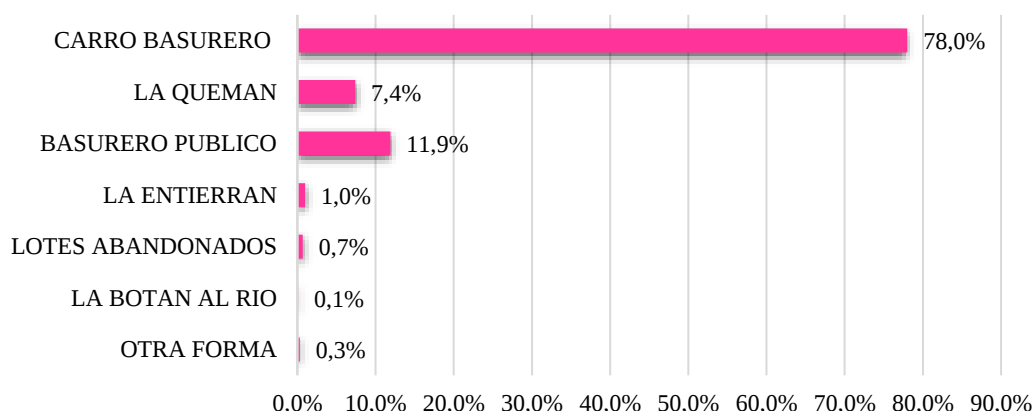
Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas (INE)

En 2018, la Entidad Municipal de Aseo Tarija (EMAT) recolectaba diariamente unas 160 toneladas de residuos. Sin embargo, esta cifra no incluye los desechos que permanecían dispersos en diversas partes de la ciudad, como en áreas verdes y zonas adyacentes a los ríos.

GRÁFICO 10: RECOLECCIÓN DE BASURA EN LA CIUDAD DE TARIJA (TONELADAS)



Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas (INE)

GRÁFICO 11: ELIMINACIÓN DE LA BASURA EN (CERCADO -TARIJA)

Fuente: Censo 2024 Instituto Nacional de Estadística (INE)

2.3.2. GESTIÓN INTEGRAL DE LA BASURA

El relleno sanitario de Pampa Galana con una superficie de 10,80 has. En la actualidad se encuentra en fase de cierre técnico, por el municipio de Cercado se proyecta la implementación de un Complejo de Tratamiento de Residuos Sólidos (CTRs).

2.3.3. COMPLEJO DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS EN TARIJA

El Gobierno Municipal de Tarija maneja cinco opciones donde emplazar el Complejo de Tratamiento de Residuos (CTR), aún el lugar no ha sido definido. Se analiza diferentes zonas como San Antonio La Cabaña, Santa Ana y Abra del Cóndor. También existe la posibilidad que esta iniciativa pueda emplazarse en el municipio de San Lorenzo o Uriondo.⁵

2.3.4. CONCLUSIONES

La situación medioambiental a nivel mundial se encuentra en una crisis, esto debido a la contaminación por los desechos que no son tratadas adecuadamente. En Bolivia la situación no es distinta, aunque existen normativas ambientales vigentes, que no se cumplen, es fundamental que se implementen soluciones efectivas para prevenir el deterioro del medio ambiente, con acciones sostenibles, para garantizar un bienestar a largo plazo, como la reciclado y transformación de estos residuos en nuevos materiales, y darle un valor agregado.

⁵ El País. *Municipio evalúa 5 lugares donde emplazar el Complejo de Tratamiento de Residuos*, 2025, <https://elpais.bo/>

UNIDAD II

3. MARCO TEÓRICO

3.1. INTRODUCCIÓN

Los impactos negativos que generan los neumáticos fuera de uso (NFU) son perjudiciales al medio ambiente. Esto se debe por el consumo elevado del parque automotor en las ciudades, aunque los neumáticos usados no son un peligro inmediato, su inadecuado manejo por su difícil degradación pueden generar fuentes de contaminación.

Lo que genera impactos negativos al suelo, al agua, y el aire, además de convertirse en focos de proliferación de enfermedades, incendios y contaminación visual. Se requiere dar una mirada innovadora que permita la reutilización y el procesamiento de estos residuos y la búsqueda de estrategias que solucionen de la problemática planteada.

En la actualidad, la sociedad se enfrenta a serios problemas causados por los neumáticos por su composición y la forma cóncava que facilita a la acumulación de agua de lluvias. Estos se dejan al aire libre donde se crea un ambiente favorable para la cría de mosquitos, por el agua estancada lo que a su vez contribuye a la propagación de enfermedades como el dengue, fiebre amarilla y la Chikunguña, lo que genera problemas para salud.

El propósito de este proyecto es ofrecer una solución arquitectónica sostenible y eficiente para la instalación de una **Planta de Reciclaje de Neumáticos** para reconsiderar la manera como se gestionan estos residuos, dar un segundo uso y generar una reinterpretación del material y soluciones más amigables con el medio ambiente. Utilizando tecnologías limpias, diseño eficiente y estrategias de reutilización de materiales. El proyecto se presenta como una valiosa oportunidad para visibilizar el problema de la gestión de residuos y fomentar una cultura de responsabilidad ambiental en las instituciones como la ciudadanía. Su adopción promovería el desarrollo sostenible, equilibrando las preocupaciones ambientales y económicas a nivel local y global.

3.2. ANTECEDENTES

Anualmente en el mundo se desechan 25 millones de toneladas de neumáticos, unos 7 millones en Europa, que terminan en los rellenos sanitarios o distintos sitios, cada año se venden alrededor de 2 mil millones de neumáticos en todo el mundo, el consumo es notable se estima que el mercado alcance a los 3.4 mil millones al año para 2030.⁶

Los Neumáticos Fuera de Uso (NFU) presentan problemas especiales, por su difícil eliminación, por la explosión a ciertas sustancias y especialmente al fuego son altamente contaminantes. Estos neumáticos son diseñados para soportar condiciones mecánicas y climáticas severas, siendo duraderos a largo de los años, frente factores como el ozono, la luz solar y las bacterias, se estima que su degradación puede tardar hasta 500 años. Los Neumáticos Fuera de Uso (NFU) son una valiosa fuente de materia prima secundaria. Su reciclaje es un claro ejemplo de economía circular, ya que permite aprovechar al máximo el 100% de sus componentes.

Los neumáticos están compuestos en aproximadamente un 20% de caucho natural y un 24% de caucho sintético, para la fabricación de un neumático moderno en promedio se requieren aproximadamente 32 litros de petróleo, para el neumático de un camión se necesitan 100 litros de petróleo. Los neumáticos tienen una vida útil dependiendo la fabricación y el uso de los automotores, con una media de entre 60,000 y 75,000 kilómetros de recorrido esto equivale aproximadamente un periodo de cuatro a cinco años.

3.2.1. GESTIÓN DE LOS NEUMÁTICOS FUERA DE USO (NFU)

La recolección y el tratamiento de Neumáticos Fuera de Uso (NFU) es un modelo de reciclaje y contribución a la economía circular. Mediante una gestión adecuada, se logra aprovechar los recursos, conservar la materia prima y minimizar el impacto ambiental.

Siguiendo los principios de las 4R del reciclaje: Reducir, Reutilizar, Reciclar y Recuperar, se optimiza el 100% de los neumáticos procesados, crea un círculo continuo, en lugar de generar desechos, produce materia prima para la fabricación de nuevos productos.

⁶ El impacto ambiental oculto de nuestros neumáticos. México. *Expoknews*, 2023, <https://www.expoknews.com/>

En la actualidad varios países han instaurado políticas públicas, han puesto en marcha plantas industriales que convierten estos neumáticos en materias primas reutilizables.

FIGURA 2: RANKING DE GENERACIÓN Y RECICLAJE DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO (NFU) EN PAISES DEL MUNDO

País	Total, NFU Generados cada año	Total, recuperado de los NFU	Porcentaje Reciclaje de NFU
1. China	14,545,000 toneladas	5,650,000 toneladas	39%
2. Estados Unidos	3,700,000 toneladas	2,995,000 toneladas	80.9%
3. India	2,750,000 toneladas	2,695,000 toneladas	98%
4. Japón	849,000 toneladas	781,000 toneladas	92%
5. Rusia	800,000 toneladas	160,000 toneladas	20%
6. Indonesia	648,000 toneladas	513,000 toneladas	75%
7. Brasil	587,000 toneladas	585,000 toneladas	99.5%
8. Tailandia	515,000 toneladas	277,000 toneladas	53.9%
9. México	467,000 toneladas	95,000 toneladas	20.3%
10. Corea del Sur	319,000 toneladas	280,000 toneladas	87.9%

Fuente: Global ELT Management, 2019

En España implementaron el Real Decreto 731/2020, de 4 de agosto sobre la gestión de neumáticos fuera de uso. Su objetivo es acelerar la transición del sector de neumáticos fuera de uso hacia un modelo de economía circular. Se prohíbe el depósito en vertederos de neumáticos de gran tamaño, se prioriza la reutilización de neumáticos de segunda mano y los recauchutados. Los productores tienen la obligación de gestionar los neumáticos tantas veces como sea necesario hasta su completa valorización, incluso si son vendidos como segunda mano. Los Centros de Tratamiento también deben cumplir con estas obligaciones. Los Productores de Neumáticos deben proporcionar información sobre el mercado de neumáticos de reposición, comunicar anualmente los neumáticos que se introducen en el mercado. Más de 295.000 toneladas de neumáticos se reciclan cada año en España⁷.

⁷ Aecim, *Nuevo Real Decreto sobre la gestión de neumáticos fuera de uso, 11 de agosto de 2020*, <https://aecim.org/>

En Alemania, los neumáticos que ya han cumplido su vida útil, son objeto de un riguroso examen inicial para evaluar su condición y sus posibles aplicaciones. Se clasifican según criterios específicos y son enviados a plantas especializadas de reciclaje, estos neumáticos son triturados y se separan los diferentes materiales, como el caucho, los textiles y el metal. Posteriormente, el material obtenido se procesa y se destina a diversos usos. En Alemania el 2022 se utilizó 443.000 toneladas de neumáticos nuevos para su consumo y esta cantidad se reciclaron unas 225.000 toneladas⁸.

En Japón se implementa políticas de Responsabilidad Ampliada del Productor (EPR) que responsabiliza a los fabricantes e importadores de neumáticos la gestión al final de su vida útil. El flujo del procesamiento se inicia con la recolección por parte las empresas especializadas, donde el consumidor, tiendas de neumáticos, talleres y empresas deben depositarlos, donde se clasifican para su reutilización, reciclaje, valorización energética. En Japón se la cantidad de neumáticos en desuso que género en 2023 fue de 90 millones de neumáticos, y se reciclaron unas 776.000 toneladas⁹.

En Brasil en 1999 estableció un programa de Neumáticos Fuera de Uso (NFU) La Resolución 258/99. del Consejo Nacional de Medio Ambiente (CONAMA). Que la responsabilidad del productor, como el importador hacer seguimiento a lo largo de todo el ciclo de vida del neumático, tanto en la recolección, el transporte y la disposición final. También tienen la obligación de recoger y gestionar adecuadamente los neumáticos en desuso. Los distribuidores minoristas, recauchutadoras y consumidores finales comparten la misma responsabilidad en la recolección de neumáticos en estado útiles y los inservibles¹⁰.

En Chile en 2021 se implementó la Ley de Responsabilidad Extendida del Productor, (REP) donde las empresas importadoras de neumáticos tendrán la obligación de reciclar el 25% de los neumáticos y de recolectar el 50%. Con el tiempo, este porcentaje aumentará de forma gradual, alcanzando el 90% para el año 2030 ¹¹.

⁸ Zare. *Eliminación de neumáticos de desecho en Alemania*, <https://zertifizierte-altreifenentsorger.de/>

⁹ JATMA. *End of Life Tyres(ELT)*, <https://www.jatma.or.jp/>

¹⁰ Biblioteca digital de Bogotá. *Revista VirtualPRO*, 2024, <https://www.bibliotecadigitaldebogota.gov.co/>

¹¹ LA TERCERA. Pulso, *Comienza la ley REP*, <https://www.latercera.com/>

3.2.2. NEUMÁTICOS FUERA DE USO (NFU) EN BOLIVIA

Los Neumáticos Fuera de Uso (NFU) se acumulan en los vertederos, debido al constante crecimiento del parque automotor de los últimos años. Según datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) indican que el 2023 el parque automotor registrado en Bolivia alcanzó a 2.470.622 vehículos y además existen aproximadamente unos 700.000 vehículos chutos (sin registro legal) que circulan en las provincias de toda Bolivia, todos estos vehículos utilizan alrededor unos 3 millones de neumáticos anuales y se generan alrededor de **2 millones de Neumáticos** de desecho unas **63.000 toneladas anuales**¹².

Los Neumáticos fuera de Uso (NFU) se han convertido en un grave problema al medio ambiente. Según los datos en las ciudades del eje troncal, en Santa Cruz se recogen unas 3.000 a 4.000 llantas en desuso por semana y hay almacenadas unas 600.000 en los botaderos, en la ciudad de Cochabamba se registraron unas 275.000 llantas y en la ciudad de La Paz se recolectan unas 4.000 llantas por mes, y los botaderos ya están almacenadas unos 200.000 neumáticos, se desconoce el número aproximado de llantas abandonadas en calles y carreteras del País. De los 3 millones Neumáticos desechados, solo 115.933 llantas fueron recicladas es decir del total Solo 4,3% del total.

Según estimaciones proporcionadas por importadores y comercializadores de neumáticos, se calcula que en Bolivia se venden aproximadamente **1,5 millones de llantas nuevas al año**. Esto representa un promedio mensual alrededor de 125.000 unidades. De cuales el 65% son cero kilómetros, en tanto el resto del 35% son usadas. Entre el 2011 y el 2015 el promedio anual de llantas nuevas importadas no pasó de 30.000 toneladas, entre 2014 y 2015 la cifra se incrementó a 31600 toneladas.

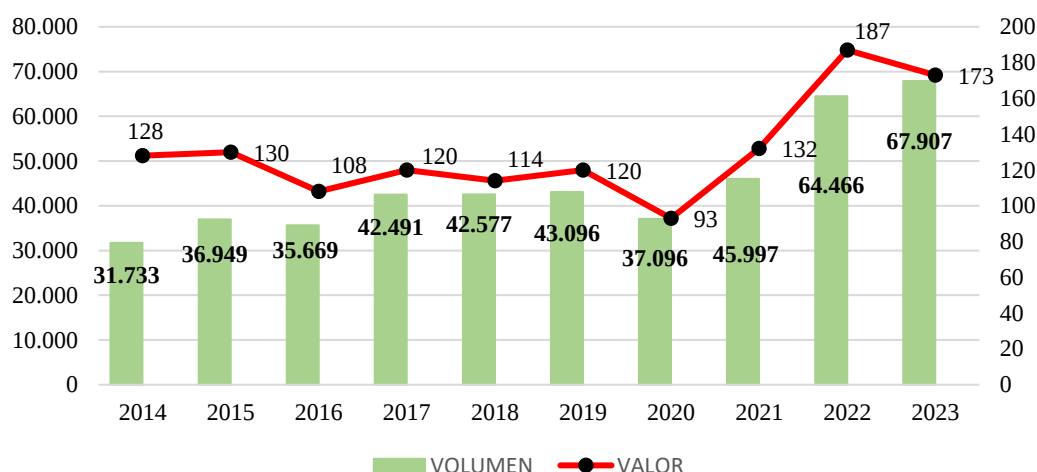
Según el informe del Instituto Boliviano de Comercio Exterior (IBCE), basado en datos del Instituto nacional de Estadística (INE), los neumáticos nuevos importados provienen de al menos 49 países. De manera aventajada tanto en volumen el primer lugar ocupa China como país proveedor, en volumen representó el 60,3%. En segundo lugar, se ubicó Japón. Como tercer lugar se ubica Brasil, En cuarto lugar, Estados Unidos.¹³

¹² Rtp. *Dónde desechas las llantas viejas de tu vehículo*, <https://rtpbolivia.com.bo/>

¹³ IBCE Instituto Boliviano de Comercio Exterior, *En Bolivia 1,5 millones de llantas se usan al año. Bolivia, 2016*, <https://ibce.org.bo/>

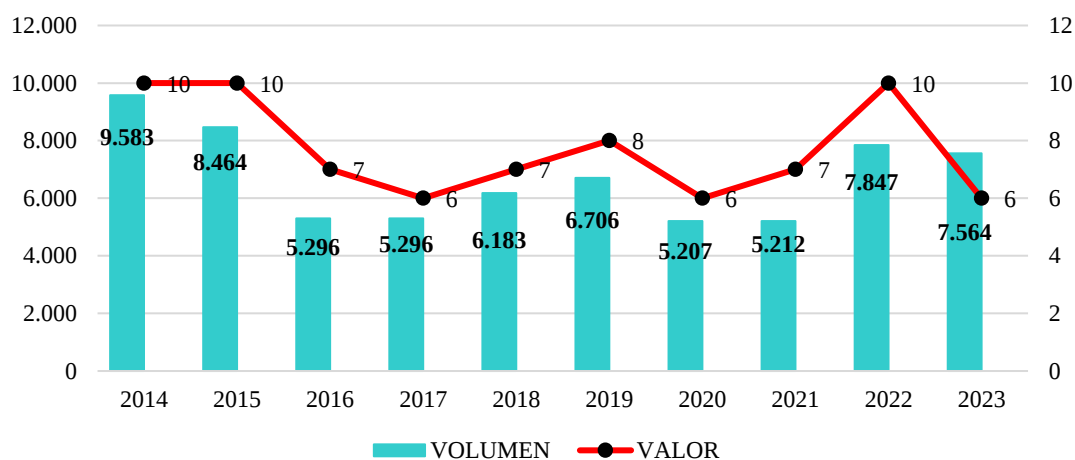
Los neumáticos nuevos, independientemente de la marca, poseen una vida útil de fábrica de cinco años, con recorrido promedio de 10 a 40 mil km. Sin embargo, en Bolivia, debido a las condiciones de sus carreteras, su durabilidad se reduce prácticamente a la mitad. En Cochabamba hay empresas que reciclan, mientras que, en Santa Cruz de la Sierra, el municipio tiene una planta trituradora que convierte las llantas en desuso en caucho granulado. La maquinaria tritura dos toneladas de llantas por hora.

GRÁFICO 12: IMPORTACIÓN DE NEUMÁTICOS NUEVOS PARA VEHÍCULOS 2015-2023
(Expresado en toneladas y millones dólares americanos)



Fuente: Instituto Boliviano de Comercio (IBCE) Cifras

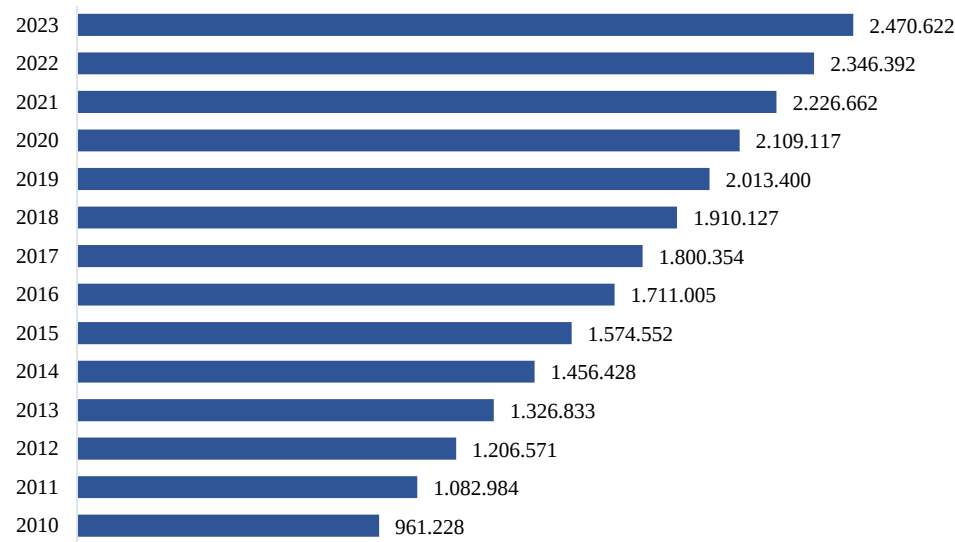
GRÁFICO 13: IMPORTACIÓN DE NEUMÁTICOS USADOS PARA VEHÍCULOS 2015-2023
(Expresado en toneladas y millones dólares americanos)



Fuente: Instituto Boliviano de Comercio (IBCE) Cifras

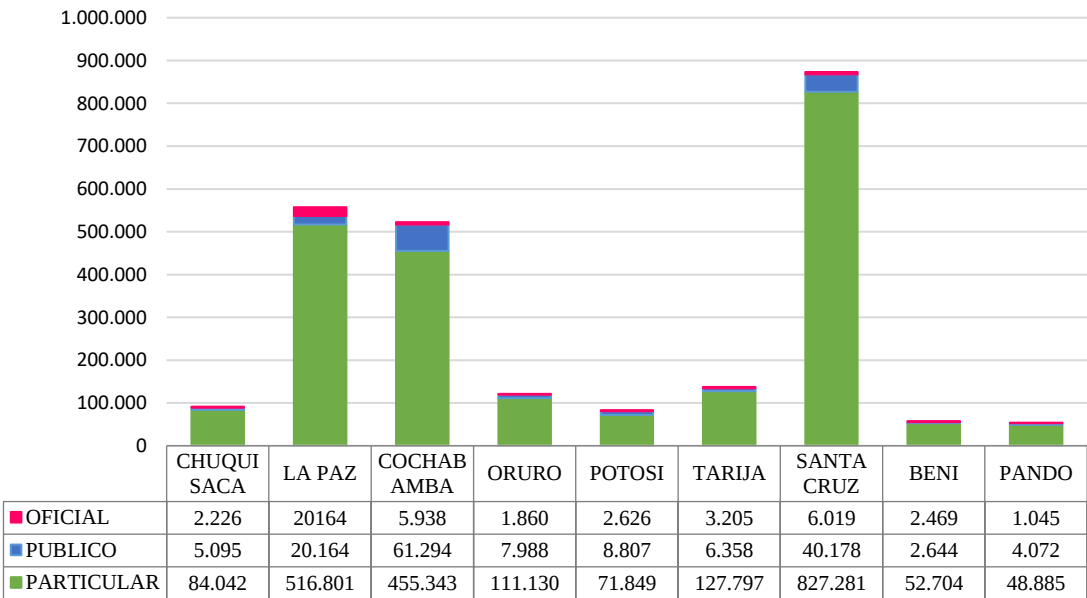
En una Bolivia predominantemente urbana, con las nueve capitales y El Alto, además de ciudades intermedias, una de sus características es el fenómeno con el crecimiento del parque automotor. En el país se tiene registrados, mediante el RUAT, 2.470.622 vehículos motorizados en el año 2023, un 5,3% más que la gestión 2022. Desde el 2003 hasta la pasada gestión el parque automotor nacional creció en un 457%.

GRÁFICO 14: PARQUE AUTOMOTOR EN BOLIVIA 2010-2023 (NÚMERO DE VEHÍCULOS)



Fuente: Registro Único para la Administración Tributaria (RUAT)

GRÁFICO 15: PARQUE AUTOMOTOR POR DEPARTAMENTO 2024 (NÚMERO DE VEHÍCULOS)



Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE)

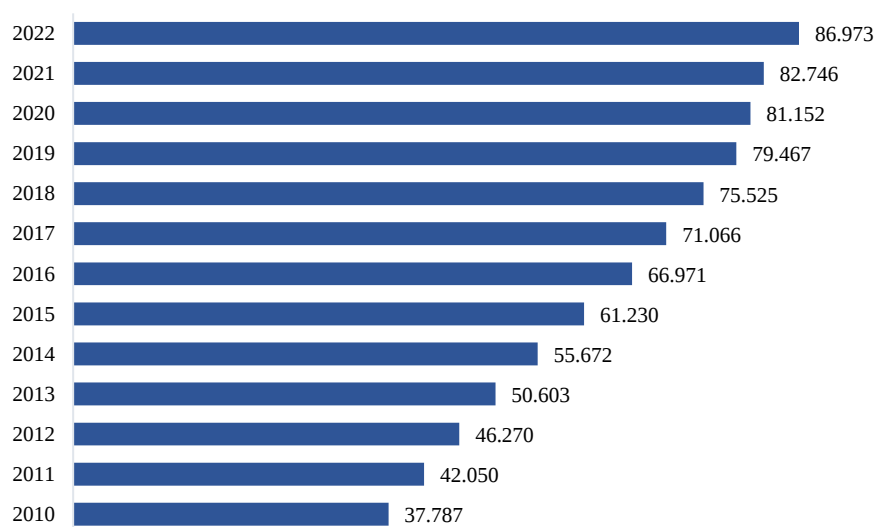
3.2.3. NEUMÁTICOS FUERA DE USO (NFU) EN TARIJA

En lo que respecta al desecho de los Neumáticos en el Municipio de Cercado. El botadero de Pampa Galana ya no es apto para decepcionar este tipo desecho porque ya cumplió su ciclo de vida útil, en la actualidad se realiza el cierre técnico de este espacio. Solo en el año 2023 la empresa de recolección de basura (EMAT) **recogió 103 toneladas** de llantas en desuso que llegaron al botadero que se depositaron a cielo abierto.

La situación del reciclaje de los neumáticos fuera de uso (NFU) en el departamento y la ciudad de Tarija no cuenta con centro especializado de reciclaje de neumáticos, en el año 2022 se implementó un pequeño Centro Municipal de Reciclaje de residuos. Que en la actualidad está equipado con dos máquinas enfardadoras, básculas de pesaje y se encuentra en un terreno municipal de 4.300 m², donde se ha habilitado una zona de aparcamiento para 15 motocarros eléctricos destinados a la recolección de residuos, este centro no está especializado en el manejo de Neumáticos fuera de uso (NFU).

El número de vehículos en el departamento de Tarija no para de crecer, según datos del Instituto Nacional de Estadística (INE), Tarija tiene el cuarto parque automotor más grande del país, en el año 2022 se registró un total de **137.360 vehículos**, lo que supone uno por cada cuatro personas. El 60% de ellos se concentra en la capital.

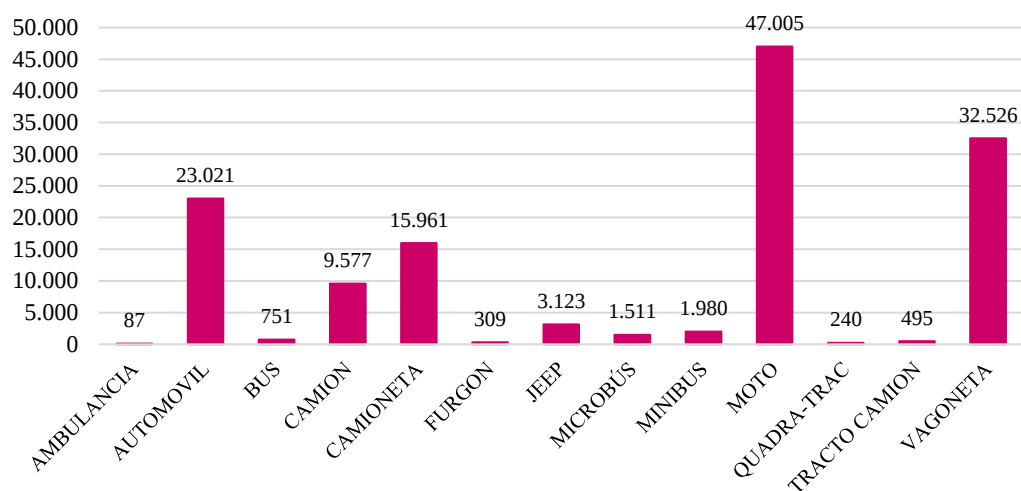
GRÁFICO 16: PARQUE AUTOMOTOR EN LA CIUDAD DE TARIJA 2010-2022 (NÚMERO DE VEHÍCULOS)



Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE)

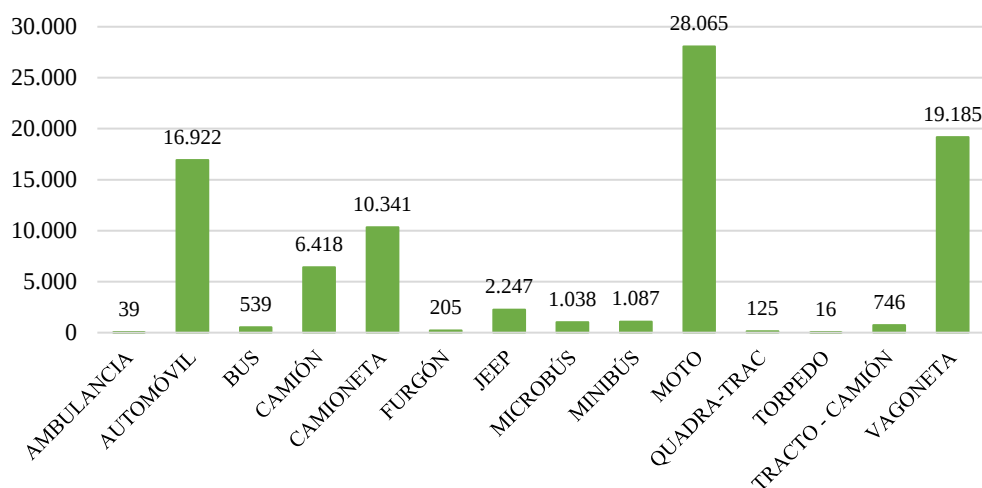
Los automóviles particulares representan el 93,0%, los de servicio público 4,7% y los vehículos oficiales 2,3%. La motocicleta es el vehículo más usado en Tarija, representa el 34,2% del parque automotor; las vagonetas son el 23,7%; los automóviles 16,8%; camionetas 11,6%; camiones 6,9%; jeep 2,3%; y otro tipo de vehículos representan el 4,5%.¹⁴

GRÁFICO 17: PARQUE AUTOMOTOR DEL DEPARTAMENTO DE TARIJA 2022 SEGÚN CLASE DE VEHÍCULOS (NÚMERO DE VEHÍCULOS)



Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE)

GRÁFICO 18: PARQUE AUTOMOTOR CERCADO-TARIJA 2022 SEGÚN CLASE DE VEHÍCULOS (NÚMERO DE VEHÍCULOS)



Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE)

¹⁴ Tarija tiene el cuarto parque automotor más grande del país, 2025, <https://elpais.bo/>

3.3. DELIMITACIÓN DEL TEMA

3.3.1. DELIMITACIÓN TEMÁTICA

El estudio principal se centra en el Diseño de una Planta de Reciclaje de Neumáticos, su principal propósito es reducir la contaminación ambiental del aire, el agua, y el suelo. Enfocándose en un análisis técnico, que contemple áreas administrativas, operativas e industriales, con tecnologías actuales y métodos de procesamiento más eficientes.

3.3.2. DELIMITACIÓN TEMPORAL

La realización de este proyecto tendrá un aporte significativo para el desarrollo de la región, la Planta estará orientada en el reciclaje de los Neumáticos Fuera de Uso (NFU) para su procesamiento y la fabricación de nuevos productos, este proyecto Arquitectónico se estima una vida útil mínima de 30 años.

3.3.3. DELIMITACIÓN GEOGRÁFICO

La Planta de Reciclaje de Neumáticos, va a ser emplazado en el Municipio de Cercado-Tarija, en el distrito N°18, la zona el Portillo, ubicado al sur-este de la ciudad de Tarija un área industrial, su objetivo es de generar de nuevos empleos, gestionar de manera adecuada los Neumáticos Fuera de Uso (NFU) y reducir la contaminación visual y ambiental.

3.3.4. DELIMITACIÓN FINANCIERA

Este tipo de proyectos no solo se centra en el Diseño Arquitectónico, sino también en la operación de la planta, del reciclaje de los neumáticos. La implementación de este tipo de proyectos sea de iniciativa Publico-Privado, este tipo de proyectos puede ser financiado por el gobierno Municipal, gobierno Departamental, y el Estado Nacional con la Unidad de Proyectos Especiales (UPRE).

3.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La acumulación de neumáticos Fuera de Uso (NFU) se ha convertido un problema ambiental, esto debido al crecimiento urbano, y el aumento del parque automotor, que incrementa el consumo de neumáticos entre nuevas y medio uso, una vez finalizado su tiempo de uso se dificulta su posterior desecho, no existe una cadena de recolección, transporte y reciclaje final.

El reciclaje de neumáticos Fuera de Uso (NFU) es una alternativa efectiva para la reutilización de estos residuos, permitiendo recuperar de manera directa de los materiales que componen un neumático. La ausencia de un centro de acopio y una planta de reciclaje especializada de neumáticos, así como la ausencia de normativas específicas y claras. La carencia de políticas públicas efectivas, programas de educación ambiental y estrategias que promuevan la **economía circular**. Una de las mayores preocupaciones es el creciente alto número de neumáticos que se acumulan en los vertederos, patios, espacios públicos, quebradas y ríos del departamento y la ciudad de Tarija. La inquietud más latente es la disposición final de los Neumáticos fuera de Uso (NFU) por su composición y su lenta degradación. Estas ocasionan serios problemas ambientales al entorno, y la proliferación de enfermedades.

El actual en el relleno sanitario de la Ciudad de Tarija, ubicado en Pampa Galana, muchos neumáticos están amontonados al aire libre, pese al cierre técnico que tiene el relleno sanitario actualmente, neumáticos mezclados con maleza y plantas.

FIGURA 3: NEUMÁTICOS EN DESUSO EN EL RELLENO SANITARIO DE PAMPA GALANA



Fuente: Entidad Municipal de Aseo Tarija (EMAT)

FIGURA 4: RECOLECCIÓN DE NEUMATICOS EN LA CIUDAD DE TARIJA



Fuente: Elaboración Propia

3.4.1. CIFRAS DE NEUMÁTICOS EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA

En el caso de Tarija, en la gestión 2022 el parque automotor alcanzó unos **137.360 vehículos**, de todo tipo, de estos unos **86.900 vehículos** en la ciudad de Tarija.

En la actualidad circulan 2.470.622 vehículos a nivel nacional y se desechan un promedio de 2 millones de neumáticos anualmente. Si cada vehículo tiene en promedio de 2-4-8 llantas (neumáticos de motos, autos y camiones) Se utilizan un promedio de 5 neumáticos, contando el de auxilio. Y la vida útil de un neumático es de 2 a 4 años, dependiendo a la circunstancia de su uso va reduciendo el tiempo de uso.

El cálculo:

2.470.622 vehículos x 5 = **12.353.110 millones** de neumáticos en uso anualmente.

$$\text{Porcentaje de Rempalzo} = \frac{\text{neumáticos desechados/año}}{\text{neumaticos en uso}}$$

$$\frac{2.470.622}{12.353.110} = 0.2 \text{ (20\%)}$$

Ese porcentaje no viene de una fuente oficial directa, se estima del total del parque automotor total de Bolivia el consumo anual y el desecho anual.

a) Cantidad total de neumáticos en circulación en el departamento de Tarija

Son 137.360 vehículos x 5 neumáticos = **686.800 neumáticos** en uso en la actualidad

Se estima que el 20% del parque automotor va cambiando sus neumáticos cada año los neumáticos desechados por año:

686.800 neumáticos x 0.20% = **173.360 neumáticos** desechados por año.

b) Cantidad total de neumáticos en circulación en la Ciudad de Tarija

86.900 vehículos x 5 neumáticos = **434.500 neumáticos**

Se estima que el 20% del parque automotor va cambiando sus neumáticos cada año los neumáticos desechados por año:

347.600 neumáticos x 0.20% = **69.520 neumáticos** desechados por año.

3.5. JUSTIFICACIÓN DEL TEMA

El tema que se va desarrollar es a través de una investigación para establecer una respuesta a requerimientos de necesidades infraestructurales, espaciales y locales en función a la búsqueda del tratamiento de los residuos procedentes de los Neumático Fuera de Uso (NFU). Afirmando el conocimiento del problema e identificando las falencias se precisa una infraestructura y/o equipamiento de una Planta de Reciclaje de Neumáticos. Que cumpla con espacios adecuados, funcionales y que adapte al entorno del sitio, para convertirse en un motor de desarrollo económico y la generación de empleos.

Desde la perspectiva ambiental, este proyecto se presenta como una solución real que contribuye al desarrollo sostenible, al reducir la contaminación y fomentar el reciclaje y la reutilización de materiales. Una planta de este tipo facilita la implementación de procesos industriales que convierten a los neumáticos reciclados en insumos útiles para otras industrias, permite la creación de una cadena productiva rentable, que genera un valor agregado de un residuo que antes no tenía utilidad. La propuesta de una Planta de reciclaje de Neumáticos tiene como objetivo generar un impacto positivo a través de la generación de nuevos empleos directos e indirectos, fomentar actividades relacionadas con el reciclaje y la concienciación sobre el manejo responsable de residuos.

3.6. OBJETIVOS

3.6.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar una Planta de Reciclaje de Neumáticos, destinada al reciclaje y la creación de materiales reciclados. La planta debe realizar un procesamiento óptimo, eficiente para generar materiales derivados del caucho reciclado, orientada a la mejora continua y la diversificación de las aplicaciones del caucho reciclado, buscar la sostenibilidad del medio ambiente y el aprovechamiento responsable de los recursos.

3.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aprovechar el potencial de la reutilización del neumático fuera de uso (NFU) a través del reciclaje y su transformación en nuevos materiales con múltiples usos.
- Identificar a través del estudio del análisis de sitio, un terreno adecuado y calificado para este tipo de proyecto.

- Determinar las características funcionales, espaciales y tecnológicas necesarias para el diseño de una planta de reciclaje neumático.
- Plantear una propuesta formal y espacial que permita una adecuada circulación de los materiales, maquinaria y el personal.
- Integrar sistemas de gestión ambiental y de educación ecológica, fomentando la conciencia ciudadana sobre el reciclaje.

3.7. VISIÓN

Con este proyecto de Diseño una Planta Industrial de Reciclaje de Neumáticos, en el municipio de Cercado-Tarija, tendrá un equipamiento moderno, con espacios funcionales y espaciales que promueve la gestión responsable de los Neumáticos Fuera de Uso (NFU) fomentando la educación ambiental y cumpliendo con todas las normativas vigentes de una infraestructura de este tipo.

3.8. CONCLUSIONES

La gestión de los Neumáticos Fuera de Uso (NFU) es un problema ambiental para la sociedad y de salud pública, esto debido al tiempo de la descomposición de un neumático y los peligros para el suelo, el agua y el aire. A nivel mundial varios países ya tienen modelos de reciclaje del neumático que se fundamentan en la economía circular, alcanzando altos índices de porcentajes de recuperación y de reciclaje. No obstante, en Bolivia la situación es compleja con una mínima gestión de los neumáticos desechados. Especialmente en el departamento de Tarija, donde no existe un centro especializado a este propósito.

Ante este panorama, la idea de establecer de una Planta de Reciclaje de Neumáticos en Tarija surge como una opción viable y sostenible que ayudará a disminuir la contaminación, aprovechar estos recursos, crear fuentes de empleos, contribuyendo así al avance económico y la responsabilidad con el medio ambiente de la región.

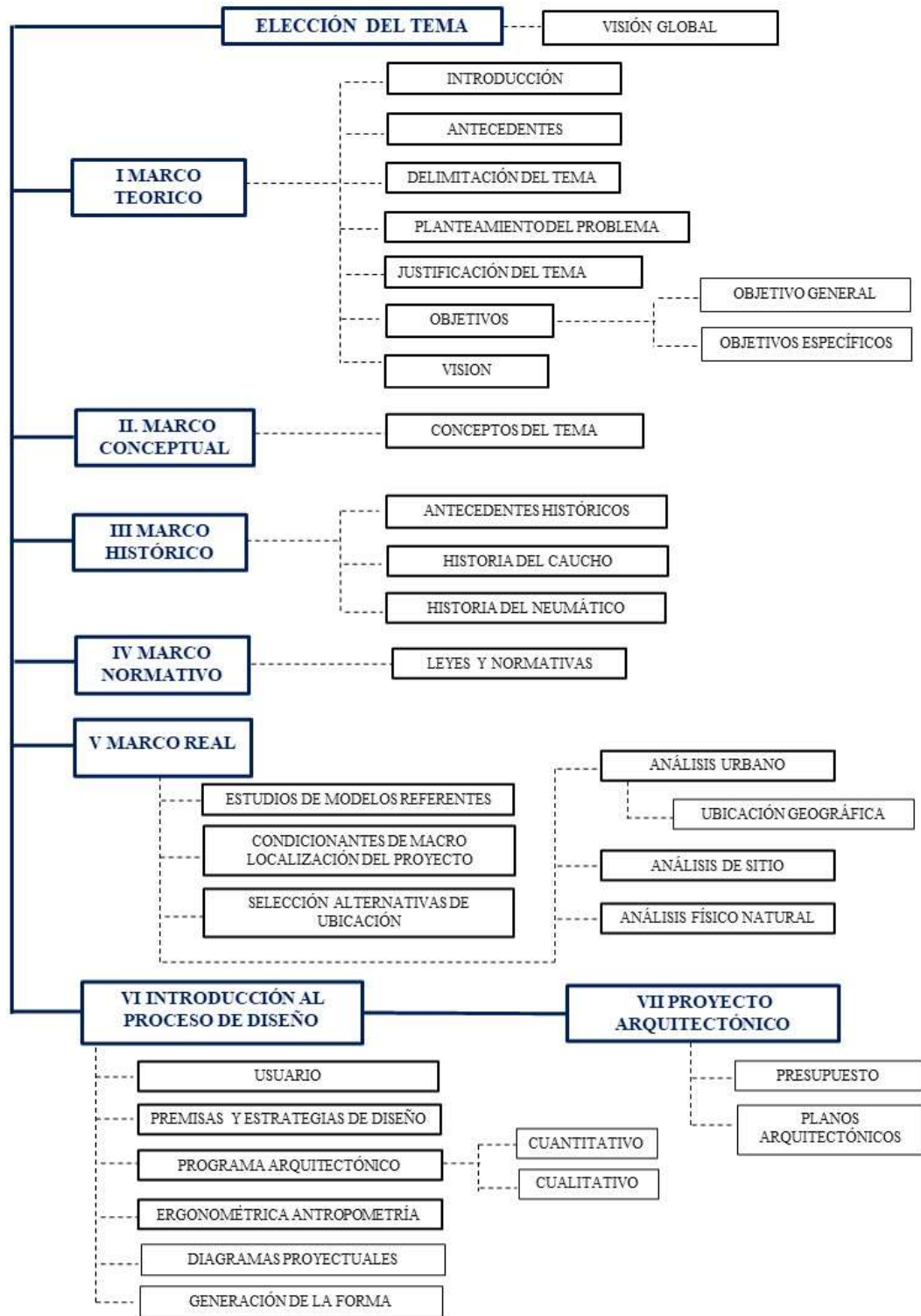
3.9. METODOLOGÍA PROYECTUAL

3.9.1. CONCEPTO

El método proyectual consiste en una serie de operaciones necesarias, ordenadas con una lógica dictada por la experiencia. Su finalidad es la de conseguir un máximo resultado con un mínimo esfuerzo. Se puede modificar el orden de alguna operación si se encuentran valores objetivos que mejoren el proceso.

- a) **Definición del problema:** Lo primero es definir el problema y eso nos ayudará también a definir los límites dentro de los cuales buscaremos la solución.
- b) **Definición del tipo de solución:** Una vez definido el tipo de problema se optará por entre las diversas alternativas: una solución provisional, una definitiva o una que perdure en el tiempo.
- c) **Elementos del problema:** Se basa en descomponer en partes más pequeñas. Esto permite encontrar soluciones parciales que, al coordinarse, conducen a la solución general. Aquí empieza a intervenir la creatividad.
- d) **Recopilación de datos:** Para ello primero se realiza la recopilación de datos a través de distintas fuentes (textos, internet, experiencias previas).
- e) **Análisis de datos recopilados:** Los datos deberán ser analizados para ver cómo se han resuelto.
- f) **Creatividad:** Posteriormente, en la etapa de análisis, se revisa la información obtenida, lo que ayuda a detectar errores, defectos y aspectos técnicos incorrectos, además de aportar sugerencias.
- g) **Materiales y Tecnología:** Se experimenta con modelos y factibilidad económica.
- h) **Modelos:** Soluciones parciales, de dos o más soluciones.
- i) **Verificación:** Los modelos tendrán ser evaluados a verificación para controlar su validez.
- j) **Dibujo constructivo:** Se elaboran dibujos y suficientemente detallados para comunicar a las personas no entendidas.

3.10. ESQUEMA METODOLÓGICO



UNIDAD III

MARCO CONCEPTUAL

4. CONCEPTOS DE TEMA

4.1. QUÉ ES UN RESIDUO SÓLIDO

Primero antes de determinar qué son los residuos sólidos es importante diferenciar entre “basura” y un “residuo sólido” son a menudo utilizados de manera incorrecta, son conceptos completamente diferentes.

La basura se define como todo material y objeto que ha perdido su utilidad o se consideran desechables lo que implica que debe ser enviado a un relleno sanitario, tienen diferentes orígenes, desperdicios de casas, oficinas, calles, comercio e industrias. Un residuo sólido se define como cualquier material, que aún tiene el potencial de ser aprovechado y reutilizado de manera eficiente. Son objetos como envases de plástico, papel, latas de bebida, vidrios, baterías, neumáticos y metales.

4.2. GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

La Gestión Integral de Residuos se refiere al conjunto de actividades y técnicas necesarias para manejar adecuadamente los desechos. Su objetivo principal que contempla una serie de actividades y procesos, los cuales están centrados en reducir la generación de residuos sólidos, puede abarcar sustancias sólidas, líquidas o gaseosas con diferentes métodos, se distinguen no sólo por llevar a cabo procedimientos para el tratamiento de desechos aprovechables, sino también para las materias primas de un solo uso o que no pueden ser reutilizadas.

4.3. DEFINICIÓN DE RECICLAR

El reciclaje se refiere a la práctica de convertir residuos desechados en nuevos productos o en materia prima para su posterior utilización, con el objetivo de prolongar su vida útil y reducir la acumulación de residuos en nuestro planeta. A través del reciclaje, se reintegra el material desechado que proviene de diversas actividades industriales, comerciales y del consumo diario en la cadena productiva. Esto no solo permite su reutilización, sino que también disminuye la necesidad de obtener o fabricar nuevos materiales.

4.4. CÓMO FUNCIONA UNA PLANTA DE RECICLAJE

Las plantas de reciclaje son instalaciones diseñadas para recibir los residuos generados por la ciudadanía, los cuales son depositados en centros de acopio y contenedores dentro de la ciudad. Su propósito es transformar materiales como el cartón, papel, plástico, vidrio y materia orgánica, que se puedan reutilizar para la fabricación de nuevos productos. También se incluyen otros materiales especiales como los neumáticos.

4.5. CADENA DE RECICLADO

Es un sistema que conecta todos sus eslabones, comenzando por los residuos, la recolección el transporte y la clasificación hasta su tratamiento para devolverles el valor.

FIGURA 5: PROCESO DE RECICLAJE EN UNA PLANTA EFICIENTE



Fuente: <https://knauf-industries.es/todo-lo-que-debes-saber-sobre-el-funcionamiento-planta-de-reciclaje/>

4.6. CÓMO FUNCIONA UNA PLANTA DE RECICLAJE

Las plantas de reciclaje son instalaciones diseñadas para recibir los residuos generados por la ciudadanía, los cuales son depositados en los diferentes contenedores. Su propósito es transformar materiales como cartón, papel, plástico, vidrio y materia orgánica en recursos que se puedan reutilizar para la fabricación de nuevos productos. Para que su operación sea efectiva, es fundamental contar con una organización, precisión y rapidez.

4.7. QUÉ ES LA ARQUITECTURA INDUSTRIAL

La arquitectura industrial es un estilo de construcción centrado en la funcionalidad, creado con el propósito de optimizar los procesos de producción y logística. Se distingue por su diseño despojado de adornos innecesarios, creando espacios estéticos, el uso de materiales duraderos y una estructura eficiente. Este enfoque arquitectónico se utiliza en fábricas, naves industriales, almacenes y plantas de producción, donde lo más importante es la resistencia y la adaptabilidad a las exigencias operativas. Su objetivo principal es proporcionar soluciones espaciales que incrementen la productividad y reduzcan los costos de mantenimiento.

FIGURA 6: LEVERING TRADE - ARQUITECTURA INDUSTRIAL



Fuente: <https://www.archdaily.mx/mx/771326/levering-trade-atelier-ars-degrees>

4.7.1. CARACTERÍSTICAS DE LA ARQUITECTURA INDUSTRIAL

- i. La funcionalidad es una de la principal característica, una estética minimalista.
- ii. La disposición de las instalaciones, la utilización del espacio y la optimización de los procesos de fabricación, para lograr la máxima eficiencia.
- iii. Se caracteriza por ser resistente y duraderas, soportar cargas pesadas y condiciones extremas, altas temperaturas o exposición a productos químicos.
- iv. Modularidad es una característica que le permite una mayor flexibilidad en la construcción y adaptación a diferentes tipos de industrias.
- v. Uso de materiales industriales en la construcción suelen ser materiales escogidos expresamente por su resistencia y durabilidad, como acero, concreto y vidrio.
- vi. Se enfoca en la eficiencia energética, adopta tecnologías y materiales sostenibles para reducir el consumo de energía y minimizar el impacto ambiental con beneficio de las personas y del mismo flujo de trabajo.

4.8. QUÉ ES ECONOMÍA CIRCULAR

La economía circular, también conocida como circularidad, es un modelo de producción y consumo que promueve la práctica de compartir, alquilar, reutilizar, reparar, renovar y reciclar materiales y productos. Es un proceso de reciclaje de recursos que busca limitar la generación de residuos mientras se mejora la eficiencia de los productos. Optimizar el uso de los recursos, disminuir el consumo de energía, ampliar la vida útil de los materiales y minimizar la producción de desechos. La economía circular se opone al modelo económico lineal tradicional, basado en la extracción, la producción, el consumo y la eliminación.

FIGURA 7: MODELO DE ECONOMÍA CIRCULAR



Fuente: <https://bioarag.es/economia-circular/>

4.9. QUÉ ES EL CAUCHO

El caucho natural y el sintético conocido como un polímero, constituye un elemento fundamental para la fabricación de un neumático para automóviles. Dependiendo de la variedad, estos materiales brindan un alto nivel de resistencia al deslizamiento y tras ser procesados, ofrecen la elasticidad deseada. Las características del caucho son puede endurecerse con las bajas temperaturas o ablandarse con las altas.

4.10. DEFINICIÓN DE UN NEUMÁTICO

Un neumático también conocido como cubierta, llanta, caucho o goma, es una pieza con forma toroidal de caucho que constituye una parte esencial de las ruedas de diversos vehículos y máquinas. Su función es facilitar un contacto óptimo con el pavimento, mediante adherencia y fricción, lo que permite un arranque, frenado para una conducción segura.

FIGURA 8: NEUMÁTICO PARA COCHE



Fuente: <https://www.michelin.com.pe/auto/tyres/michelin-ltx-a-t-2>

Algunos neumáticos están equipados con una cámara, un tubo toroidal que se encuentra inflado entre el neumático y la llanta. Sin embargo, muchos vehículos modernos optan por neumáticos sin cámara, donde el aire a presión se mantiene contenido únicamente por la combinación del neumático y la llanta.

4.11. COMPOSICIÓN DE LOS NEUMÁTICOS

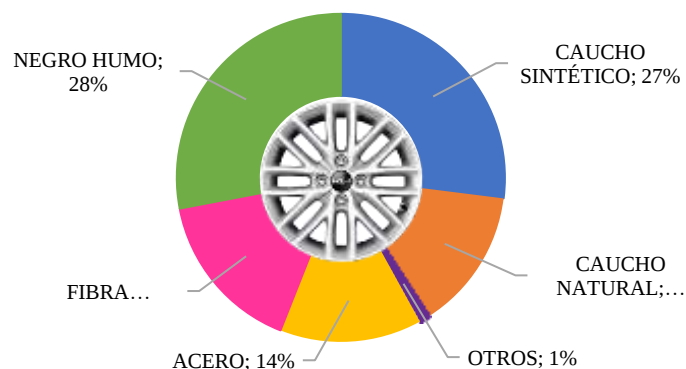
La composición de un neumático ese anillo negro en cada rueda, se trata de una mezcla de diferentes tipos de gomas, tanto naturales como sintéticas, así como de una variedad de otros químicos y materiales de construcción.

FIGURA 9: COMPONENTES DE LOS NEUMÁTICOS

Componentes	Tipo de vehículo	
	Automóviles y Camionetas	Camiones y Microbuses
Caucho Natural	14%	27%
Caucho Sintético	27%	14%
Negro Carbón	28%	28%
Acero	14-15%	14-15%
Fibra textil, suavizantes, óxidos, antioxidantes, etc.	16-17%	16-17%
Peso Promedio	8.6 Kg.	45.4 Kg.
Volumen	0.06 m3	0.36 m3

Fuente: Materiales y Compuestos para la Industria del Neumático/Ing. Guillermo Castro

FIGURA 10: COMPOSICIÓN DEL NEUMÁTICO



Fuente: https://www.carlinder.es/Que-es-un-neumatico_es_1_29_0.html

4.11.1. EL CAUCHO SINTÉTICO

Es un tipo de elastómero, es decir un polímero con características muy particulares se distinguen por su capacidad de deformarse elásticamente bajo tensión, superando a la mayoría de los materiales en este aspecto, y luego recuperar su forma original sin sufrir deformaciones permanentes, es elaborado artificialmente con la mezcla de hidrocarburos que generalmente provienen del petróleo o del carbón.

4.11.2. CAUCHO NATURAL

Es polímero elástico que se obtiene de los árboles de caucho en extensas plantaciones en el Amazonas del como el *Hevea brasiliensis*, para obtenerla, se realiza un corte en la corteza del árbol para recolectar la savia blanca y lechosa, que es conocida comúnmente como látex. El hevea no se cultiva en todas partes del mundo, esta planta requiere condiciones climáticas e hidrométricas específicas. Estas plantaciones se encuentran principalmente en el sudeste asiático, América Latina y África.

4.11.3. EL NEGRO CARBÓN

Este material forma una mezcla que refuerza significativamente la durabilidad de los neumáticos, se obtiene a través de la combustión incompleta de productos derivados del petróleo, no solo les otorga su color característico, sino que también les brinda una ventaja adicional ayuda a combatir la radiación ultravioleta, lo que a su vez contribuye a prevenir el agrietamiento de la goma.

4.11.4. ACERO

La estructura de un neumático es el alambre de acero, material forma parte de las correas radiales, las cuales son responsables de mantener el sellado de las llantas, otorga rigidez y asegura que el neumático se mantenga firmemente en la llanta. Su función es fundamental para la seguridad, ya que previene el desplazamiento del neumático de la llanta en situaciones de cargas pesadas o a altas velocidades.

4.11.5. FIBRA TEXTIL

Poliéster. Este material se utiliza en las capas internas del neumático, aportando resistencia y estabilidad estructural. Su función es fundamental para mantener la forma del neumático y mejorar su capacidad de carga.

Nylon y Rayón. Estas fibras se emplean para reforzar la estructura del neumático, aumentando así su resistencia a la tensión y la fatiga. Son elementos esenciales para garantizar una durabilidad prolongada y una mayor resistencia a los impactos.

4.12. PARTES QUE CONFORMAN UN NEUMÁTICO

Un neumático es un producto de diseño complejo que debe cumplir muchos requisitos de técnicos en seguridad, eficiencia y durabilidad. Su estructura está compuesta por diversas partes formadas principalmente de caucho, acero y fibra textil, las cuales se ensamblan y se someten a altas temperaturas. Existen varios tipos de neumáticos y tamaños como de camiones, autobuses, tractores, vehículos industriales, motos y bicicletas.

FIGURA 11: COMPONENTES DE UN NEUMÁTICO



Fuente: <https://www.neomatique.es/blog/que-componentes-tiene-el-neumatico>

4.13. PROCESO DE RECICLAJE DE LOS NEUMÁTICOS

El proceso de reciclaje de neumáticos fuera de uso (NFU) se desarrolla en varias etapas. En primer lugar, son sometidos a un proceso de trituración, se desmenuzan en piezas más pequeñas con la ayuda de máquinas trituradoras. Los trozos resultantes se envían a las granuladoras, que se encargan de separar los distintos componentes del neumático, como el caucho, el acero y las fibras textiles. Este proceso se centra en otorgar un valor a estos materiales que se obtienen durante su proceso de transformación. Gracias a sus propiedades mecánicas, como la elasticidad de absorber vibraciones, así como su alta durabilidad.

4.13.1. RECOLECCIÓN Y CLASIFICACIÓN

El primer paso en el proceso de reciclaje consiste en la recolección de los neumáticos desechados provenientes de diversas fuentes, como tiendas de automóviles, talleres mecánicos, depósitos de chatarra y vertederos. Una vez recolectados, los neumáticos se clasifican según su tamaño, tipo y estado. Esta etapa es fundamental, ya que facilita un procesamiento más eficiente y asegura que los neumáticos se organicen de manera adecuada.

4.13.2. INSPECCIÓN Y CLASIFICACIÓN

En esta etapa se somete a una inspección detallada, identifica aquellos neumáticos que no son aptos para el reciclaje debido a daños significativos o de contaminación. Los neumáticos que sí cumplen con los estándares son limpiados minuciosamente, eliminando suciedad, piedras y otros residuos.

4.13.3. TRITURACIÓN MECÁNICA

Durante este proceso, las llantas preparadas se reducen a fragmentos más pequeños mediante el uso de equipos especializados. Estas trituradoras están equipadas con poderosas cuchillas giratorias que descomponen los neumáticos en astillas o tiras. Como resultado, los pedazos triturados presentan una mayor área de superficie, lo que facilita su procesamiento.

4.13.4. SEPARACIÓN DE ALAMBRE DE ACERO

Tras el proceso de trituración mecánica, se lleva a cabo la separación de las piezas de llanta trituradas del alambre de acero. En esta etapa, se utilizan separadores magnéticos o mallas de alambre que permiten eliminar los alambres de acero que forman parte de la

estructura de los neumáticos. Los alambres extraídos se recolectan y se envían para su procesamiento posterior, o bien se venden como material independiente.

4.13.5. GRANULACIÓN DE CAUCHO

En este proceso, las piezas trituradas de los neumáticos se someten a un tratamiento adicional mediante granulación. Para ello, se emplean granuladores o molinos finos que reducen el tamaño de las partículas de caucho a gránulos más pequeños. Este procedimiento no solo mejora la manejabilidad del material, sino que también facilita la separación de los distintos componentes del caucho.

4.13.6. FABRICACIÓN DE PRODUCTOS

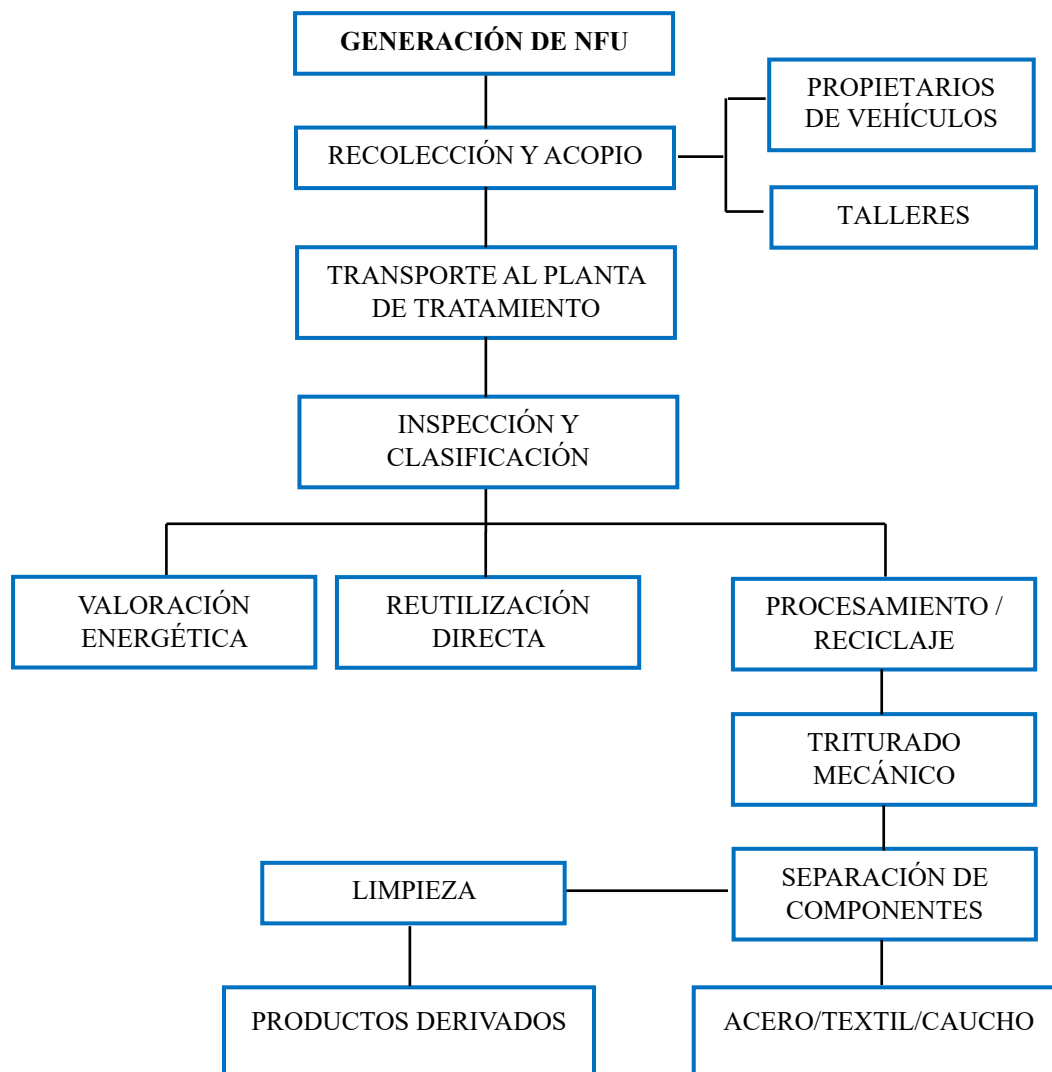
Con el caucho granulado derivado del proceso de reciclaje de neumáticos, se puede emplear en la fabricación de diversos productos. La versatilidad del caucho reciclado favorece su integración en una amplia variedad de aplicaciones, promoviendo así el uso de materiales sostenibles.

4.14. PRODUCTOS DERIVADOS DE LOS NEUMÁTICOS FUERA DE USO

- i. **Parques infantiles y campos de juego.** Los neumáticos granulados son una opción excelente para la creación de losetas de seguridad, para parques infantiles o en instalaciones deportivas. Su función es de absorber impactos.
- ii. **Césped arterial.** Es un material flexible y termoestable que destaca por ser un excelente aislante, dependiendo del tamaño del granulado, puede emplearse como relleno de fibra sintética junto con otros materiales o para la absorción de impactos.
- iii. **Pistas deportivas.** Los suelos de caucho reciclado se utilizan en pistas de atletismo y canchas de baloncesto, ofreciendo una superficie elástica que contribuye a amortiguar el impacto en las articulaciones de los atletas.
- iv. **Relleno de césped artificial.** Los granos de caucho se utilizan como relleno en los campos de fútbol de césped artificial, lo que permite que la superficie sea más suave y cómoda, además de disminuir el riesgo de lesiones.
- v. **Aditivo en mezclas asfálticas.** El caucho reciclado se añade a la mezcla de asfalto, para mejorar su calidad y prolongar la vida útil de las carreteras, haciéndolas más flexibles y menos propensas a agrietarse.

- vi. **Taludes.** Se utilizan como alternativa al hormigón y a la piedra. Además de ofrecer una gran eficacia en la prevención del desmoronamiento.
- vii. **Parachoques de muelles de carga.** Se fabrican utilizando capas de láminas de goma, las cuales se encajan en estructuras de acero con ángulos y se aseguran mediante abrazaderas.
- viii. **Pantallas acústicas.** Los materiales derivados de neumáticos reciclados son capaces de absorber las vibraciones y ofrecen una mayor resistencia frente a las inclemencias del clima.
- ix. **Material para tejados.** Se emplea en la producción de tejas, son una alternativa robusta y duradera, capaz de enfrentar una variedad de condiciones climáticas.

4.15. PROCESO DE PRODUCCIÓN



4.16. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA MAQUINARIA

A continuación, se describe de las diferentes maquinas del reciclaje de neumáticos.

4.16.1. DESTALONADORA

El destalanadora de neumáticos es una herramienta que quita de forma eficaz los talones de los dos lados de un neumático simultáneamente. La eliminación de las bandas del talón permite que luego se triture todo el neumático en pequeños trozos de goma.

FIGURA 12: DESTALONADORA DE NEUMÁTICOS



Fuente: <http://3e-machines.com/2018/1-1-debeader.html>

4.16.2. CINTA TRANSPORTADORA

Transporte de material, un sistema automatizado que emplea una superficie continua y en movimiento para trasladar materiales, productos y otros objetos de un sitio a otro, fundamentalmente en contextos industriales y comerciales.

FIGURA 13: CINTA TRANSPORTADORA



Fuente: <https://powersteel.com.mx/corp/bandas-transportadoras/>

4.16.3. MÁQUINA PRINCIPAL DE TRITURACIÓN

Esta máquina es la etapa inicial de trituración de los neumáticos. Normalmente, este tipo de máquinas cuenta con un sistema hidráulico y al menos dos ejes (rotor) donde se ubican las cuchillas de corte. Las cuchillas de este equipo están hechas de acero y han sido sometidas a tratamiento térmico, lo que asegura una gran resistencia a impactos y una prolongada durabilidad de los bordes de corte.

FIGURA 14: TRITURADORA DE DOS EJES



Fuente: <http://3e-machines.com/2018/1-2-two-shaft-shredder.html>

4.16.4. MÁQUINA SEPARADA DE ALAMBRES DE ACERO

Máquina separada con cuchilla dentada de cables de acero. El 96% de los alambres de acero se habían separado del neumático durante este paso de tratamiento.

FIGURA 15: MÁQUINA SEPARADA DE ALAMBRES DE ACERO



Fuente: <http://www.yuxirecyclingmachine.com/pro/czj/l-ne-a-de-trituraci-n-y-separaci-n-de-neum-ticos-usados.html>

4.16.5. SEPARADOR MAGNÉTICO

Son bobinas electromagnéticas estarán hechas de conductores de aluminio y cobre aislantes resistentes a altas temperaturas para un funcionamiento continuo. La tasa de eliminación de metal magnético alcanza el 99,7%.

FIGURA 16: SEPARADOR MAGNÉTICO



Fuente: <http://www.yuxirecyclingmachine.com/pro/czj/l-ne-a-de-trituraci-n-y-separaci-n-de-neum-ticos-usados.html>

4.16.6. TRITURADORA DE ALTA VELOCIDAD

La trituradora procesa además las partículas de caucho del neumático en partículas de 2 a 7 mm. El nailon y la fibra se eliminan en un 99,6% con un removedor de polvo.



Fuente: <http://www.yuxirecyclingmachine.com/pro/czj/l-ne-a-de-trituraci-n-y-separaci-n-de-neum-ticos-usados.html>

4.16.7. MÁQUINA DE CRIBADO VIBRANTE

El material roto se divide en un tamiz superior y un tamiz inferior mediante el diámetro del orificio estándar de 3 mm para garantizar la pureza del proceso de clasificación posterior.

4.16.8. RECOLECCIÓN DE POLVO

El sistema de recolección de polvo puede recolectar polvo y fibras por la tubería de aire cuando la máquina trituradora está funcionando.

FIGURA 17: RECOLECCIÓN DE POLVO DE LA LÍNEA DE MÁQUINAS DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS



Fuente: <http://www.yuxirecyclingmachine.com/pro/czj/l-ne-a-de-trituraci-n-y-separaci-n-de-neum-ticos-usados.html>

4.16.9. EMPACADORAS DE PESAJE AUTOMÁTICO

Una vez que los gránulos del producto final se cargan en bolsas, en diferentes pesos, se sellan y suturan automáticamente.

FIGURA 18: EMPACADORAS DE PESAJE AUTOMÁTICO



Fuente: <http://www.yuxirecyclingmachine.com/pro/czj/l-ne-a-de-trituraci-n-y-separaci-n-de-neum-ticos-usados.html>

4.16.10. MÁQUINA PARA FABRICAR BALDOSAS Y PISOS DE CAUCHO

Una máquina de hacer pisos de caucho es un equipo industrial diseñado para transformar el caucho granulado. en pisos continuos o baldosas de caucho, que se utilizan ampliamente en áreas deportivas, infantiles, industriales y urbanas.

Son prensas hidráulicas, mezcladoras y moldes especiales que permiten fabricar baldosas, losetas o rollos de caucho.

FIGURA 19: MÁQUINA PARA FABRICAR BALDOSAS DE CAUCHO



Fuente: <https://www.autorecyclingsystemschina.com/rubber-machine/tyre-recycling-rubber-tile-making-machine.html>

El proceso típico incluye:

- **Mezclado** del caucho granulado con aglutinantes (poliuretano u otros adhesivos).
- **Moldeado** en prensas o moldes con la forma y grosor deseado.
- **Prensado y curado** mediante calor o presión, para dar dureza y resistencia.
- **Acabado** (alisado, pintado o texturizado).

Se utiliza para hacer varios tipos de baldosas con diferentes diámetros según sus necesidades. Con un conjunto de máquinas de vulcanización.¹⁵

FIGURA 20: MAQUINARIA DE FABRICACIÓN DE CAUCHO BLOQUES DE SUELO



Fuente: <https://spanish.alibaba.com/product>

¹⁵ Las máquinas de vulcanización son equipos que aplican calor y presión para reparar o fabricar productos de caucho.

UNIDAD IV

MARCO HISTÓRICO

5. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

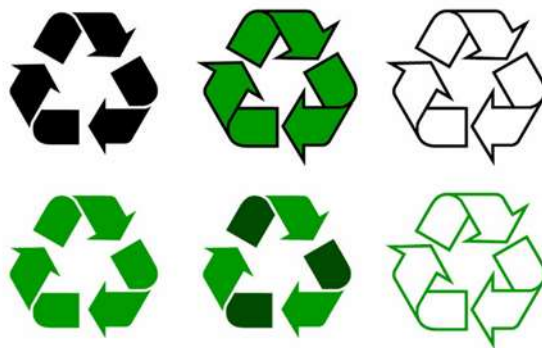
5.1. LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL Y EL RECICLAJE

Con la llegada de la Revolución Industrial en el siglo XVIII, la producción en masa se disparó, lo que conllevó un notable aumento en la generación de residuos. A lo largo del siglo XIX, los programas de reciclaje comenzaron a concretarse en las principales ciudades del mundo. Se institucionalizó en muchas comunidades, para reducir los desechos urbanos y aprovechar materiales valiosos.

5.2. RECICLAJE EN EL SIGLO XX

En la década de 1930, el reciclaje comenzó a ganar popularidad y a mediados del siglo XX, impulsado por diversos factores sociales, económicos y medioambientales. En las décadas de 1960 y 1970 el reciclaje se convirtió en un auténtico movimiento social. En este contexto, muchas ciudades alrededor del mundo implementaron programas de recolección selectiva de residuos, y los símbolos del reciclaje, como el triángulo de **Möbius**, se convirtieron en íconos reconocidos a nivel global.

FIGURA 21: SÍMBOLO MÖBIUS Y SU EVOLUCIÓN A LO LARGO DE LOS AÑOS



Fuente: <https://naeco.com/es/actualidad/simbolo-mobius-evolucion/>

5.3. EL RECICLAJE EN EL SIGLO XXI

En el siglo XXI, el reciclaje ha emergido como un compromiso global hacia la sostenibilidad y la disminución de nuestra huella ecológica. A nivel mundial, gobiernos, empresas y comunidades han puesto en marcha programas de reciclaje más amplios y

eficaces. Paralelamente, la sensibilización sobre la relevancia de reciclar ha crecido de manera notable entre la población. El reciclaje se ha convertido en un componente fundamental de la estrategia global destinada a reducir el consumo de recursos naturales y a mitigar el impacto ambiental de la actividad humana. No obstante, aún queda un largo camino por recorrer para garantizar que todos los materiales reciclables se aprovechen de manera efectiva.

FIGURA 22: LA INDUSTRIA DEL RECICLAJE CALIFICACIÓN DE MATERIALES



Fuente: <https://ashconsultores.com.ar/como-podemos-reciclar-en-el-lugar-de-trabajo/>

5.4. EL RECICLAJE DE NEUMÁTICO EN EL MUNDO

El reciclaje de neumáticos fuera de uso (NFU) es una práctica relativamente nueva que ha evolucionado a través del tiempo. Como algunos hitos importantes en la historia de las plantas recicladoras de neumáticos en desuso en el mundo.

En 1899, se inventó la primera llanta neumática, lo que dio lugar a la producción en masa de neumáticos en todo el mundo. Sin embargo, la disposición final de los neumáticos fuera de uso (NFU) se convirtió en un problema ambiental importante. La producción de neumáticos para automóviles comenzó en 1899 y en 1916 se abrió la empresa de neumáticos y caucho más grande del mundo. En la década de 1960, se comenzaron a desarrollar tecnologías para reciclar neumáticos fuera de uso (NFU).

En la década de 1980, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) comenzó a regular la disposición final de los neumáticos fuera de uso (NFU) en los vertederos. Esto impulsó el desarrollo de la industria de reciclaje de llantas en los Estados Unidos y en otros países. En la década de 1990, se crearon leyes y regulaciones en muchos

países para fomentar el reciclaje de neumáticos fuera de uso (NFU). Esto llevó a un aumento en el número de plantas recicladoras en todo el mundo.

Hoy existen varias plantas recicladoras de neumáticos en todo el mundo, que utilizan diferentes tecnologías para reciclar los neumáticos. Estas plantas utilizan procesos de trituración y separación para recuperar materiales como el caucho, el acero y las fibras mientras que otras utilizan procesos de pirolisis para convertir los materiales de las llantas en aceites y otros productos químicos.

FIGURA 23: PLANTA RECICLADORA DE NEUMÁTICOS



Fuente: <https://www.revistaeyn.com/empresasymangement/costa-rica-estrena-planta-recicladora-de-llantas-unica-en-centroamerica-JBEN1238133>

5.5. EL RECICLAJE DE NEUMÁTICOS EN BOLIVIA

En Bolivia, aún se desconoce el porcentaje exacto de llantas recicladas. Según un estudio sobre la gestión de residuos del sector transporte en Bolivia, se calcula que un 4,3% del total generado de neumáticos es reciclado. Si bien en la ciudad de Cochabamba hay empresas que reciclan. La presencia de las plantas recicladoras de neumáticos fuera de uso (NFU) es relativamente reciente.

En la ciudad de Cochabamba se creó la Empresa Mamut en el año 2012 nació como idea impulsada por un proyecto universitario y se concretó físicamente en marzo de 2013. Su primera venta fue de baldosas de caucho. Actualmente cuenta con sucursales en La Paz, Cochabamba y Santa Cruz la Empresa Mamut ha logrado reciclar más de 2 millones de llantas. Capturar más de 12.000 toneladas de CO₂, evitando que estos residuos contaminen el aire, los suelos y los ríos.

La empresa Ingoqui, que tiene más de diez años de experiencia en el sector del caucho y cinco en el reciclaje de neumáticos fuera de uso (NFU), empezó a procesar 200 neumáticos por semana a cerca de 1000, lo que representa entre 45 y 55 toneladas cada semana. La planta crea diez puestos de trabajo directos y más de 80 empleos indirectos a través de recolectores que comercializan neumáticos y productos como trapeadores. La empresa certifica a los recolectores para asegurar un reciclaje legal y exhaustivo, fomentando así el cuidado del medio ambiente y la limpieza de las zonas urbanas.¹⁶

En la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, con la Empresa Municipal de Aseo (Emacruz) en alianza con la empresa privada implantó una planta de reciclaje de neumáticos usados en el país con la finalidad de erradicar los cauchos que se convierten en el principal foco de reproducción de los mosquitos que transmiten el dengue, ayudar a proteger la salud pública y el entorno, así como también crear puestos de trabajo. En la planta de granula el caucho que constituyen en materia prima para diferentes industrias como goma molida, acero de excelente calidad y nylon.

5.6. HISTORIA DEL CAUCHO

Todo comenzó tras el descubrimiento de tierras americanas, los exploradores descubrieron en las Amazonas a grupos indígenas que utilizaban el caucho para confeccionar pelotas de juego. Extraían este material haciendo un corte en el tronco del árbol conocido como “Hevea”, del cual manaba un líquido elástico llamado látex. Este material era utilizado por los indígenas en artículos de juegos, zapatos de goma y ropa que los protegía de la lluvia.

Los conquistadores quedaron intrigados, con el material natural por sus propiedades de impermeabilidad e inflamabilidad. Los árboles que producen este material son abundantes en el bosque tropical sudamericano especialmente en la Amazonia. Por la falta de conocimientos y técnicas a este producto se consideraba simplemente como una curiosidad.

En 1736, Carlos María de La Condamine, un geógrafo y matemático francés, trajo consigo a Francia diversas muestras de látex, acompañadas de una detallada descripción de los productos elaborados por las comunidades indígenas. Este hecho despertó un notable

¹⁶ Bolivia Verifica. *Unas 50 toneladas de llantas en desuso se transforman cada semana en artículos utilitarios*. 28/05/2024, <https://boliviaverifica.bo/>

interés tanto en el ámbito científico lo que llevó a un estudio más profundo de las propiedades de esta fascinante esta sustancia. En 1770 el caucho dio el salto al mundo industrial gracias al químico británico Joseph Priestley, quien descubrió que la goma de caucho servía para borrar marcas hechas con lápiz en papel. Este hallazgo dio origen a los términos “goma de borrar” o “borrador”.

5.6.1. EVOLUCIÓN DE LOS NEUMÁTICO EN EL SIGLO XIX

En 1839, Charles Goodyear perfeccionó el proceso de vulcanización, que consiste en mezclar caucho caliente con azufre, lo que lo hace más duro y resistente al frío, al tiempo que mantiene su elasticidad. Este término, "vulcanizar", proviene de Vulcano, el dios del fuego en la mitología latina. Comenzaron a fabricarse llantas de hule sólido. Estos neumáticos presentaban una mayor resistencia a cortes e impactos.

Más tarde, en 1845, el ingeniero escocés Robert W. Thompson patentó la primera llanta neumática. Esta invención representó un avance significativo para el confort de los carros tirados por caballos, aunque no logró tener éxito comercial debido a su alto costo de producción. Fue hasta 1887 cuando otro escocés, el veterinario John Dunlop, se afanó en conseguir que el triciclo de su hijo resultara más cómodo y práctico encontró la manera de diseñar un tubo inflable. Así nació la primera cámara de aire conocida en la historia, dando origen a los neumáticos que conocemos hoy se trataba de una ingeniosa combinación de tela, cuero, goma y aire. En Alemania en 1892, se abrió la primera fábrica de neumáticos para bicicletas, la compañía Continental. Los hermanos Michelin inventaron el neumático desmontable, enfocados en el sector de las dos ruedas.

5.6.2. EVOLUCIÓN DE LOS NEUMÁTICOS EN EL SIGLO XX

- En 1903 aparecieron los primeros neumáticos sin cámara, la invención le corresponde a Goodyear tardo varios años en lograr su éxito en su comercialización.
- En 1905 surge los primeros neumáticos con dibujos en su superficie, especialmente para lluvias o en caminos embarrados.
- Hacia 1910, los neumáticos comenzaron a incluir un aro metálico en el talón, con el fin de mejorar la rigidez general de la rueda. Se implementaron nuevas estructuras y se incorporó una base de carbón para aumentar su resistencia a la abrasión.

- A partir de 1912, se comenzó a incorporar hollín a la goma, lo que contribuyó significativamente a aumentar la durabilidad de los neumáticos.
- Para 1915, los alemanes desarrollaron un caucho sintético que marcó un avance significativo en la industria.
- En la década de 1920, la tela tejida fue reemplazada por tejidos que incorporaban cables de metal sin trama, representando un cambio importante.
- Ya en los años 80, Pirelli inventa los neumáticos de perfil bajo, una innovación tecnológica fundamental que permite reducir la altura de los flancos.
- A mediados de la década de 1980, Bridgestone presentó por primera vez neumáticos antipinchazos. Además, estos neumáticos empezaron a ser suministrados para competiciones de primer nivel, como Moto GP y Fórmula 1.

5.6.3. NEUMÁTICOS EN EL SIGLO XXI

- Ya para la década del 2000, se comenzó a desarrollar neumáticos que ayudan a mejorar la eficiencia de combustible y que ayudan a proteger el medio ambiente.
- Desde el 2013 se comercializan neumáticos que miden la presión y temperatura aun cuando están rodando, y reduce el riesgo de un pinchazo.

5.7. CONCLUSIONES

La evolución del reciclaje ha estado relacionada junto al desarrollo industrial y social de la humanidad. Desde los primeros esfuerzos durante la Revolución Industrial hasta convertirse en un fenómeno global en el siglo XXI, el reciclaje ha evolucionado de ser una actividad aislada a ser esencial para la sostenibilidad del medio ambiente. En particular, el reciclaje de los neumáticos, de esa necesidad surgen las primeras empresas a cubrir esa necesidad de un problema creciente de contaminación, en recuperar materiales útiles y transformarlos en nuevas oportunidades productivas. En Bolivia, aunque todavía se encuentra en etapas tempranas, se han logrado avances significativos con la creación de plantas de reciclaje y el esfuerzo de empresas líderes que ayudan a reducir los efectos ambientales y la generación de la economía circular.

UNIDAD V

MARCO NORMATIVO

6. LEYES NACIONALES DE BOLIVIA

6.1. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ESTADO DE BOLIVIA

ARTÍCULO 33. Las personas tienen derecho a un medio ambiente saludable, protegido y equilibrado. El ejercicio de este derecho debe permitir a los individuos y colectividades de las presentes y futuras generaciones, además de otros seres vivos, desarrollarse de manera normal y permanente.

ARTÍCULO 299. II. Las siguientes competencias se ejercerán de forma compartida entre el nivel central del Estado y las entidades territoriales autónomas:

8. Residuos industriales y tóxicos.
9. Proyectos de agua potable y tratamiento de residuos sólidos

ARTÍCULO 302. I. Son competencias exclusivas de los gobiernos municipales autónomos, en su jurisdicción:

5. Elaboración de Planes de Ordenamiento Territorial y de uso de suelos, en coordinación con los planes del nivel central del Estado, departamentales e indígenas.
26. Empresas públicas municipales.
27. Aseo urbano, manejo y tratamiento de residuos sólidos en el marco de la política del Estado.

ARTÍCULO 345. Las políticas de gestión ambiental se basarán en:

1. La planificación y gestión participativas, con control social.
2. La aplicación de los sistemas de evaluación de impacto ambiental y el control de calidad ambiental, sin excepción y de manera transversal a toda actividad de producción de bienes y servicios que use, transforme o afecte a los recursos naturales y al medio ambiente.
3. La responsabilidad por ejecución de toda actividad que produzca daños medioambientales y su sanción civil, penal y administrativa por incumplimiento de las normas de protección del medio ambiente.

6.2. LEY MARCO DE AUTONOMÍAS Y DESCENTRALIZACIÓN ANDRÉS IBÁÑEZ N°031

ARTÍCULO 88. IV. De acuerdo a las competencias concurrentes 8 y 9 del Artículo 299 Parágrafo II de la Constitución Política del Estado se distribuyen las competencias concurrentes de la siguiente manera:

1. Nivel central del Estado:
 - a) Formular el régimen y las políticas para el tratamiento de residuos sólidos, industriales y tóxicos.
2. Gobiernos departamentales autónomos:
 - b) Reglamentar y ejecutar, en su jurisdicción, el régimen y las políticas de residuos sólidos, industriales y tóxicos aprobadas por el nivel central del Estado.
3. Gobiernos municipales autónomos:
 - c) Reglamentar y ejecutar el régimen y las políticas de residuos sólidos, industriales y tóxicos, en su jurisdicción.

6.3. LEY DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS N°755

ARTÍCULO 1. La presente Ley tiene por objeto establecer la política general y el régimen jurídico de la Gestión Integral de Residuos en el Estado Plurinacional de Bolivia, priorizando la prevención para la reducción de la generación de residuos, su aprovechamiento y disposición final sanitaria y ambientalmente segura, en el marco de los derechos de la Madre Tierra, así como el derecho a la salud y a vivir en un ambiente sano y equilibrado.

ARTÍCULO 7. Se entiende por Gestión Integral de Residuos al sistema conformado por procesos de planificación, desarrollo normativo, organización, sostenibilidad financiera, gestión operativa, ambiental, educación y desarrollo comunitario para la prevención, reducción, aprovechamiento y disposición final de residuos, en un marco de protección a la salud y el medio ambiente.

ARTÍCULO 8. I. En la aplicación de la Gestión Integral de Residuos, el nivel central del Estado y las entidades territoriales autónomas, deben orientar sus acciones, en orden de importancia a:

1. Prevenir para reducir la generación de residuos.
2. Maximizar el aprovechamiento de los residuos.
3. Minimizar la disposición final de los residuos, restringiendo en lo posible sólo para aquellos residuos no aprovechables.

ARTÍCULO 9. (POLÍTICAS DE ESTADO).

- a) Planificación y coordinación interinstitucional e intersectorial para la Gestión Integral de Residuos.
- b) Prevención de la generación de residuos y fomento al cambio de patrones de producción y consumo para reducir la cantidad y peligrosidad de los residuos
- h) Fomento a las soluciones regionales o mancomunadas en la Gestión Integral de Residuos.

ARTÍCULO 15. I. Todo generador de residuos deberá coadyuvar en la implementación de los programas de aprovechamiento de residuos, cumpliendo todas las disposiciones relativas al acondicionamiento, separación, almacenamiento, entrega y recolección de residuos.

- III. Todo comerciante o distribuidor deberá implementar y apoyar las acciones orientadas a la prevención, separación, almacenamiento y entrega para el aprovechamiento de los residuos generados por su actividad.

ARTÍCULO 18. (RECUPERADOR O RECICLADOR). I. El nivel central del Estado a través del Ministerio cabeza de sector, en coordinación con las entidades territoriales autónomas, promoverá el apoyo a este sector, a través de programas de formalización y asistencia técnica, orientados a mejorar sus condiciones de trabajo, salud y generación de ingresos.

ARTÍCULO 19. El nivel central del Estado y las entidades territoriales autónomas, desarrollarán e implementarán la Gestión Integral de Residuos, a través de políticas, programas o proyectos de inversión, articulados y armonizados con la planificación de mediano plazo, a fin de contribuir al logro de los resultados y metas de la planificación de largo plazo del Estado, en el marco de la normativa vigente.

ARTÍCULO 25. En cumplimiento a las políticas de protección al medio ambiente, la salud y saneamiento básico, los gobiernos autónomos departamentales y municipales, en

el marco de sus competencias, podrán asignar recursos provenientes del Impuesto Directo a los Hidrocarburos, para la implementación de la Gestión Integral de Residuos.

ARTÍCULO 26. I. La gestión operativa de residuos será desarrollada mediante reglamento aprobado por el Ministerio cabeza de sector, y comprende las siguientes etapas: Separación, Almacenamiento, Recolección, Transporte, Transferencia. Tratamiento y Disposición final.

- I. En todas las etapas de la gestión operativa de los residuos, se deben implementar las medidas preventivas y de control que minimicen los impactos ambientales, asegurando la preservación de la salud y evitando riesgos laborales.
- II. Los residuos no peligrosos, especiales y peligrosos, deben gestionarse en forma diferenciada en todas las etapas.

ARTÍCULO 29. (INSTALACIONES DE ACOPIO O TRANSFERENCIA). II Las instalaciones de almacenamiento para el acopio o transferencia de residuos, deben ubicarse de acuerdo a normas técnicas y contar con la infraestructura y equipamiento adecuado, cumpliendo las condiciones ambientales y de seguridad durante su construcción, operación y cierre, establecidas por la autoridad competente.

ARTÍCULO 30. (TRATAMIENTO). I. Las instalaciones destinadas al tratamiento de residuos, deben contar con la infraestructura y equipamiento adecuados, cumpliendo todas las condiciones técnicas, ambientales y de seguridad, durante la construcción, operación, cierre y rehabilitación cuando corresponda.

- III. Las plantas para el tratamiento de residuos, deben diseñarse e implementarse en función a las características de los residuos a tratar.
- IV. El tratamiento de los residuos podrá incluir procesos biológicos, mecánicos, fisico-químicos o térmicos, orientados a maximizar su aprovechamiento para fines de su valorización.

ARTÍCULO 32. (ÁREAS PARA INSTALACIONES DE TRATAMIENTO) I. Las áreas para instalaciones de tratamiento o disposición final de residuos, deben cumplir con la planificación de ordenamiento territorial y uso de suelos, considerando prioritariamente el beneficio de la colectividad, sobre intereses particulares.

- I. Los sitios para la construcción y operación de infraestructura o instalaciones de tratamiento y disposición final de residuos, se consideran de necesidad y utilidad pública, pudiendo las entidades territoriales autónomas, en el marco de sus competencias, aplicar el régimen legal de expropiaciones conforme a normativa vigente.
- II. En los casos en que no se pueda acordar la ubicación de sitios para el tratamiento o para la disposición final de residuos, se buscará la conciliación de las partes a través del gobierno autónomo departamental.

6.4. LEY DE MEDIO AMBIENTE N°1333

ARTÍCULO 1. La presente Ley tiene por objeto la protección y conservación del medio ambiente y los recursos naturales, regulando las acciones del hombre con relación a la naturaleza y promoviendo el desarrollo sostenible con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población.

ARTÍCULO 19. Son objetivos del control de la calidad ambiental:

3. Prevenir, controlar, restringir y evitar actividades que conlleven efectos nocivos o peligrosos para la salud y/o deterioren el medio ambiente y los recursos naturales.

ARTÍCULO 24. Para los efectos de la presente Ley, se entiende por Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) al conjunto de procedimientos administrativos, estudios y sistemas técnicos que permiten estimar los efectos que la ejecución de una determinada obra, actividad o proyecto puedan causar sobre el medio ambiente.

ARTÍCULO 25. Todas las obras, actividades públicas o privadas, con carácter previo a su fase de inversión, deben contar obligatoriamente con la identificación de la categoría de evaluación de impacto ambiental.

ARTÍCULO 26. Las obras, proyectos o actividades que por sus características requieran del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental según lo prescrito en el artículo anterior, con carácter previo a su ejecución, deberán contar obligatoriamente con la Declaratoria de Impacto Ambiental (DIA).

7. LEYES MUNICIPALES DE CERCADO-TARIJA

7.1. LEY MUNICIPAL N°413 INDUSTRIALIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

ARTÍCULO 1 (OBJETO). La presente Ley Municipal tienen por objeto, regular los Procesos de Industrialización de Residuos Sólidos, ejecutados en el Municipio de Tarija.

ARTÍCULO 2 (FINES). Los fines, de la presente Ley Municipal son:

- a) Viabilizar proyectos de aprovechamiento, industrialización y disposición final de los Residuos Sólidos en el municipio de Tarija, que permita prevenir la generación, maximizar el aprovechamiento y minimizar la disposición final.
- b) Promover la inversión y el empleo en los procesos de clasificación, tratamiento, aprovechamiento, industrialización y disposición final de los Residuos Sólidos en el municipio de Tarija.
- c) Reducir la generación de residuos que vayan a disposición final y minimizar la contaminación ambiental.
- d) Maximizar el aprovechamiento de los Residuos Sólidos mediante su beneficio e industrialización.

ARTÍCULO 11 (REUTILIZACIÓN). Se considerará el aprovechamiento de Residuos Sólidos como el conjunto de acciones que permiten la reutilización y la reincorporación al ciclo productivo de los diferentes Residuos Sólidos, que permita generar beneficios al medio ambiente y a la economía del Municipio de Tarija, mediante el compostaje, reciclaje o aprovechamiento energético.

ARTÍCULO 12 (RECICLAJE). II. Para garantizar el adecuado aprovechamiento de los Residuos Sólidos, se debe implementar sistemas de separación en origen y recolección diferenciada, así como la instalación de infraestructura, tecnología y/o equipos.

ARTÍCULO 18 (INSTALACIONES). I. Las instalaciones destinadas al aprovechamiento, industrialización y disposición final de los Residuos Sólidos en el municipio de Tarija, deberán contar con la infraestructura y equipamiento adecuados cumpliendo todas las condiciones técnicas, ambientales y de seguridad, durante la construcción, operación, cierre y rehabilitación cuando corresponda.

ARTÍCULO 22 (FINALIDAD DE LA INDUSTRIALIZACIÓN). La industrialización de los Residuos Sólidos en el Municipio de Tarija, tienen por finalidad generar productos aprovechables que produzcan beneficios y/o recursos económicos al Gobierno Autónomo Municipal de Tarija.

ARTÍCULO 26 (DISPONIBILIDAD ECONÓMICA). Se autoriza al Órgano Ejecutivo Municipal de Tarija, disponer de los recursos económicos necesarios, para realizar estudios técnicos especializados, cuyo objeto sea determinar la tecnología más adecuada para Industrializar los Residuos Sólidos en el Municipio de Tarija.

ARTÍCULO 28 (COORDINACIÓN). El Órgano Ejecutivo Municipal de Tarija, podrá suscribir convenios Inter gubernativos y/o interinstitucionales, a efectos de desarrollar y viabilizar proyectos de aprovechamiento, industrialización y disposición final de los Residuos Sólidos en el municipio de Tarija, en el marco de la normatividad vigente.

7.1.1. REGLAMENTO MUNICIPAL PARA INSPECCIONES, INFRACCIONES, SANCIONES E INCENTIVOS AMBIÉNTALES.

ARTÍCULO 1º. El presente Reglamento Ambiental Municipal tiene como objetivo normar el procedimiento técnico-administrativo para realizar inspecciones ambientales, determinar los casos de contravenciones contemplados en los Reglamentos Ambientales del Municipio de la ciudad de Tarija y la Provincia Cercado y la aplicación de las respectivas sanciones e incentivos.

7.1.2. REGLAMENTO MUNICIPAL DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.

ARTÍCULO 1º. El presente Reglamento Municipal tiene por objetivo regular el aseo urbano y la gestión integral de los residuos sólidos que se generan en el Municipio de Tarija y la Provincia Cercado, estableciendo los derechos y obligaciones de todos sus habitantes, así como las atribuciones y responsabilidades de las Instancias del Gobierno Municipal de Tarija relacionadas con estas actividades.

7.1.3. DECRETO MUNICIPAL N°10/2024

ARTÍCULO 1 (OBJETO). Establece el marco normativo para regular el registro y autorización de operadores de residuos en el municipio, con el objetivo de garantizar un

manejo ambientalmente adecuado conforme a principios de protección ambiental, salud pública y desarrollo sostenible.

ARTÍCULO 4 (PRINCIPIOS). Se basa en principios ambientales como:

1. Responsabilidad compartida,
2. Precaución y prevención,
3. Contaminador-pagador,
4. Ciclo de vida del residuo, entre otros.

ARTÍCULO 3 (ÁMBITO DE APLICACIÓN). Aplica a todas las personas naturales o jurídicas que se dediquen a la gestión integral de residuos sólidos (recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento y disposición final).

ARTÍCULO 7 (CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS). Distingue entre residuos peligrosos y no peligrosos. Dentro de los no peligrosos se incluyen residuos sólidos urbanos, comerciales, industriales y otros.

ARTÍCULO 8 (CLASIFICACIÓN DE OPERADORES). Establece diferentes tipos de operadores, entre ellos: recolectores, transportistas, recicladores, centros de acopio y plantas de tratamiento de residuos sólidos.

7.2. CONCLUSIONES

Las normas en Bolivia en relación con el medio ambiente y la gestión de desechos proporcionan una base sólida para asegurar que la población disfrute del derecho a un entorno saludable y equilibrado. La Constitución del Estado, la Ley N°1333 de Medio Ambiente, la Ley N°755 de Gestión Integral de Residuos y la Ley Marco de Autonomías, establecen funciones precisas entre los niveles central, departamental y municipal, promoviendo la prevención, reducción, reciclaje y correcta disposición final de los desechos.

A nivel municipal se han aprobado leyes y regulaciones específicas que fomentan la industria de residuos sólidos, favoreciendo iniciativas de reciclaje, reutilización y aprovechamiento energético. Las leyes en conjunto tienen principios de prevención, responsabilidad compartida y desarrollo sostenible, para su aplicación la coordinación entre instituciones es importante y asignar recursos para su implementación conseguir resultados positivos para el medio ambiente y la sociedad.

UNIDAD VI

MARCO REAL

8. ESTUDIOS DE MODELOS REFERENTES

8.1. MODELO INTERNACIONAL

- **Nombre:** CENTRO DE RECICLAJE MILIEUSTRAT
- **País:** PAÍSES BAJOS
- **Sup. Construida:** 3000 m²
- **Autor / Proyectista:** GROOSMAN

8.1.1. CONTEXTO Y EMPLAZAMIENTO

El centro de reciclaje se localiza en la calle BAANHOEKWEG, DORDRECHT, en Países Bajos, que se encuentra en Europa en un entorno industrial, como transformación de materiales, industrias pesadas, logística y química.

FIGURA 24: UBICACIÓN DE DORDRECHT, PAÍSES BAJOS



PAISES BAJOS



BAANHOEKWEG



**CALLE BAANHOEKWEG
ZONA INDUSTRIAL**

8.1.2. ANÁLISIS FUNCIONAL

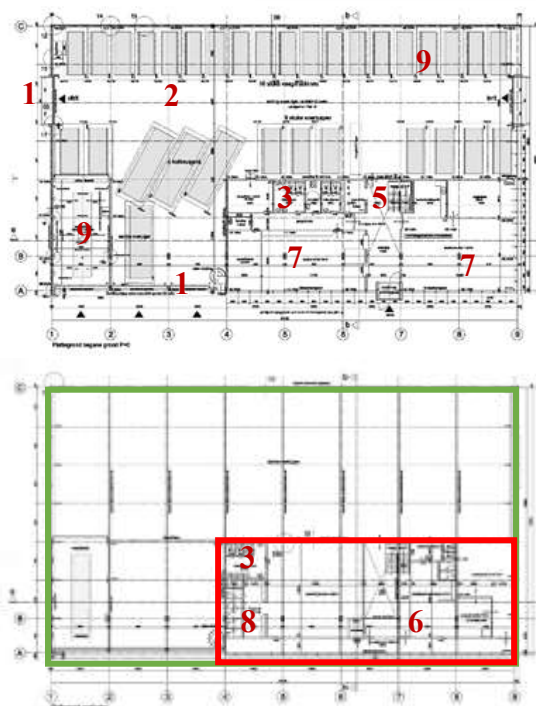
El diseño de la planta de reciclaje pone énfasis en la eficiencia operativa de espacios abiertos y circulación libre. Se han utilizado estructuras visibles, además de implementar un sistema de construcción IFD (Industrial, Flexible y Desmontable). Esto permite que los edificios sean desmontables y reutilizables en el futuro. Tiene accesos de rampas, áreas techadas para las máquinas de reciclaje, amplias entradas para una mejor circulación fluida de camiones y usuarios.

FIGURA 25: PLANOS DE LA PLANTA BAJA Y ALTA

**ÁREA DE LOGÍSTICA
PLANTA BAJA**

1. Ingreso
2. Área operativa
3. Baños
4. Cocineta
5. Escalera
6. Área admirativa
7. Salas de apoyo
8. Vestidores
9. Maquinaria

**ÁREA DOBLE ALTURA
PLANTA ALTA**

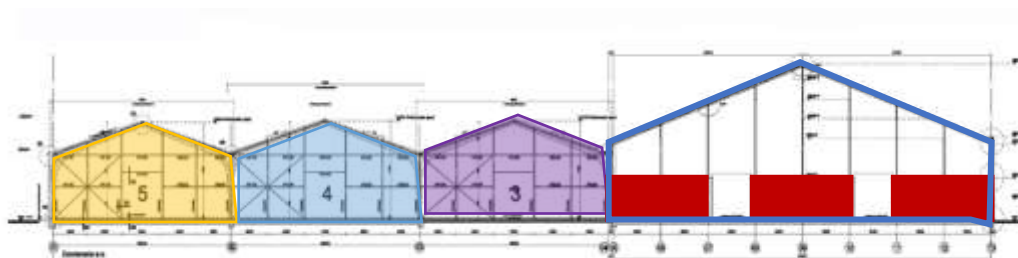


Fuente: <https://www.archdaily.cl/> Centro de Reciclaje Milieustraat

8.1.3. ANÁLISIS ESPACIAL

El proyecto aprovecha la misma estructura como un solo pasillo, una sola área operativa, además tiene áreas destinados a la administrativa, optimizando la circulación interna. Esta disposición espacial favorece el flujo de los materiales y las personas, mejora la funcionalidad. Son estructuras es amplio y su cubierta en dos aguas.

FIGURA 26: PLANO DE CORTE Y INTERIOR DE LA PLANTA



**INTERIOR DE LA PLANTA,
ESTRUCTURA VISTA**

Fuente: <https://www.archdaily.cl/> Centro de Reciclaje Milieustraat

8.1.4. ANÁLISIS MORFOLÓGICO

La morfología del centro de reciclaje combina elementos industriales. Su fachada roja estación de recepción de los residuos, con un solo volumen rectangular, con una cubierta plana, contrasta con el área logística que las fachadas son negras creando un punto visual. Su diseño es lineal y horizontal, la planta es rectangular adaptado para el flujo vehicular y las operaciones industriales. Sus volúmenes son simples y modulares.

FIGURA 27: EXTERIOR DE LA PLANTA DE RECICLAJE

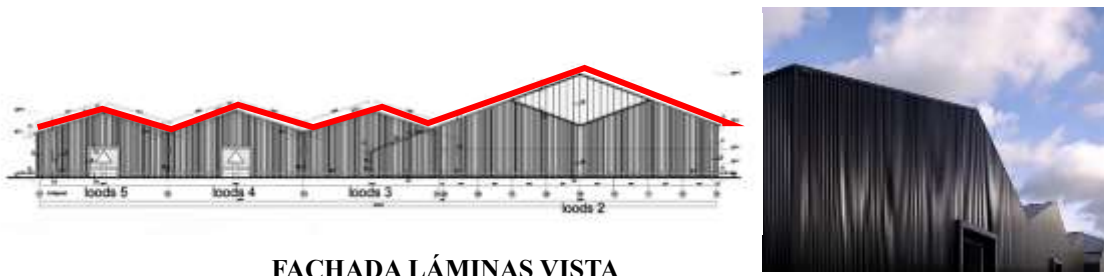


Fuente: <https://www.archdaily.cl/> Centro de Reciclaje Milieustraat

8.1.5. ANÁLISIS TECNOLÓGICO

Adopta materiales de construcción IFD (Industrial, Flexible y Desmontable) este representa un enfoque tecnológico innovador, ofrece flexibilidad y adaptabilidad del espacio. Este método no solo permite realizar modificaciones o reubicaciones de las estructuras de manera más sencilla, sino que también se alinea con principios de sostenibilidad y economía circular. Las fachadas son paneles metálicos, las cubiertas son ligeras.

FIGURA 28: FACHADAS DE LA PLANTA DE RECICLAJE



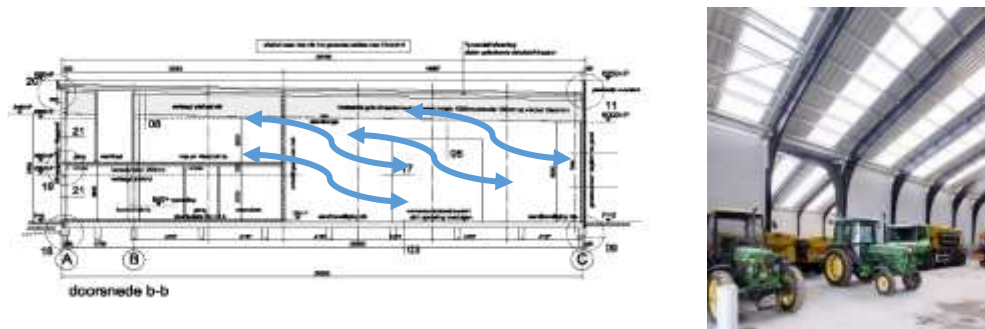
FACHADA LÁMINAS VISTA

Fuente: <https://www.archdaily.cl/> Centro de Reciclaje Milieustraat

8.1.6. ANÁLISIS AMBIENTAL

El proyecto implementa una variedad de estrategias sostenibles, entre las cuales se destacan la utilización de estructuras vistas y materiales metálicas, la cubierta de la nave industrial presenta aberturas transparentes que ingresa la luz natural, una circulación del aire al interior por la doble altura.

FIGURA 29: MATERIALES DE LA CUBIERTA VISTA



Fuente: <https://www.archdaily.cl/Centro de Reciclaje Milieustraat>

8.2. MODELO NACIONAL

- **Nombre:** MAMUT MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE
- **País:** Bolivia
- **Sup. Construida:** 2000 m2
- **Autor / Proyectista:** Manuel Laredo CEO

8.2.1. CONTEXTO Y EMPLAZAMIENTO

La Planta de reciclaje Mamut se encuentra en el departamento de Cochabamba Bolivia, en el municipio de Sacaba al noroeste del mismo municipio. Sobre la calle Sta. Isabel, a pocos metros de la avenida San Rafael.

FIGURA 30: UBICACIÓN DE BOLIVIA – COCHABAMBA - SACABA



BOLIVIA

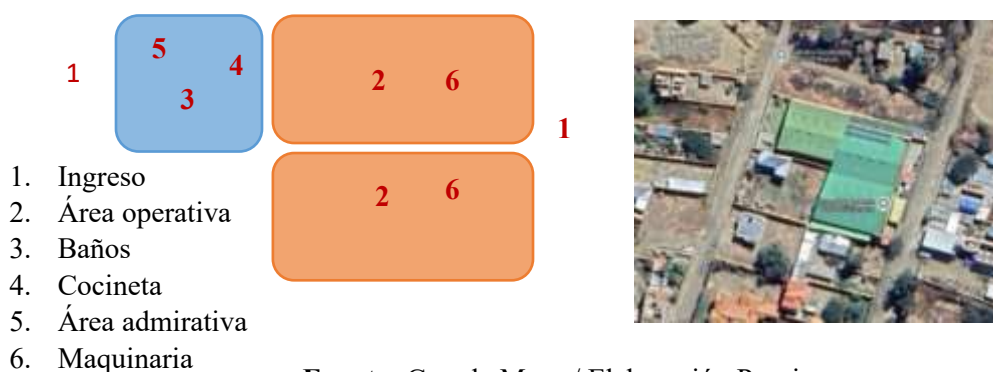
COCHABAMBA - SACABA

MUNICIPIO DE SACABA

8.2.2. ANÁLISIS FUNCIONAL

En la función de la planta de reciclaje sigue una lógica industrial clara y eficiente. Con dos naves industriales conectadas, cubiertas a dos aguas, destinado a la producción, almacenamiento y transformación de los neumáticos. En la parte posterior se encuentra otra nave más pequeña, destinado a la administración, los ingresos vehicular y personal están en ambas calles. La distribución interna de los bloques es sencilla, con amplios espacios que facilitan la circulación y una organización de la maquinaria y el almacenamiento.

FIGURA 31: PLANTA DE PLANTA DE RECICLAJE



Fuente: Google Maps / Elaboración Propia

8.2.3. ANÁLISIS ESPACIAL

Los espacios de la planta son amplios, con gran altura interior en las naves donde se encuentran las áreas productivas, lo que facilita la operación de maquinaria y el almacenamiento. La nave administrativa posterior está compuesta por una doble altura orientado a oficinas, control y servicios. Esta jerarquía espacial entre lo operativo y lo administrativo permite una mayor eficiencia organizativa entre ambos volúmenes.

FIGURA 32: VISTA INTERIOR DE LA PLANTA DE RECICLAJE

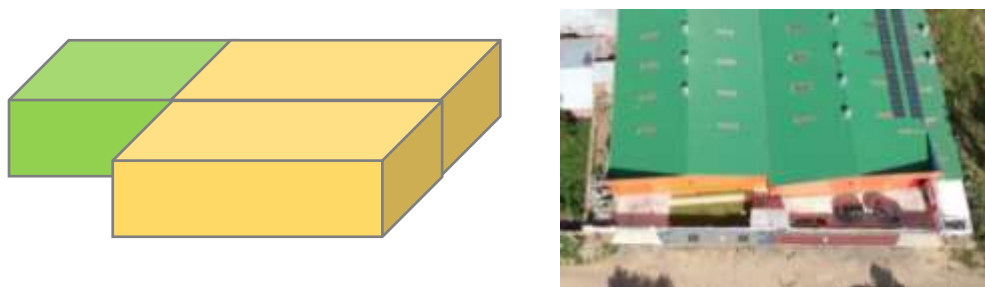


Fuente: <https://grupo-mamut.com>

8.2.4. ANÁLISIS MORFOLÓGICO

El conjunto presenta tres volúmenes homogéneos de tipo naves industriales pegadas entre uno del otro, con una forma rectangular con cubiertas con una inclinación en dos aguas, cada volumen. Las dos naves principales adoptan una estética industrial clásica, caracterizándose una fachada horizontal recta sin ningún volumen sobresaliente. La nave administrativa ubicada en la parte posterior, aunque de menor tamaño, se integra en esta misma lógica con fachadas rectas, ventanales grandes.

FIGURA 33: VISTA EXTERIOR DE LA PLANTA DE RECICLAJE



Fuente: <https://grupo-mamut.com/Google Maps>

8.2.5. ANÁLISIS TECNOLÓGICO

La planta utiliza una técnica de construcción simple y efectiva, diseñada específicamente para el uso industrial. Su estructura principal es metálica esto crea amplios espacios en el interior. La cubierta es de calamina que facilita su instalación y buen rendimiento ante la lluvia. Los muros es la combinación de paneles metálicos muros de ladrillo y el piso es de hormigón que aportan una durabilidad y resistencia térmica. Los materiales ofrecen una solución económica y eficiente, priorizando la funcionalidad.

FIGURA 34: VISTA EXTERIOR DE LA PLANTA DE RECICLAJE



Fuente: <https://grupo-mamut.com/Google Maps>

8.2.6. ANÁLISIS AMBIENTAL

La planta industrial adopta un enfoque ambiental favorable al centrarse en el reciclaje de neumáticos. Esta labor contribuye de manera significativa a la reducción de desechos y apoya el concepto de economía circular. La planta utiliza tecnologías actuales visibles, como los paneles solares y la instalación de extracción de aire industrial con el aire natural.

FIGURA 35: VISTA EXTERIOR DE LA PLANTA DE RECICLAJE



Fuente: <https://grupo-mamut.com/Google Maps>

8.3. MODELO REGIONAL O LOCAL

- **Nombre:** CENTRO MUNICIPAL DE RECICLAJE EN LA CIUDAD DE TARIJA
- **País:** Bolivia
- **Sup. Construida:** 570 m²
- **Autor / Proyectista:** ALCALDÍA MUNICIPAL DE TARIJA

8.3.1. CONTEXTO Y EMPLAZAMIENTO

Se encuentra el centro de reciclaje al oeste de la ciudad en el distrito 11, cercanías del barrio artesanal. A pesar de encontrarse dentro del radio urbano de la ciudad, su ubicación está limitada al reciclaje a gran escala, las vías no están adaptada para el tránsito pesado.

FIGURA 36: MAPA DE BOLIVIA - TARIJA - CERCADO



BOLIVIA

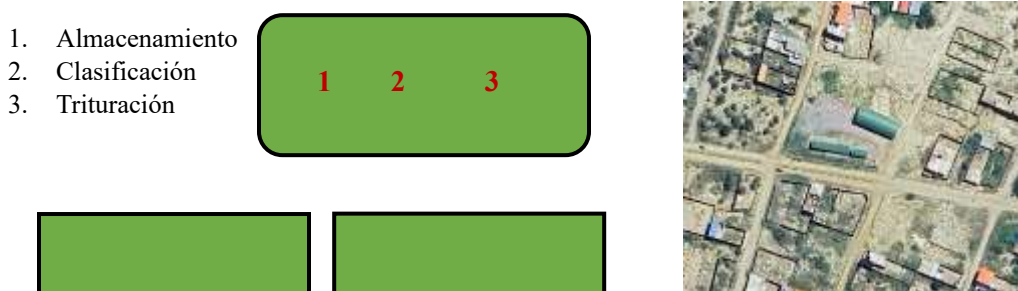
PROVINCIA CERCADO

TARIJA BARRIO ARTESANAL

8.3.2. ANÁLISIS FUNCIONAL

Desde el punto de vista funcional, el centro de reciclaje son tres bloques emplazados, con ciertas limitaciones, espacios pequeños para llevar a cabo operaciones de reciclaje a gran escala. Carece de áreas específicas como área procesamiento, acopio y las oficinas de administración, solo está enfocado al reciclaje de ciertos materiales. No cuenta con un diseño optimizado para promover flujos de trabajo eficientes.

FIGURA 37: VISTA INTERIOR DEL CENTRO DE RECICLAJE



Fuente: Google Maps / Elaboración Propia

8.3.3. ANÁLISIS ESPACIAL

Los espacios disponibles son limitados, no cuenta con patios internos que faciliten la maniobra de máquinas de gran tamaño, las zonas de clasificación y el procesamiento están en un solo bloque. La altura de la estructura es media, lo que restringe la posibilidad de almacenar en vertical o de utilizar maquinaria en altura.

FIGURA 38: VISTA INTERIOR DEL CENTRO DE RECICLAJE



Fuente: Google Maps / Elaboración Propia

8.3.4. ANÁLISIS MORFOLÓGICO

En su Morfología, el centro de reciclaje está formado por volúmenes rectangulares, con muros metálicos y una cubierta simple, sin ningún tratamiento arquitectónico o expresión formal. Una estructura que proyecta una sola área cubierta.

FIGURA 39: FORMA DEL CENTRO DE RECICLAJE



Fuente: Elaboración Propia

8.3.5. ANÁLISIS TECNOLÓGICO

Desde el punto de vista tecnológico, el equipamiento es básico no tiene un sistema mecánico o automatizado, ni de instalaciones modernas. Los materiales de construcción son el ladrillo revestido y cubiertas de calamina sin protección térmica o acústica.

FIGURA 40: CENTRO DE RECICLAJE



Fuente: Google Imágenes / Elaboración Propia

8.3.6. ANÁLISIS AMBIENTAL

El centro de reciclaje cuenta con aberturas en los muros laterales donde circula el aire dentro de las instalaciones. No cuenta de un control adecuado y una correcta separación de residuos de áreas establecidas para un mejor flujo de trabajo más óptimo.

8.4. CONDICIONANTES DE MACRO LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

8.4.1. LOCALIZACIÓN

Tener en cuenta la distancia de áreas urbanas consolidadas, evitar molestias relacionadas con el ruido y el polvo, también cumplir con las normativas ambientales, lo ideal que se ubique en zonas industriales o de expansión controlada.

8.4.2. ACCESIBILIDAD Y CONECTIVIDAD

La zona debe ser accesible tanto para los peatones, vehículos livianos y pasados, deberá acceso a una vía de primer orden, esto facilita el transporte de los materiales reduciendo los costos operativos. El acceso principal debe ser ubicarse a una vía amplia.

8.4.3. PROXIMIDAD A FUENTES DE MATERIA PRIMA

Los generadores de neumáticos en desuso, son los centros urbanos, dueños de vehículos, talleres mecánicos y los vertederos que se acumulan miles de neumáticos al aire libre. Los centros de recolección y acopio de los neumáticos son importantes para una buena logística antes de transportarlos hacia la planta.

8.4.4. DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS BÁSICOS

Es crucial que la ubicación que la planta de Recuperación y Transformación de Neumáticos, disponga de acceso a los estos servicios básicos esenciales y no tenga problemas en el funcionamiento.

8.4.5. FACTORES CLIMÁTICOS

Aprovechar al máximo la luz natural, tener en cuenta la dirección de los vientos predominantes, las precipitaciones pluviales evitar zonas de inundaciones. Una adecuada orientación permite mejorar la eficiencia logística, de ingreso de las personas y los vehículos.

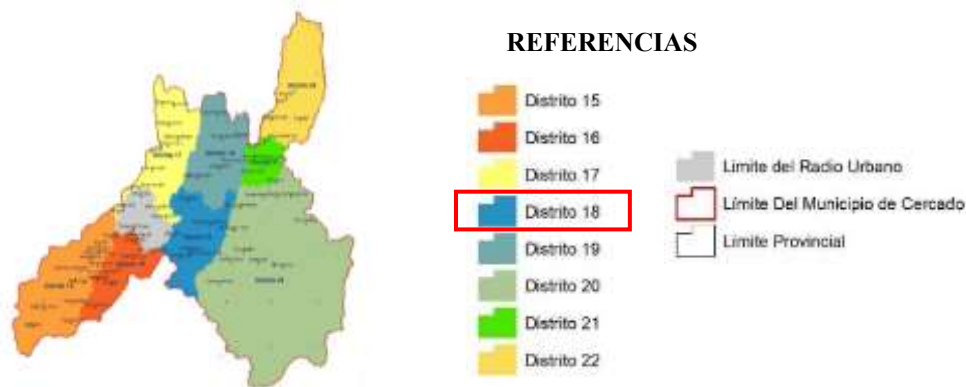
8.4.6. PAISAJE

Establecer ciertos criterios para el emplazamiento para este tipo proyecto. Evitar la proximidad de las viviendas con una alta densidad, jerarquizar los elementos visuales, analizar la topografía de la zona evitar alteraciones drásticas. La vegetación nativa puede ser incorporada en el diseño paisajístico para una mejor integración visual.

8.5. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE UBICACIÓN

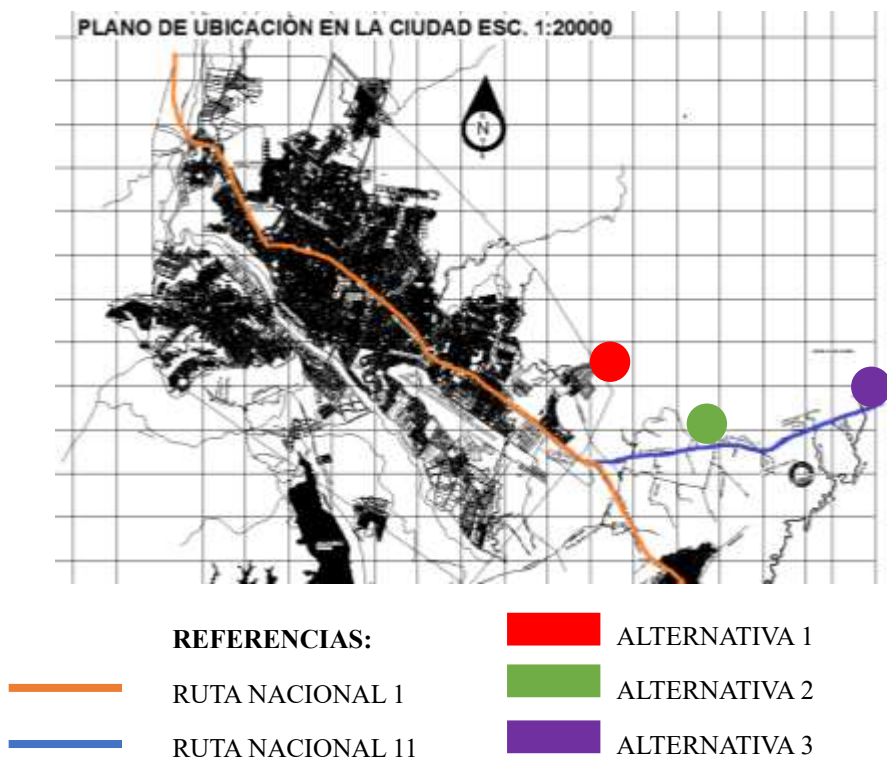
Se contemplan tres alternativas para la selección del sitio, para el emplazamiento del proyecto que se encuentran en el departamento de Tarija, en la provincia Cercado, dentro del Distrito N°18, por la zona de El Portillo, para selección del sitio se debe tomar en cuenta ciertos condicionantes.

FIGURA 41: DISTRITOS RURALES DE LA PROVINCIA CERCADO



Fuente: Plan Territorial de Desarrollo Integral Municipio de Tarija 2021-2025

FIGURA 42: UBICACIÓN DE LAS TRES ALTERNATIVAS DE SITIO



Fuente: Mapa de la ciudad de Tarija / Elaboración Propia

8.5.1. ALTERNATIVA 1

FIGURA 43: UBICACIÓN DE LA ALTERNATIVA UNO

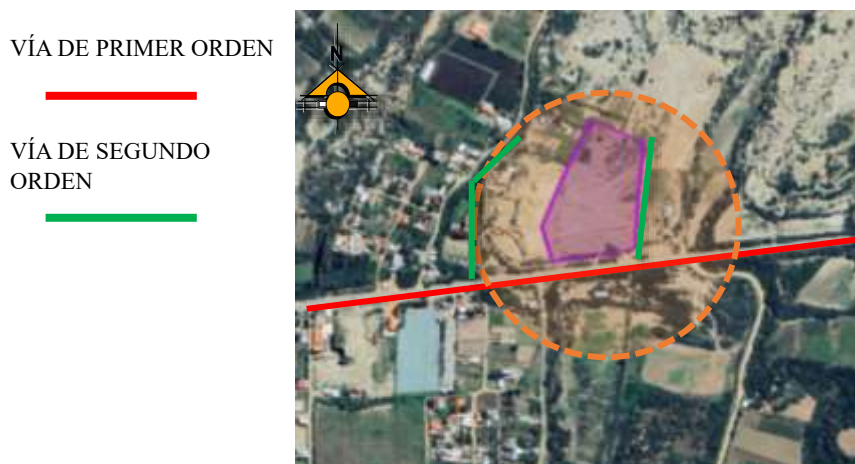


Fuente: Google Maps / Elaboración Propia

Se encuentra en el municipio de Tarija, en el distrito 10 en el barrio Jardín el Portillo a una distancia de 8.00 km de la plaza central de la ciudad de Tarija, el predio se localiza al suroeste. El terreno está rodeado de lotes baldíos y una densidad poblacional media baja, con una pendiente aproximadamente de 5% a 35% con una vegetación escasa y compuesta por matorrales y arbustos dispersos. El predio tiene una superficie de 15,900 m². Tiene acceso directo a una avenida de primer orden y accesos a vías de segundo orden, todas las vías son de ripio y tierra.

8.5.2. ALTERNATIVA 2

FIGURA 44: UBICACIÓN DE LA ALTERNATIVA DOS



Fuente: Google Maps / Elaboración Propia

Se encuentra en el municipio de Tarija, en el distrito 18 en la zona El Portillo a una distancia de 9.60 km de la plaza central de la ciudad de Tarija, el predio se localiza al sureste de la ciudad.

El terreno se encuentra centros poblados de manera dispersa, con una pendiente aproximadamente entre 2% y 5% con una topografía regular, rodeada con una vegetación media de por churquis y arbustos dispersos. El predio tiene una superficie de 25,000 m². Tiene acceso directo a una vía de primer orden y accesos secundarios de segundo orden son de ripio y tierra.

8.5.3. ALTERNATIVA 3

FIGURA 45: UBICACIÓN DE LA ALTERNATIVA TRES



Fuente: Google Maps / Elaboración Propia

Se encuentra en el municipio de Tarija, en el distrito 18 en la zona El Portillo a una distancia de 13.80 km de la plaza central de la ciudad de Tarija, el predio se localiza al sureste de la ciudad.

El terreno está rodeado de centros poblados de manera dispersa también una importante presencia zonas agrícolas, con una pendiente entre 3% y 5% semi plana, con una vegetación con arbustos y matorrales dispersos. El terreno de esta zona tiene una superficie de 25820.30 m² aproximadamente. Tiene acceso a vía de segundo orden, que se conecta de manera directa a una vía de primer orden.

8.6. VALORACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE SITIO

FIGURA 46: CUADRO COMPARATIVO DE LAS 3 ALTERNATIVAS DE SITIOS

Carácter	Alternativa 1	Ptje.	Alternativa 2	Ptje.	Alternativa 3	Ptje.
Ubicación	Se encuentra en las afueras de la ciudad de Tarija al sur este, es una zona de transición entre la área urbana y rural.	5	Se encuentra ubicado en la zona Suroeste de la ciudad, Además, está catalogado como zona industrial.	6	El terreno está situado al este de la ciudad de Tarija, se encuentra cercanías de la zona industrial.	8
Accesibilidad y conectividad	El terreno tiene un limitado acceso está conectado a una vía de primer orden de tierra y con accesos a vías de segundo orden.	4	El terreno está conectado con la vía de primer orden la ruta nacional N°11 que es asfaltada y una vía secundaria de segundo orden.	5	El terreno está cerca de la ruta nacional N°11 que es asfaltada. El ingreso al sitio es por una vía de segundo orden.	7
Entorno	Se puede observar lotes vacíos con construcciones diversas. Al este y sureste, predominan áreas agrícolas mientras que hacia el oeste se encuentra el área residencial más consolidado.	5	Es un área dispersa con zonas de agricultura y con centros poblados de manera dispersa. Al este con una quebrada. Al oeste una zona de viviendas agrupadas.	6	Esta área se caracteriza por encontrarse en un área con una densidad baja. Al norte una serranía con viviendas dispersas, al oeste con áreas de cultivo y una quebrada.	7
Paisaje	Presenta una vegetación escasa, compuesta principalmente por matorrales y arbustos un suelo erosionado	5	En el terreno existen varios tipos de vegetación media como los churquis y arbustos y con cultivos.	7	El paisaje se caracteriza por una vegetación es escasa y se compone principalmente de matorrales y arbustos dispersos.	8

Topografía	La topografía se caracteriza por ser en su mayoría plana, lo que favorece el para el desarrollo del proyecto.	7	El terreno presenta una topografía regular, semi plana con un desnivel con una pendiente de 2% y 5%.	8	La topografía de la zona es mayormente plana, con una pendiente entre los 3% y 5%	7
Aspectos Ambientales	En la zona presenta unas temperaturas en promedio que varía entre 5°C a 25°C. La precipitación en temporada de lluvia alcanza unos 155 mm. Los vientos predominan por el sureste.	8	En la zona presenta unas temperaturas en promedio que varía entre 5°C a 25°C. La precipitación en temporada de lluvia alcanza unos 155 mm. Los vientos predominan por el sureste.	8	En la zona presenta unas temperaturas en promedio que varía entre 5°C a 25°C. La precipitación en temporada de lluvia alcanza unos 155 mm. Los vientos predominan por el sureste.	8
Servicios Básicos	La zona se encuentra en un área dispersa carece de alumbrado público. Cuentas con los servicios de Energía eléctrica, Agua potable, no cuenta con Gas Domiciliario, si cuenta con alcantarillado.	7	Cuenta con todos los servicios básicos como la Energía eléctrica, Agua potable, cuenta el suministro de gas y el alcantarillado sanitario.	8	Cuenta con todos los servicios básicos como la Energía eléctrica, Agua potable, cuenta el suministro de gas.	8
Derecho Propietario	La propiedad del terreno seleccionado es del Gobierno Autónomo Municipal de Tarija.	8	El derecho propietario es Privada, la normativa vigente tiene la facultad de adquirir el terreno.	7	El derecho propietario es de propiedad del gobierno Municipal de Tarija	7
Total		6.12		6.87		7.50

Fuente: Elaboración Propia

8.6.1. VALORACIÓN DEL TERRENO

FIGURA 47: VALORACIÓN DEL 1-8 SEGÚN EL SIGUIENTE CRITERIO:

PUNTAJE	DESCRIPCIÓN
1 - 2	Deficiente
3 - 4	Limitado
5 - 6	Regular
7 - 8	Buena

Fuente: Elaboración Propia

8.7. ELECCIÓN DEL TERRENO

El terreno a elegir es el resultado del cuadro comparativo, con un puntaje de 7.50/8 la “**alternativa 3**” que se ubica en la zona del El Portillo, a una distancia de 13.8 km del centro de la ciudad, es el terreno ganador para la elaboración de la propuesta una Planta de reciclaje de Neumáticos. La selección de este terreno se fundamenta por su cercanía a la Ruta Nacional N°11, que forma parte de la red vial principal del país, asegurando una excelente conectividad tanto a nivel regional como nacional, además está proyectado a futuro una zona industrial y el acceso directo a los servicios básicos.

FIGURA 48: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS EQUIPAMIENTOS



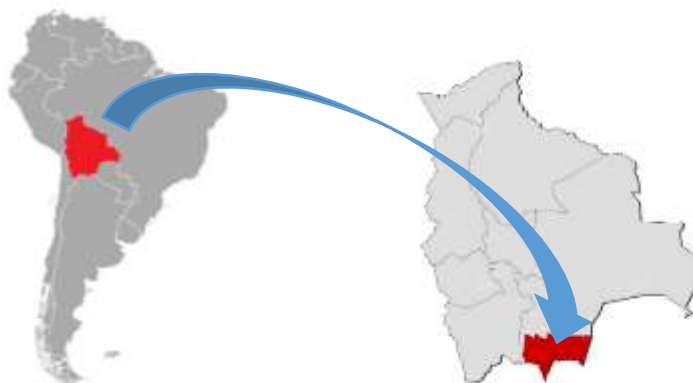
Fuente: Plan Municipal de Ordenamiento Territorial: Diagnóstico Integral Municipal

8.8. ANÁLISIS URBANO

8.8.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El Estado Plurinacional de Bolivia, situada en el corazón de América del Sur, Dividido en 9 departamentos, 112 provincias, más de 330 municipio y una región autónoma, la capital oficial es la Ciudad de Sucre, que alberga al órgano Judicial, mientras la sede de gobierno se encuentra en la ciudad de La Paz, con una superficie de 1.098.581 km². Limita al norte y noreste con Brasil, al noroeste con Perú, al sudeste con Paraguay, al sur con la Argentina y al oeste y sudoeste con Chile.

FIGURA 49: MAPA DE BOLIVIA Y EL DEPARTAMENTO DE TARIJA



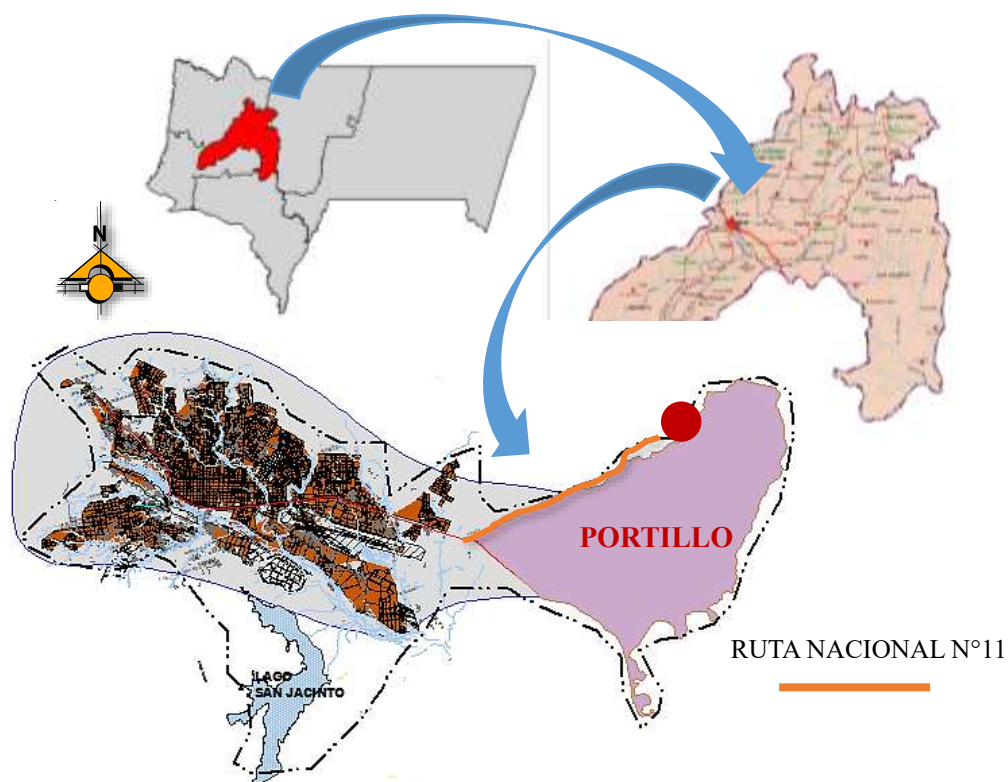
Fuente: Google imágenes/Elaboración Propia

El departamento de Tarija se ubica en el suroeste del Estado Plurinacional de Bolivia, cuenta con seis provincias, limita al norte con el departamento de Chuquisaca, al sur con Argentina al este con Paraguay y el oeste con los departamentos de Chuquisaca y Potosí, con una extensión de 37,623 km² que representa el 3.4% del territorio nacional y una población de 534.348 habitantes (Censo 2024).

8.8.2. DELIMITACIÓN DEL SITIO

El proyecto está localizado en el municipio de Tarija, primera Sección de la provincia Cercado del Departamento de Tarija, situada en el centro oeste del departamento de Tarija. Limita al Norte y oeste con la Provincia Eustaquio Méndez, al Este con la Provincia Burdet O'Connor, al Sureste con la Provincia Aniceto Arce, y Suroeste con la Provincia José María Avilés. Con una superficie de 2.638 km², con una altura de 1.834 msnm. Su población asciende a aproximadamente 238.942 habitantes (Censo 2024).

FIGURA 50: MAPA DEL DEPARTAMENTO DE TARIJA Y LA PROVINCIA CERCADO



Fuente: Google imágenes/Elaboración Propia

8.8.3. LÍMITES FÍSICOS

FIGURA 51: JERARQUÍA DE VÍAS ZONA EL PORTILLO



Fuente: Google imágenes/Elaboración Propia

8.8.4. RELIEVE

La zona se destaca por tener áreas planas, sobre todo la central con leves ondulaciones con una altura media de 1857 msnm. En el noreste se pueden apreciar sectores montañosos con laderas pronunciadas, al noreste se pueden apreciar formaciones montañosas cubiertas de vegetación tipología media, se caracterizan por sus laderas empinadas, al sur se aprecian una escasa urbanización, viviendas dispersas y se destacan una amplia cobertura de terrenos agrícolas.

8.8.5. QUEBRADAS

Se aprecian quebradas y cursos de agua irregulares y semi secos o intermitentes, que descienden desde las áreas elevadas hacia las zonas más planas del centro del El Portillo. Estos son trazos sinuosos y están rodeados de vegetación en diversos tramos. Los cursos de agua son estacionales solo en temporada de lluvias sube el caudal. En la zona existe una red de canales de riego funcionando todo el año.

En el centro y sur de la zona predominan parcelas agrícolas claramente delimitadas, con cultivos de diverso tipo y tamaños, entre ellas hortalizas y se destaca la vid, las parcelas están dispuestas en forma ortogonal, lo que indica uso intensivo del suelo.

8.8.6. LÍMITES ADMINISTRATIVOS

El municipio de Tarija se divide en el área urbana que es la ciudad de Tarija, capital de la provincia y del departamento; y el área rural constituida, actualmente, por 10 Sub Centrales. El territorio se divide por distritos, 13 distritos urbanos y 8 distritos rurales.

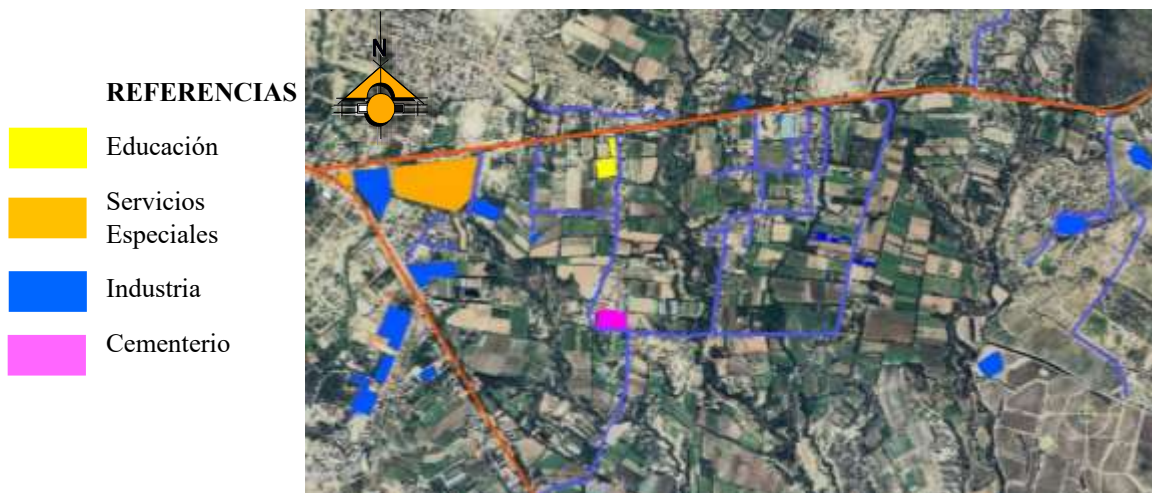
GRÁFICO 19: MUNICIPIO DE TARIJA, ÁREA POR DISTRITOS

DISTRITO	DENOMINATIVO	PERÍMETRO	SUPERFICIE	PORCENTAJE
1 al 13	Urbanos	62 km	105,57 km ²	4%
15 al 22	Rurales	791 km	2.533,49 km ²	96%
Totales		853 km	2.638,49 km ²	100%

Fuente: PTDI 2016 – 2020 GAMT Radio Homologado 2018

8.9. RELACIONES ESPACIALES DEL ÁREA CON LA ZONA

FIGURA 52: ZONIFICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

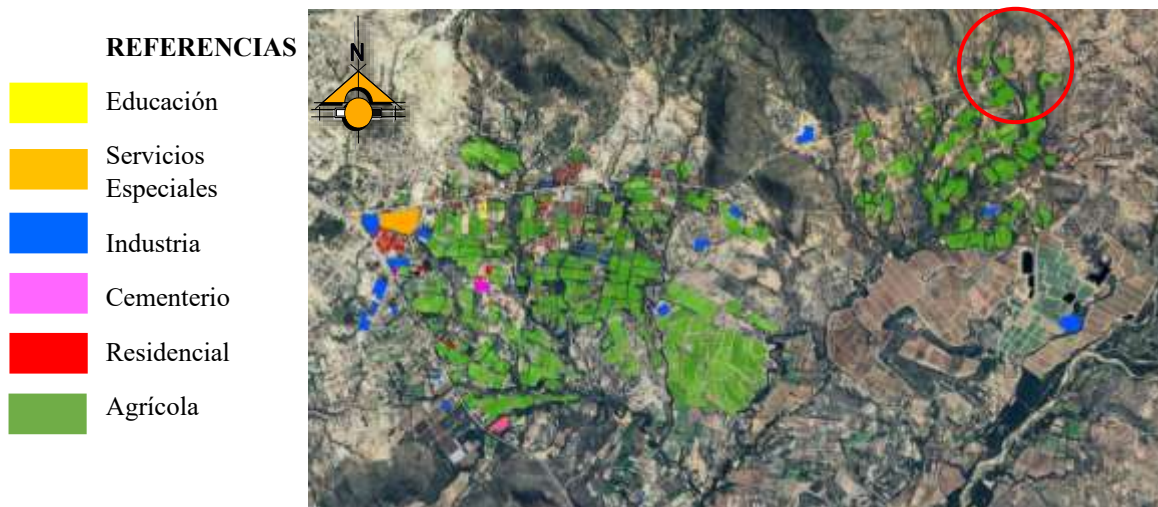


Fuente: Google Maps/Elaboración Propia

El área de estudio se encuentra en el distrito 18 al este de la Ciudad de Tarija, una zona industrial en crecimiento, con muchas empresas de distinto tipo ya establecidas, en esta se encuentra zonas residenciales de baja densidad. Se prevé un crecimiento a esta zona, tanto la residencial como la industrial, es una de expansión tanto residencial como industrial, tiene una buena conexión vial, esto facilita a los usuarios en sus diferentes actividades.

8.10. RELACIONES ESPACIALES DEL ÁREA CON SU CONTEXTO

FIGURA 53: ZONIFICACIÓN SEGÚN TIPOLOGÍA



Fuente: Google Maps/Elaboración Propia

8.11. RELACIÓN DEL ÁREA CON EQUIPAMIENTOS SIMILARES

FIGURA 54: ZONIFICACIÓN ZONA INDUSTRIAL

REFERENCIAS

Industria



Fuente: Google Maps/Elaboración Propia

En la zona se establecieron todo tipo de industrias, la incorporación de una planta de reciclaje en la zona, no interrumpe con el contexto de la zona, ya que asegura la viabilidad del proyecto. La ubicación de este tipo de industria otorga un valor estratégico, destacado su importancia de protección al medio ambiente. Las actuales industrias están dispersos y separados, con un crecimiento a largo plazo esto permitirá optimizar los recursos, reducir los tiempos de traslado y promover la sinergia entre los diferentes sectores productivos.

8.12. RED VIAL

FIGURA 55: TIPOLOGÍA DE VÍAS EN LA ZONA EL PORTILLO

REFERENCIAS

VÍAS DE PRIMER
ORDEN



VÍAS DE
SEGUNDO ORDEN



Fuente: Google Maps/Elaboración Propia

8.13. ELECCIÓN DEL TERRENO

El terreno seleccionado es la “alternativa” 3 que se encuentra más propiamente en el distrito 18 al sur-este de la Ciudad de Tarija, zona El Portillo, sobre la ruta nacional N°11 que es asfaltada una ruta troncal que se conecta con el chaco Tarijeño. Se encuentra a media hora del centro de la ciudad.

FIGURA 56: UBICACIÓN DEL TERRENO SELECCIONADO



Fuente: <https://es-bo.topographic-map.com/>Elaboración Propia

8.13.1. DIMENSIONES

El terreno escogido para la Planta de Reciclaje de Neumáticos fuera de Uso (NFU). Cuenta con una superficie total de 25,820.30 m² que son 2.5 hectáreas de terreno. El terreno se caracteriza por ser polígono regular.

8.13.2. COLINDANCIAS

- Al Norte con viviendas dispersas.
- Al Este con una quebrada y viviendas dispersas
- Al oeste colinda por una vegetación media, una quebrada y un cultivo.
- Al Sur limita con la Ruta Nacional N°11.

8.13.3. FORMA

El terreno que se encuentra en El Portillo cuenta una forma, polígono irregular que se encuentra directamente conectado hacia la vía de la Ruta Nacional N°11.

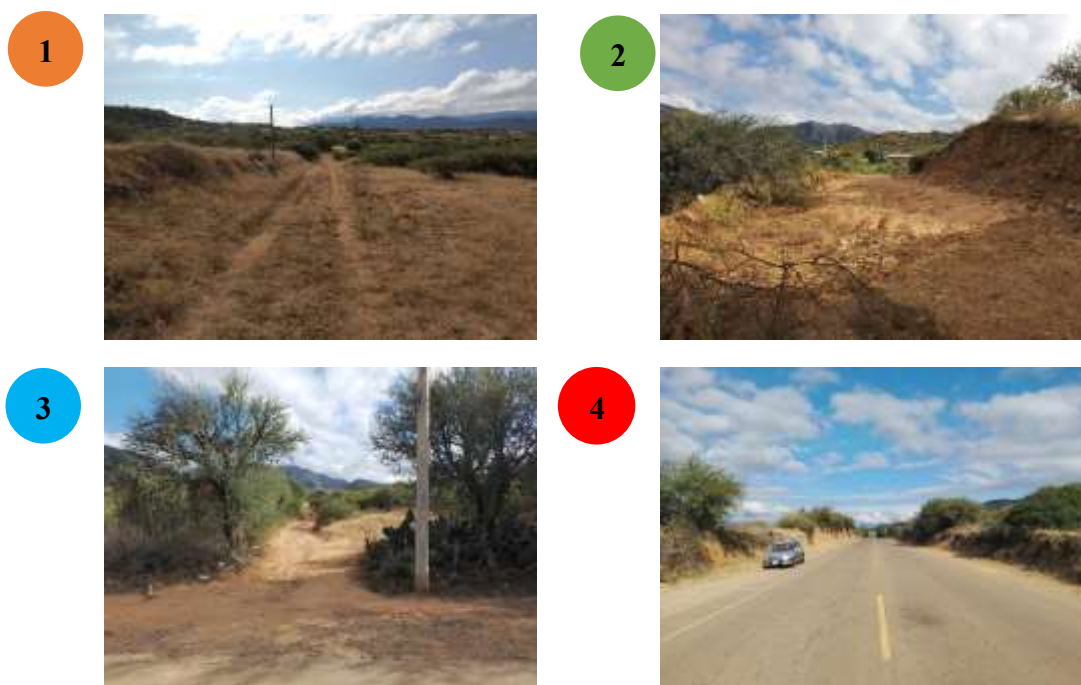
8.13.4. ACCESIBILIDAD Y VIALIDAD

El terreno cuenta con una excelente accesibilidad a la carretera gracias a su proximidad de la ruta nacional N°11, este ofrece un acceso directo al área de intervención a través de una vía de primer orden. Actualmente, las vías secundarias están en proceso de consolidación la zona tiene una baja densidad, con viviendas dispersas.

FIGURA 57: VÍAS DEL TERRENO



Fuente: Google Maps / Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

8.13.5. TOPOGRAFÍA

FIGURA 58: UBICACIÓN DEL TERRENO



Fuente: <https://es-bo.topographic-map.com>

El terreno presenta variados desniveles con distintas pendientes y distintos relieves las cuales son la característica de la Zona el Portillo. La provincia se caracteriza por paisajes de montañas, serranías y colinas que se ubican a latitudes entre 1.750 y 3400 msnm. Con pendientes entre 15% y 60% con afloramientos rocosas y pedregosidad superficial variantes. Con Llanura con altitudes de 1.700 y 2.400 msnm. Con un paisaje ondulado, la pendiente varía entre un 15% con pendientes más fuertes. En las zonas planas se encuentran pendientes más suaves desde plano a casi plano 2% y 10% de pendiente. En lo que respecta al terreno se caracteriza por ser predominantemente plano. En la parte inicial del terreno, se observan desniveles suaves, pero en general, se mantiene una uniformidad en todo el terreno, lo que garantiza una buena estabilidad, este tipo de suelo es rocoso-arcilloso.

8.13.6. VISUALES DEL ENTORNO

FIGURA 59: CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO



Fuente: Google Maps / Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

8.14. ESTRUCTURA CLIMÁTICA

8.14.1. TEMPERATURA

Presenta una temperatura media anual de 17,9°C con máximas medias anuales de 26,2°C y 9.5°C de mínima media anual. La temperatura máxima extrema registrada fue de 39,3°C; olas de calor han aparecido en los últimos años con temperaturas extremas de casi 40°C y sequías.

GRÁFICO 20: TEMPERATURA MÁXIMA Y MÍNIMA PROMEDIO

PROMEDIO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC
MÁXIMA	24 °C	24 °C	23 °C	23 °C	21 °C	20 °C	20 °C	22 °C	23 °C	24 °C	24 °C	25 °C
TEMP.	20 °C	20 °C	19 °C	18 °C	15 °C	13 °C	12 °C	14 °C	16 °C	19 °C	19 °C	20 °C
MÍNIMA	16 °C	16 °C	15 °C	13 °C	9 °C	6 °C	5 °C	7 °C	10 °C	13 °C	15 °C	16 °C

Fuente: <https://es.weatherspark.com/> Tarija

8.14.2. PRECIPITACIÓN FLUVIAL

En lo referido a las precipitaciones, en la zona presenta una marcada estacionalidad, puesto que el 94% de las lluvias se presentan entre octubre y marzo con mucha vulnerabilidad espacial. El mes con más lluvia en Tarija es enero, con un promedio de 130.2 milímetros de lluvia. El mes con menos lluvia en Tarija es julio, con un promedio de 0.3 milímetros de lluvia. La precipitación anual alcanza los 584,3 milímetros.

GRÁFICO 21: PROMEDIO DE PRECIPITACIÓN

PROMEDIO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC
PRECIPITACIÓN TOTAL	130.2	100.4	90.3	16.1	1.7	0.2	0.3	1.9	7.0	37.1	73.2	125.9
DÍAS DE PRECIPITACION ES (≥ 1 MM)	14.8	12.5	11.2	4.0	1.1	0.3	0.3	0.9	2.6	6.8	10.4	12.8

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Bolivia

8.14.3. VIENTOS

La velocidad promedio del viento en la zona presenta variaciones estacionales a lo largo del año. La época más ventosa se extiende desde Julio hasta los primeros días de enero, las velocidades del viento superan los 10,7 km/h. Noviembre es el mes más ventoso, con una velocidad promedio de 11,7 km/h. El periodo más tranquilo es del mes de enero hasta julio. Abril es el mes más calmado, con vientos con una velocidad promedio de 9,7 km/h. Los vientos predominan mayormente de sud-este y existen variaciones de la dirección del viento entre el noroeste, sureste y el este.

FIGURA 60: DIRECCIÓN DEL VIENTO ZONA EL PORTILLO



Fuente: <https://mapcarta.com/> //Elaboración Propia

8.14.4. HUMEDAD

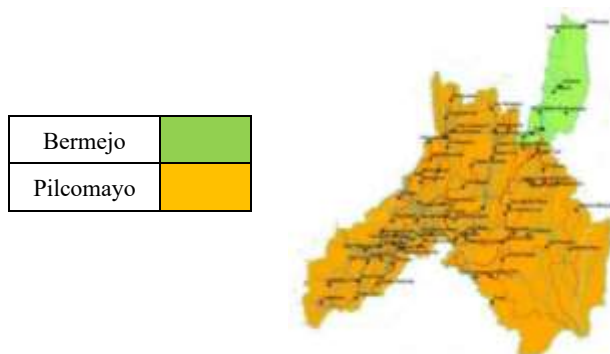
El nivel de comodidad asociado a la humedad se basa en el punto de rocío, ya que este indicador determina si el sudor se evaporará de la piel, contribuyendo así al enfriamiento del cuerpo. Cuando los puntos de rocío son bajos, la sensación es más seca, mientras que, en condiciones de altos puntos de rocío, la humedad es más notable.

GRÁFICO 22: PROMEDIO DE HUMEDAD EN TARIJA

PROMEDIO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
HUMEDAD RELATIVA (%)	67.1	68.9	68.6	65.6	58.9	53.0	51.9	50.0	50.8	54.6	59.6	64.1

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Bolivia

8.14.5. ASOLAMIENTO

FIGURA 62: MAPA DE LAS CUENCAS MAYORES

Fuente: Plan Municipal de Ordenamiento Territorial

8.15.1. RÍOS

El valle central de Tarija en su hidrografía está conformado por cuatro ríos principales: El río Guadalquivir, Santa Ana, Tolomosa y el Camacho; La confluencia del río Camacho y el río Guadalquivir forman el río Tarija que es afluente del río Grande de Tarija en la cuenca del río Bermejo. La cuenca del río Camacho está ubicada en la parte sudoeste del valle central de Tarija.

FIGURA 63: RÍOS EN LA ZONA DE EMPLAZAMIENTO

Fuente: Google Maps / Elaboración Propia

8.16. ESTRUCTURA ECOLÓGICA

8.16.1. VEGETACIÓN

En el valle central de Tarija se pueden hallar diversas formaciones vegetales, como acacias, molles, sauces y churquis, que conforman una cobertura vegetal caducifolia, adaptada a un clima seco caracterizado por una vegetación espinosa y dispersa. También se incorporaron de vegetación exótica, eucalipto, fresnos, pinos, cerezo, y palmeras.

8.16.2. PAISAJE NATURAL

La vegetación existente en la zona es de tipo media y baja, y se compone de más de tres especies, entre las cuales destacan los molles, churquis (taco), los cactus y los pastizales.

FIGURA 64: VEGETACIÓN EXISTENTE EN LA ZONA



CACTUS



MATORALES



CHURQUI



MOLLE



TACO

Fuente: Elaboración Propia

8.17. SERVICIOS BÁSICOS

El Portillo es una zona urbana- rural es un área con una densidad baja, sin embargo, cuenta con la red de energía eléctrica que está distribuida en toda la zona el Portillo, en cuanto al alumbrado público es muy disperso. Si cuenta con la cobertura del agua potable, también cuenta agua mediante pozos que es tratada y llevada a un tanque elevado la cual se distribuye a toda la zona. No cuentan con una red de alcantarillado sanitario, pero si con pozos sépticos que posee cada vivienda de la zona.

UNIDAD VII

INTRODUCCIÓN AL PROCESO DE DISEÑO

9. USUARIO

Para determina la cantidad del usuario final se considera la población entre los 18-50 años entre hombres y mujeres las cuales tomaremos un total de 40 personas.

DISTRIBUCIÓN DE POBLACIÓN (18-50 AÑOS)		
Detalle	Porcentaje	Cifra
Hombres	50.00%	15 a 20
Mujeres	50.00%	15 a 20
Total	100.00%	40

9.1. CÁLCULO HACIA 30 AÑOS FUTURO DE LOS USUARIOS

$$PF = Pi \times (1 + r)^n$$

Donde:

Pi = Población inicial (40 personas)

r = Tasa de crecimiento (2.6% = 0.026)

n = Número de años que se desea proyectar (30 años del 2025 al 2055)

Pf = Población final proyectada después de “n” años

$$PF = 40 \times (1 + 0.026)^{30}$$

$$PF = 86.39$$

9.2. TIPO DE INDUSTRIA (JORGE SARAVIA VALLE)

El tipo de industria del proyecto propuesto de La planta de Reciclaje Neumáticos en el Municipio de Cercado -Tarija. Está catalogado como bienes intermedios o de insumo indirecto, todos aquellos que sirven para la elaboración de un bien final o para la elaboración de otro producto Intermedio. Este tipo de industria en su volumen de producción está clasificado como Industria Liviana o Ligera, cuyo volumen de productos no es gran escala.

9.3. PATRÓN DE ASENTAMIENTO INDUSTRIAL

Este tipo de industria se localizan en conjuntos concentrados o en línea a largo de las carreteras y son servidas directamente por transporte motorizado. Sus características están orientadas a la infraestructura regional Medianas extensivas.

9.4. DENSIDAD LABORAL

Esta densidad considera el número de obreros divididos por la superficie del lote.

Localización: No determinate del Patrón.

Densidad Laboral: 150 a 100 obreros/Ha.

Lote: De $\frac{1}{2}$ a 1 Ha o de (5000 m² – 10000 m²).

La superficie de Lote propuesta donde se emplazar el proyecto es de 25000 m². El cálculo para determinar el número de obreros por m².

Norma: 13.30 m² POR OBRERO

10. PREMISAS DE DISEÑO URBANO Y ARQUITECTÓNICO

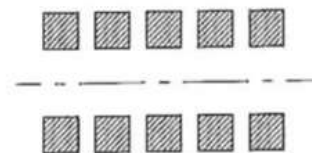
10.1. PREMISAS DE EMPLAZAMIENTO Y ACCESIBILIDAD

- Acompañar con aceras anchas con una red vial definido.
- Plantear aceras con pavimentación drenante esto permite el drenaje eficiente del agua de lluvia.
- Diseñar los accesos al terreno desde las vías circundantes, estableciendo una conexión directa y eficiente para el transporte de carga pesada.
- Implementar señalética en las vías de acceso.
- La incorporación de paradas para el transporte privado y público.

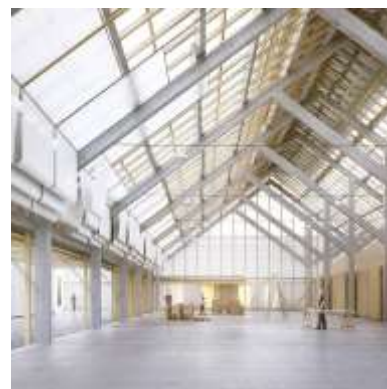


10.2. PREMISAS FUNCIONALES

- El diseño debe enfocarse en una organización espacial lineal, eficiente con recorridos libres, un buen flujo de trabajo personas y la maquinaria.
- Separación de espacios tanto los ingresos, recepción, acopio, procesamiento, almacenamiento, oficinas y servicios. La separación física entre zonas limpias y sucias.
- Se contemplará estacionamientos públicos y privados para los usuarios.
- Diseñar áreas abiertas para una conseguir una eficiencia energética, reducir el consumo de energía en el interior.
- Texturas y señalizaciones en áreas críticas.

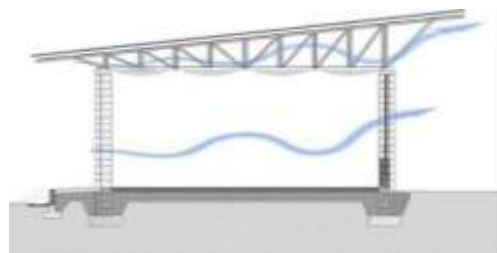


Lineal



10.3. PREMISAS ESPACIALES

- Se necesita un espacios amplio y flexible, con una altura adecuada para la maquinaria, el almacenamiento vertical. El diseño debe incluir naves el ingreso de luz natural, libres de columnas interiores.

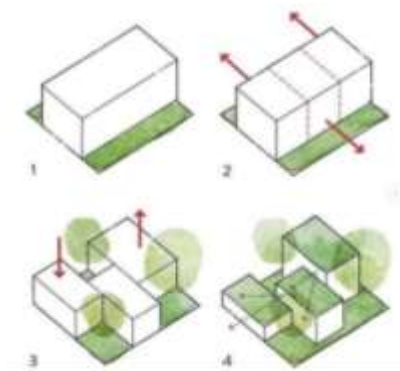


- Los espacios deben ser diseñados que cumplan sus funciones con el ingreso de iluminación natural.
- Los espacios deben ser flexibles para adaptarse a diferentes usos y las necesidades.
- Altura libre amplia con espacios con techos elevados que facilitan la entrada de maquinaria, el almacenamiento vertical y una adecuada ventilación.
- Generar espacios comunes en los recorridos con descansos y jardines.



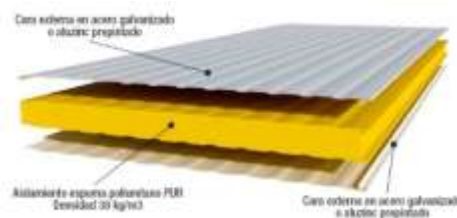
10.4. PREMISAS MORFOLÓGICAS

- Es un diseño de arquitectura industrial que es destinados a la producción, almacenamiento y distribución de bienes.
- Separar visualmente los volúmenes según su uso (acopio, procesamiento y administración).
- Cubiertas con inclinación con aleros, que facilitan la evacuación de aguas de la lluvia, evitan la acumulación de calor y mejoran.
- La jerarquía de volúmenes, diferencia de alturas en el ingreso principal.

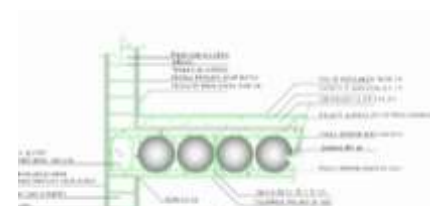


10.5. PREMISAS TECNOLÓGICAS

- La cubierta debe ser termoacústica, tipo sándwich flexible alveolar, mejorará el confort térmico, sino que también ayudará a reducir ruidos.

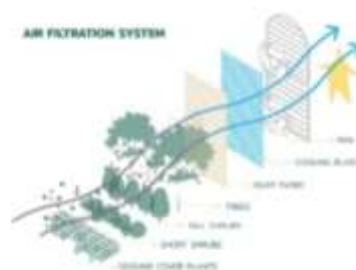


- Aplicación de placas de aluminio Compuesto (Alucubond) en las fachadas para que generen confort térmico.
- Seleccionar materiales de construcción de bajo mantenimiento como el acero galvanizado, aluminio, vidrio laminado, y revestimientos de alta resistencia.
- Diseñar la infraestructura necesaria para la aplicación del sistema de vector activo en el área industrial.
- Losas Prenova de H°A° sin vigas, diseñada para ser más ligera mediante el uso de esferas o discos de plástico reciclado incrustados en el hormigón.



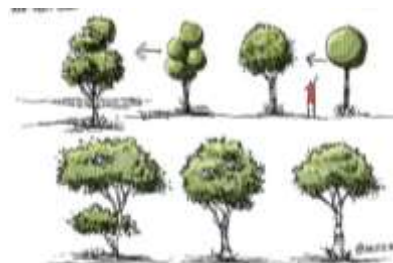
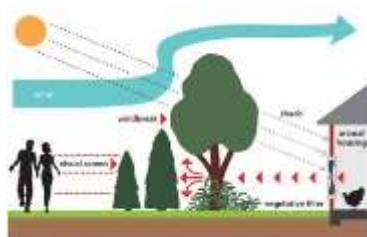
10.6. PREMISAS AMBIENTALES

- Integración armónica con el entorno buscando minimizar el impacto visual y ambiental.
- Implementar una gestión de los residuos en el sitio, incluyendo sistemas de tratamiento de agua grises, de separación y el almacenamiento.
- El uso de iluminación natural, la ventilación cruzada.
- Recolección de aguas pluviales para destinarlas a usos secundarios, como la limpieza o el riego de las áreas verdes.
- Integrar paneles solares para reducir el consumo.
- Incorporación de celosías perforados los cuales permiten el paso controlado de luz y aire.



10.7. PREMISA PAISAJÍSTICA

- Respetar la vegetación existente e incorporando nuevas especies.
- Generar masas arbóreas para generar barreras para el viento.



10.8. PREMISAS POLÍTICAS

Serán de acuerdo a las normas de la Guía Boliviana de construcción de edificaciones.

(VENTILACIÓN E ILUMINACIÓN). I. Las edificaciones deben tener espacios descubiertos (pozos aire - luz) y/o retiros necesarios para lograr una buena iluminación y ventilación natural; dichos espacios no deberán ser techados parcial o totalmente con volados, escaleras, corredores o pasillos.

(ACCESOS Y SALIDAS). Las vías de acceso, intercomunicación y salida deberán tener una altura mínima de 2.10 metros y un ancho de 0.90 metros cuando menos. Estas dimensiones no se aplican cuando las puertas corresponden a salidas de emergencia.

(CIRCULACIONES HORIZONTALES). Las características y dimensiones de las circulaciones horizontales deberán ajustarse a las siguientes disposiciones:

- Todos los locales de un edificio deberán tener salidas, pasillos o corredores que conduzcan directamente a las puertas de salida o a las escaleras.
- El ancho mínimo de los pasillos y de las circulaciones en locales públicos será de 1.20 m, excepto en interiores de viviendas unifamiliares y de oficinas, donde podrá ser de 0.90 m. como mínimo.
- Los pasillos y los corredores deberán tener un mismo ancho en toda su longitud.
- La altura mínima de los barandales, cuando se requieran será de 0.90 cm. y se construirán de manera que impidan el paso de niños a través de ellos.

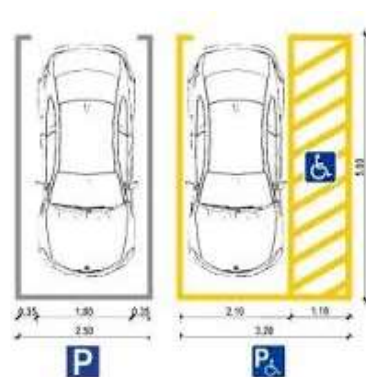
(ESCALERAS Y RAMPAS). Las edificaciones tendrán escaleras o rampas peatonales, con un ancho mínimo de 1.20 metros, que comuniquen todos sus niveles.

(REQUISITOS PARA ESCALERAS).

- Las escaleras serán en tal número que ningún punto servido del piso o planta se encuentre a una distancia mayor de 30 metros de alguna de ellas.
- En cualquier otro tipo de edificio, el ancho mínimo será 1.20 metros.

(CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTACIONAMIENTOS).

- Carriles separados, debidamente señalados, para la entrada y salida de los vehículos, con un ancho mínimo de 2.60 m. cada uno.
- Para cada vehículo se destinará un área mínima de 12.50 m², con las dimensiones de 2.50 metros por 5.00 metros.
- Deberán existir protecciones adecuadas en rampas, fachadas y elementos estructurales, con dispositivos capaces de resistir los posibles impactos de los automóviles.
- Las circulaciones para vehículos deberán estar separadas de las peatonales.



10.9. PROGRAMA CUALITATIVO

AMBIENTES				
AREA	Nº	ESPACIOS	CUALIDAD	MOBILIARIO
ÁREA EXTERIOR	1	PATIO CENTRAL	Área de comunicación con diferentes espacios de trabajo	Pérgolas y asientos
	2	ESTACIONAMIENTO PRIVADO Y MOTOS	Espacio donde se Parquean autos	-
	3	ESTACIONAMIENTO PUBLICO	Espacio donde se Parquean autos	-
	4	PATIO DE MANIOBRAS	Donde los vehículos pesados, circulan	Giro de Camiones
	5	ESTACIONAMIENTO DE CAMIONES	Espacio donde se Parquean Camiones de carga pesada	Lugar de carga y descarga
	6	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	Donde almacenan el agua potable	Tanque de almacenamiento

AMBIENTES				
AREA	Nº	ESPACIOS	CUALIDAD	MOBILIARIO
ADMINISTRACION	1	HALL PRINCIPAL	Espacio de bienvenida donde pueda socializar el usuario	Sillones
	2	RECEPCION	Lugar donde se da la información	Mesón y silla
	3	SECRETARIA	Se encarga de la comunicación entre público y personal Administrativo	Escritorio y Silla
	4	GERENTE GENERAL	Es el encargado de la Administración General	Escritorio y Silla
	5	SALA DE REUNIONES	Reunión de toda índole con referencia a lo administrativo	mesa y sillas
	6	CONTABILIDAD	Encargado de la Administración Económica	Escritorio y Silla
	7	RECURSOS HUMANOS	Encargado de Socializar con el Personal	Escritorio y Silla
	8	OFICINA JEFE DE PRODUCCIÓN	Encargado de la planificación, organización, supervisión y control de los procesos de fabricación	Escritorio y Silla
	9	OFICINA DE MARKETING PUBLICIDAD	Encargado de hacer marketing digital y difusión.	Escritorio y Silla
	10	OFICINA DE LOGÍSTICA Y COMPRAS	Encargado de las compras insumos de la planta	Escritorio y Silla
	11	SERVICIOS SANITARIOS H Y M	Necesidades Fisiológicas	Inodoro, lavamanos
	12	INFORMACION Y PREVENTA	Encargado de hacer ventas al por mayor y menor	Estante mesón de Computadora
	13	SALA DE USOS MÚLTIPLES	Espacio de reunión y capacitación	Sillas y mesas
	14	COCINETA	Preparación de Alimentos	Mesón sillas Cocina

AMBIENTES				
AREA	Nº	ESPACIOS	CUALIDAD	MOBILIARIO
AREA DE PROCESAMIENTO	1	ACOPIO DE MATERIALES	Deposito	Estantes
	2	INSPECCIÓN Y CLASIFICACIÓN	Maquinaria	maquina
	3	DESMONTAJE O TRITURACIÓN PRIMARIA	Maquinaria	maquina
	4	TRITURACIÓN SECUNDARIA O MOLIENDA	Maquinaria	maquina
	5	GRANULACIÓN FINA	Maquinaria	maquina
	6	CRIBADO Y CLASIFICACIÓN	Maquinaria	maquina
	7	DISTRIBUCIÓN DE GRANULADO	Maquinaria	maquina
	8	MÁQUINAS DE FABRICACIÓN DE PRODUCTOS	Maquinaria	maquina
	9	ALMACENAMIENTO GENERAL	Almacén	Espacios señalética
	10	DESPACHO Y ENVIO	Almacén	Carros montantes

AMBIENTES				
ÁREA	Nº	ESPACIOS	CUALIDAD	MOBILIARIO
ÁREA DE SERVICIOS ADMINISTRATIVOS Y OPERATIVOS	1	PRIMEROS AUXILIOS	Encarga de dar primeros auxilios	Camilla, Escritorio y Silla
	2	OFICINA DE SUPERVISIÓN	Planificación, coordinación y supervisión del proceso	Escritorio y Silla
	3	CONTROL DE CALIDAD	Control de calidad de los productos	Escritorio y Silla
	4	DEPOSITO	Guardar cosas en general	estantes
	5	MANTENIMIENTO Y REPARACION	Repara y observación de maquinaria	Herramientas
	6	BAÑO Y VESTIDOR DEL PERSONAL	Necesidades Fisiológicas	Duchas, Inodoro, lavamanos

AMBIENTES				
AREA	Nº	ESPACIOS	CUALIDAD	MOBILIARIO
AREA DE SERVICIOS GENERALES	1	CUARTO DE COMBUSTIBLE	Guarda combustible para máquinas y montacargas	Contenedores metálicos
	2	TRATAMIENTO DE RESIDUOS DEL MANTEAMIENTO DE LAS MAQUINAS	Almacenaje de residuos	Contenedores metálicos
	3	CUARTO DE CALDEROS	Calentar el agua	Calderos
	4	CUARTO DE MAQUINAS	Administrar el equipamiento en general	Escritorio, Silla
	5	CUARTO DE BASURA	Juntar los desperdicios	Tachos de basura
	6	GENERADOR DE LUZ	Proporcionar una fuente de energía alternativa o de respaldo para alimentar en caso de corte	Base de hormigón
	7	CUARTO DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	Guardado de herramientas del personal	Estantes y mesas
	8	ALMACÉN DE MATERIALES LÍQUIDOS	Guardo de productos, materia prima	Estantes
	9	DEPOSITO DE LIMPIEZA	Guardar cosas en general	Estantes
	10	SERVICIOS SANITARIOS H Y M	Necesidades Fisiológicas	Inodoro, lavamanos
	11	COMEDOR CAFETERIA	Área donde se ofrecer alimentos y bebidas	Mesas y sillas
	12	BAÑO DEL PERSONAL	Necesidades Fisiológicas	Inodoro, lavamanos y duchas
	13	ALMACEN	Almacén donde se guarda los productos	Estantes
	14	CUARTO FRIO	Para prolongar la vida útil de productos perecederos	Estantes

10.10. PROGRAMA CUANTITATIVO

AMBIENTES							
AREA	Nº	ESPACIOS	CANTIDAD DE AMBIENTES	LARGO	ANCHO	SUPERFICIE ÚTIL M2	SUPERFICIE PARCIAL CONSTRUIDA
AREA EXTERIOR	1	PATIO CENTRAL	1	62,00	25,00	1550,00	1550,00
	2	ESTACIONAMIENTO PRIVADO Y MOTOS	10	5,00	2,50	12,50	12,50
	3	ESTACIONAMIENTO PUBLICO	10	5,00	2,50	12,50	12,50
	4	PATIO DE MANIOBRAS	1	23,00	21,00	483,00	483,00
	5	ESTACIONAMIENTO DE CAMIONES	1	35,00	21,00	735,00	735,00
	6	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	1	6,00	4,00	24,00	24,00
						SUBTOTAL M2	2817,00

AMBIENTES							
AREA	Nº	ESPACIOS	CANTIDAD DE AMBIENTES	LARGO	ANCHO	SUPERFICIE ÚTIL M2	SUPERFICIE PARCIAL CONSTRUIDA
ADMINISTRACION	1	HALL PRINCIPAL	1	12,00	7,50	90,00	90,00
	2	SALA DE ESPERA	1	5,00	4,50	22,50	22,50
	3	SECRETARIA	1	4,50	4,20	18,90	18,90
	4	GERENTE GENERAL	1	5,00	4,20	21,00	21,00
	5	SALA DE REUNIONES	1	7,00	4,20	29,40	29,40
	6	CONTABILIDAD	1	4,30	4,20	18,06	18,06
	7	RECURSOS HUMANOS	1	4,30	4,20	18,06	18,06
	8	OFICINA JEFE DE PRODUCCIÓN	1	4,30	4,20	18,06	18,06
	9	OFICINA DE MARKETING PUBLICIDAD	1	4,30	4,20	18,06	18,06
	10	OFICINA DE LOGÍSTICA Y COMPRAS	1	4,30	4,20	18,06	18,06
	11	SERVICIOS SANITARIOS	1	2,20	1,50	3,30	3,30
	12	INFORMACION Y PREVENTA	1	2,20	1,50	3,30	3,30

	13	SALA DE USOS MÚLTIPLES	1	12,00	9,00	108,00	108,00
	14	COCINETA	1	4,00	1,60	6,40	6,40
						SUBTOTAL M2	393,10

AMBIENTES							
AREA	Nº	ESPACIOS	CANTIDAD DE AMBIENTES	LARGO	ANCHO	SUPERFICIE ÚTIL M2	SUPERFICIE PARCIAL CONSTRUIDA
AREA DE PROCESAMIENTO	1	ACOPIO DE MATERIALES	1	28,80	15,80	455,04	455,04
	2	INSPECCIÓN Y CLASIFICACIÓN	1	28,80	15,80	455,04	455,04
	3	DESMONTAJE O TRITURACIÓN PRIMARIA	1	28,80	15,80	455,04	455,04
	4	TRITURACIÓN SECUNDARIA O MOLIENDA	1	28,80	15,80	455,04	455,04
	5	GRANULACIÓN FINA	-	-	-	-	-
	6	CRIBADO Y CLASIFICACIÓN	-	-	-	-	-
	7	DISTRIBUCIÓN DE GRANULADO	-	-	-	-	-
	8	MÁQUINAS DE FABRICACIÓN DE PRODUCTOS	1	28,80	15,80	455,04	455,04
	9	ALMACENAMIENTO GENERAL	1	28,80	15,80	455,04	455,04
	10	DESPACHO Y ENVIO	1	18,00	10,80	194,40	194,40
						SUBTOTAL M2	2924,64

AMBIENTES							
ÁREA	Nº	ESPACIOS	CANTIDAD DE AMBIENTES	LARGO	ANCHO	SUPERFICIE ÚTIL M2	SUPERFICIE PARCIAL CONSTRUIDA
ÁREA DE SERVICIOS ADMINISTRATIVOS Y OPERATIVOS	1	PRIMEROS AUXILIOS	1	5,20	3,50	18,20	18,20
	2	OFICINA DE SUPERVISIÓN	1	5,00	5,00	25,00	25,00
	3	CONTROL DE CALIDAD	1	4,00	3,00	12,00	12,00
	4	DEPOSITO DE LIMPIEZA	1	3,30	1,50	4,95	4,95
	5	MANTENIMIENTO Y REPARACION	1	5,00	3,70	18,50	18,50
	6	BAÑO Y VESTIDOR DEL PERSONAL	2	6,00	4,40	26,40	52,80
						SUBTOTAL M2	131,45

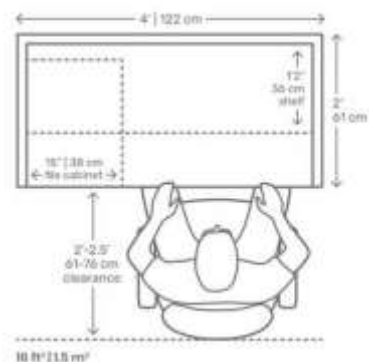
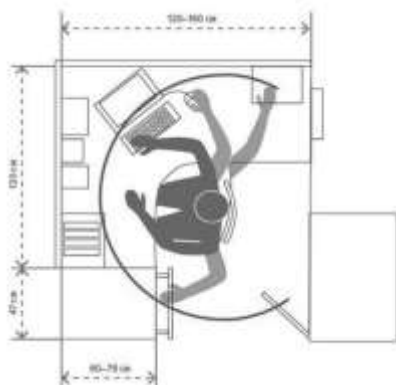
AMBIENTES							
AREA	Nº	ESPACIOS	CANTIDAD DE AMBIENTES	LARGO	ANCHO	SUPERFICIE ÚTIL M2	SUPERFICIE PARCIAL CONSTRUIDA
AREA DE SERVICIOS GENERALES	1	CUARTO DE COMBUSTIBLE	1	4,10	3,50	14,35	14,35
	2	TRATAMIENTO DE RESIDUOS DEL MANTEAMIENTO DE LAS MAQUINAS	1	6,00	3,50	21,00	21,00
	3	CUARTO DE CALDEROS	1	3,50	2,70	9,45	9,45
	4	CUARTO DE MAQUINAS	1	3,50	2,70	9,45	9,45
	5	CUARTO DE BASURA	1	3,50	3,00	10,50	10,50
	6	GENERADOR DE LUZ	1	3,50	3,50	7,00	7,00
	7	CUARTO DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	1	4,80	4,15	19,92	19,92
	8	ALMACÉN DE MATERIALES LÍQUIDOS	1	6,00	4,15	24,90	24,90
	9	DEPOSITO DE LIMPIEZA	1	2,20	2,15	4,73	4,73
	10	SERVICIOS SANITARIOS H Y M	2	4,50	4,20	18,90	37,80
	11	SALA DE DESCANSO DEL PERSONAL	1	6,80	5,50	37,40	37,40
	12	BAÑO DEL PERSONAL	1	1,80	1,50	2,70	2,70
	13	ALMACEN	1	3,60	2,50	9,00	9,00
	14	CUARTO FRIO	1	3,60	1,70	6.12	6,12
						SUBTOTAL M2	214,32
SUPERFICIE TOTAL PARCIAL M2							6349.06
SUPERFICIE PARA CIRCULACION 15%							952,35
SUPERFICIE PARA MUROS Y TABIQUES 5%							317,45
SUPERFICIE TOTAL M2							7618,86

10.11. ERGONOMÉTRICA Y ANTROPOMETRÍA

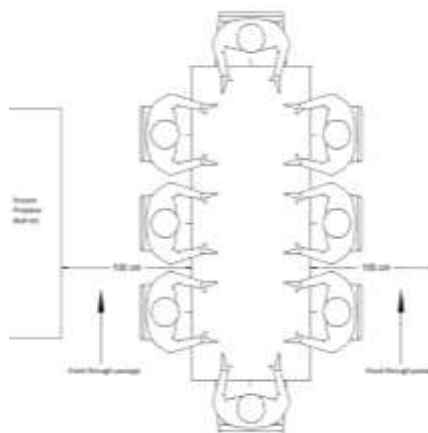
DIMENSIONES HUMANAS DE MAYOR USO PARA EL DISEÑO DE ESPACIOS



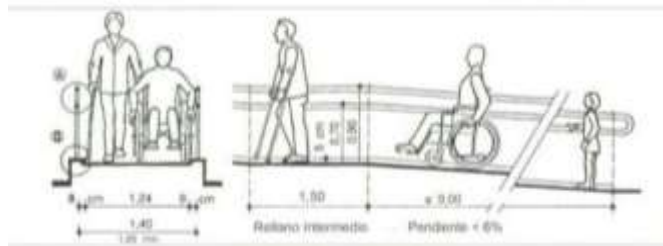
ESCRITORIO



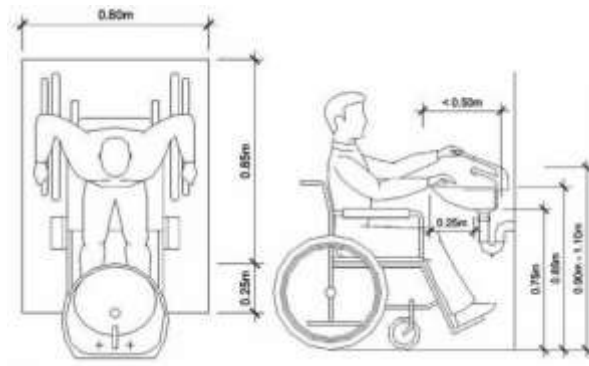
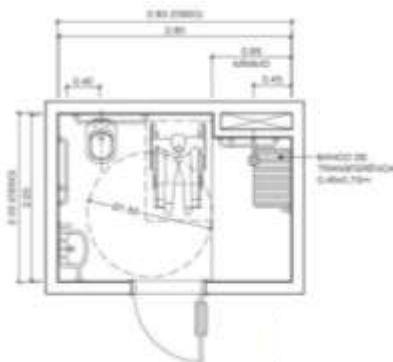
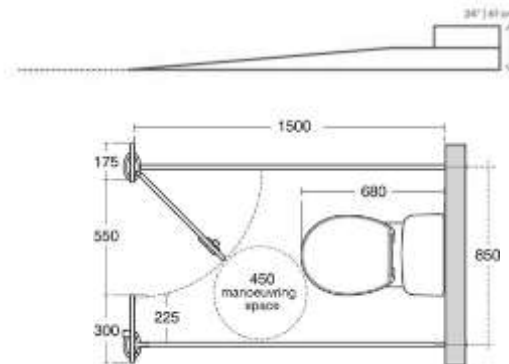
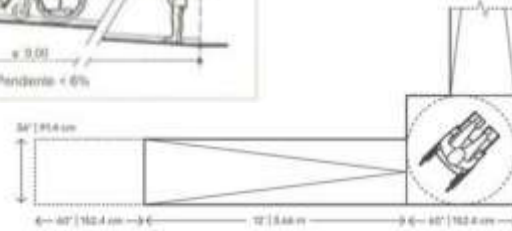
ESPACIOS DE SALA DE REUNIONES



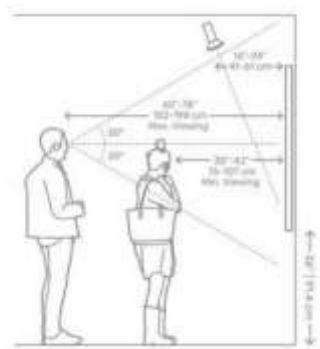
RAMPAS Y INGRESO DE PERSONAS EN SITUACIÓN DE DIFICULTAD



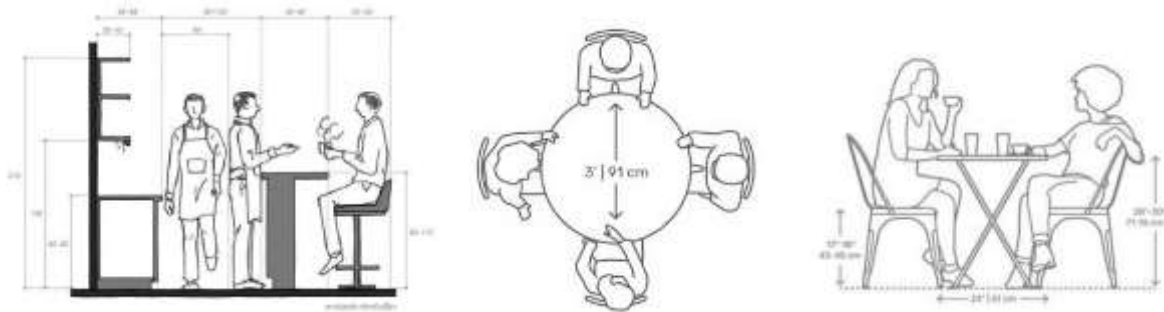
BAÑO



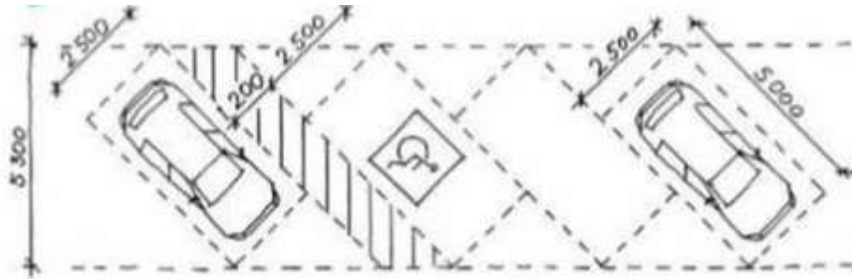
EXPLOSIÓN Y EXPOSICIÓN DE VENTAS



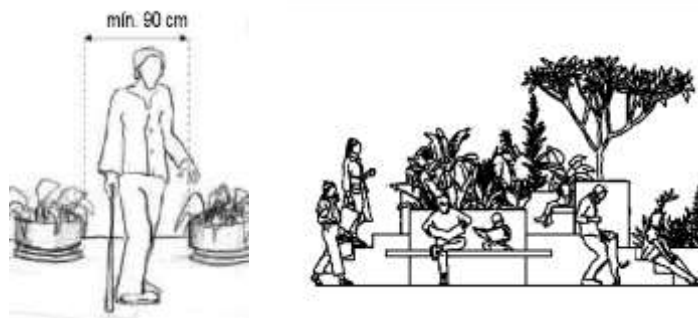
ESPACIOS COMUNES- COMEDOR



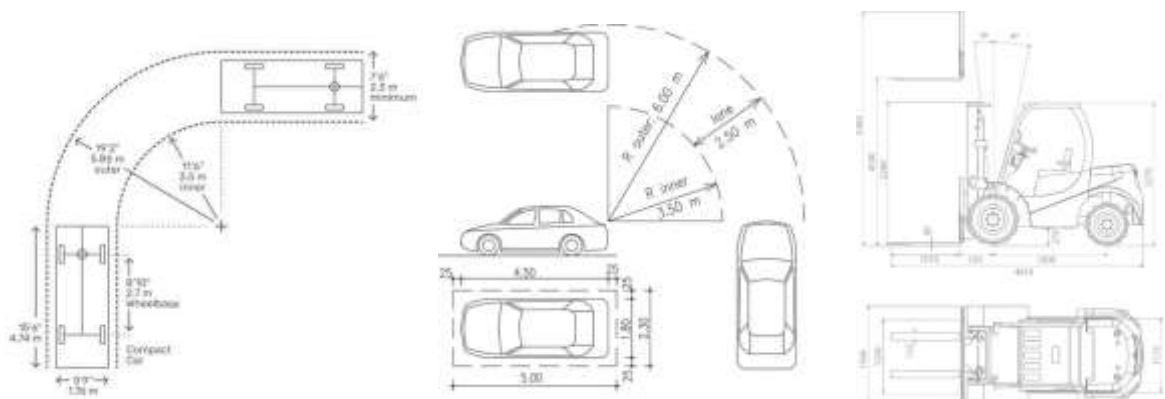
ESPACIOS ÁREA DE PARQUEO



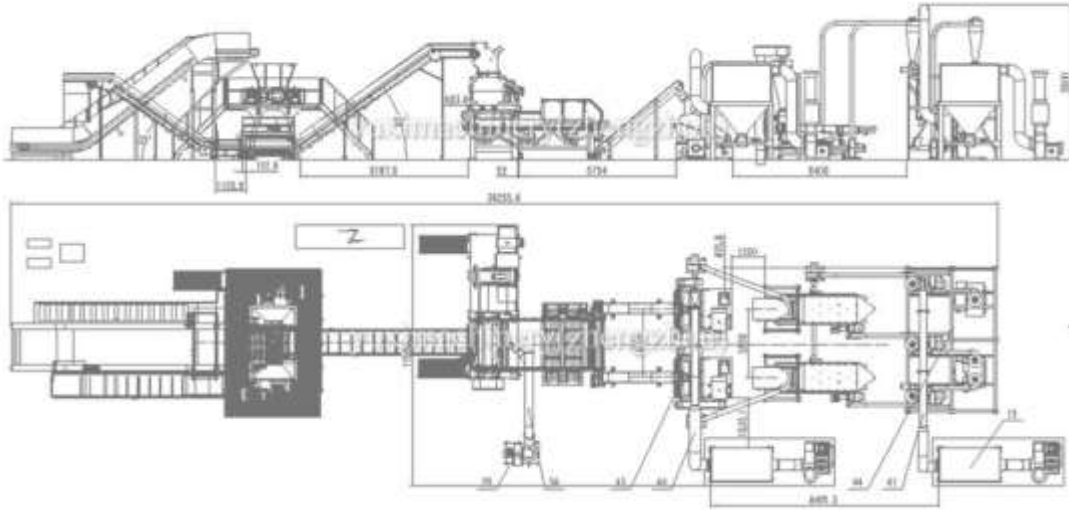
ESPACIOS ÁREA EXTERIOR



ESPACIOS, MEDIDAS Y GIROS DE AUTOMOTORES



MÁQUINA DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS



La máquina para para fabricar varios tipos de baldosas con diferentes diámetros según sus necesidades.

Tamaño del producto: 500x500mm

Tamaño del producto: 500x500mm



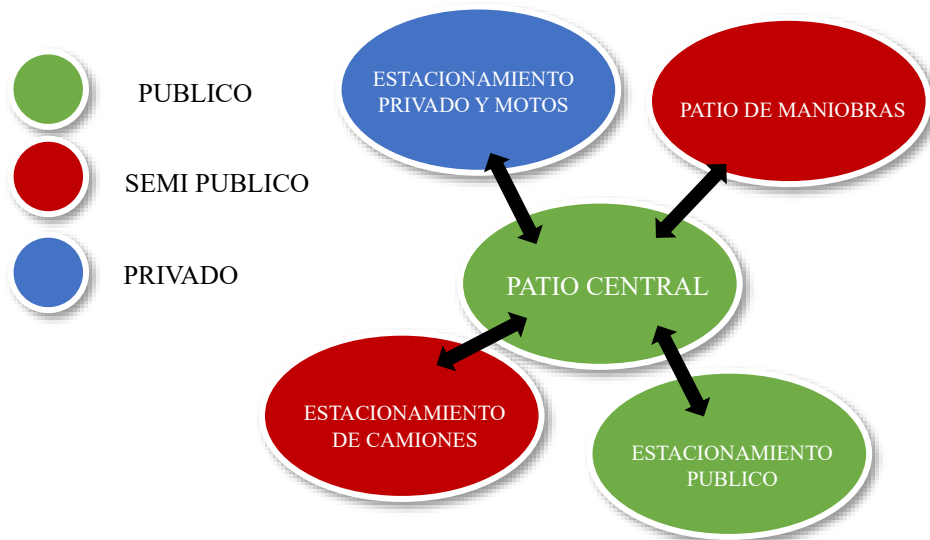
Tamaño del producto: 1000*1000mm/500*500mm



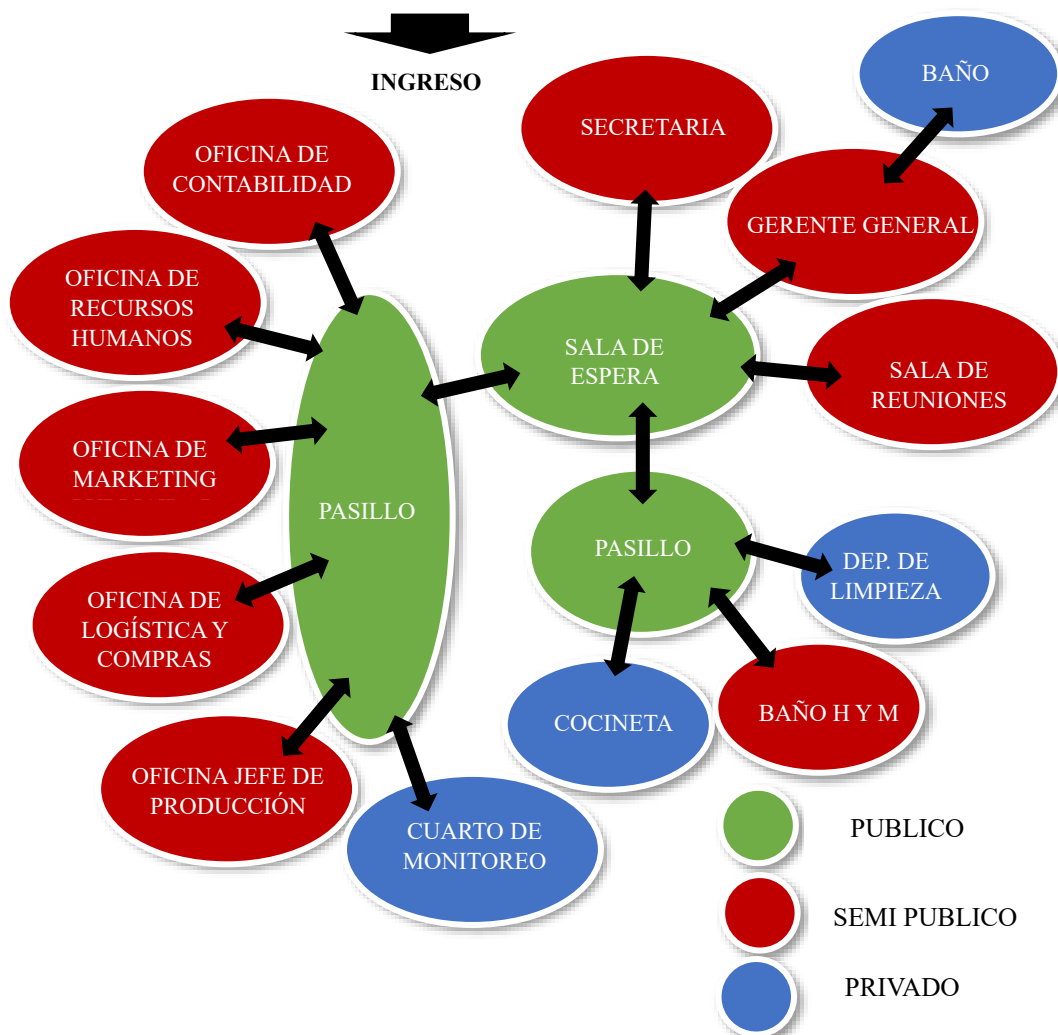
Tamaño del producto: 2200x1200x1750
--

10.12. DIAGRAMAS PROYECTUALES

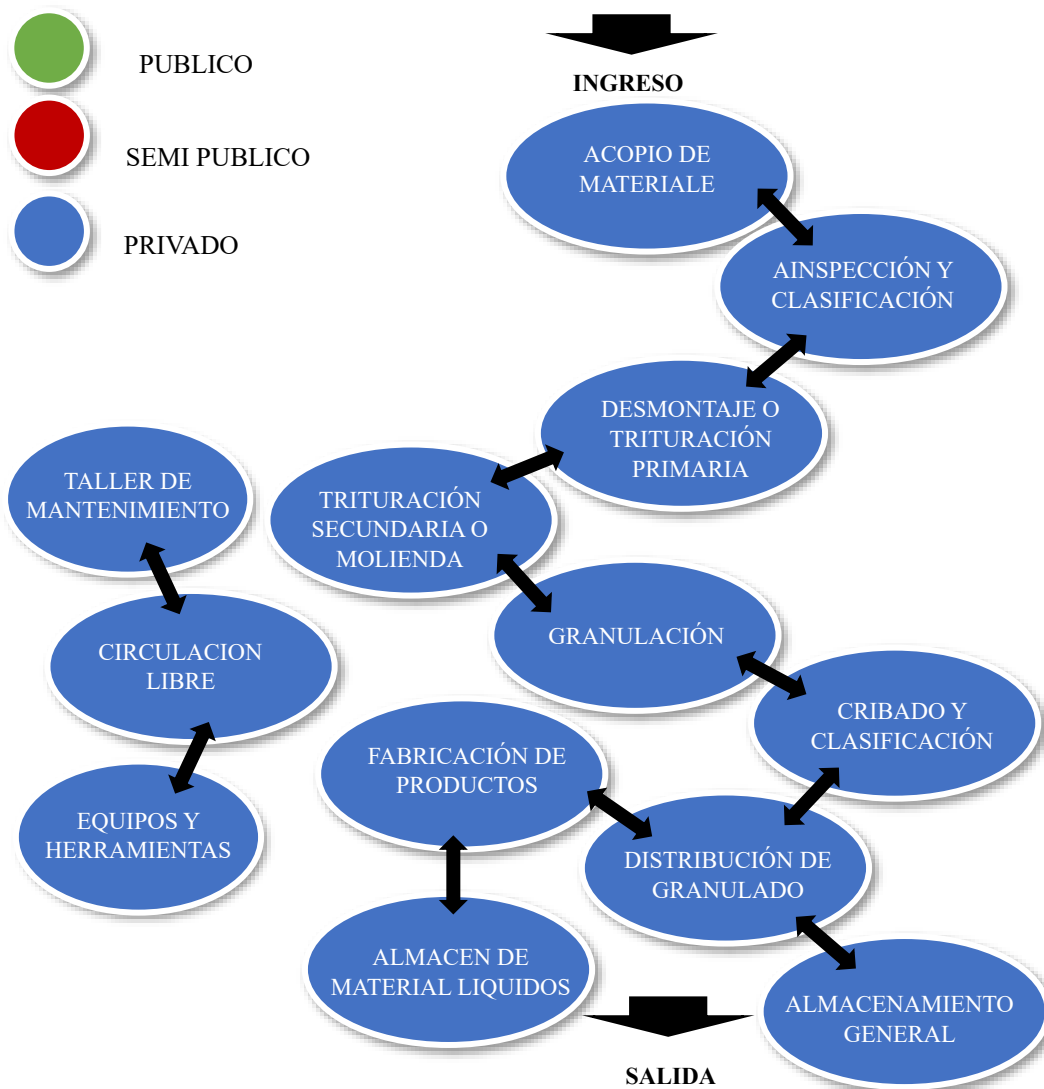
10.12.1. ÁREA EXTERIOR



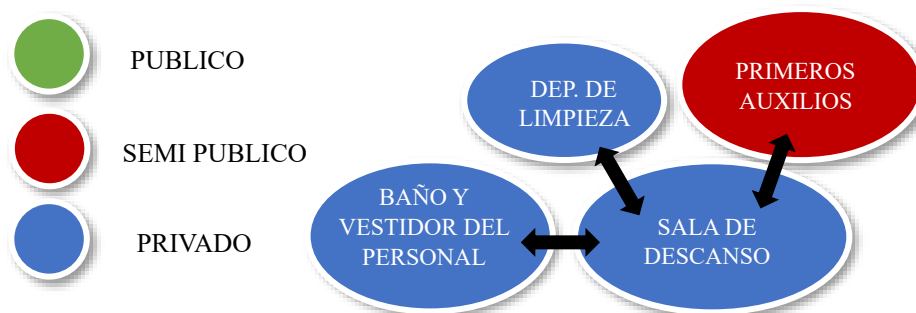
10.12.2. ÁREA DE ADMINISTRACIÓN



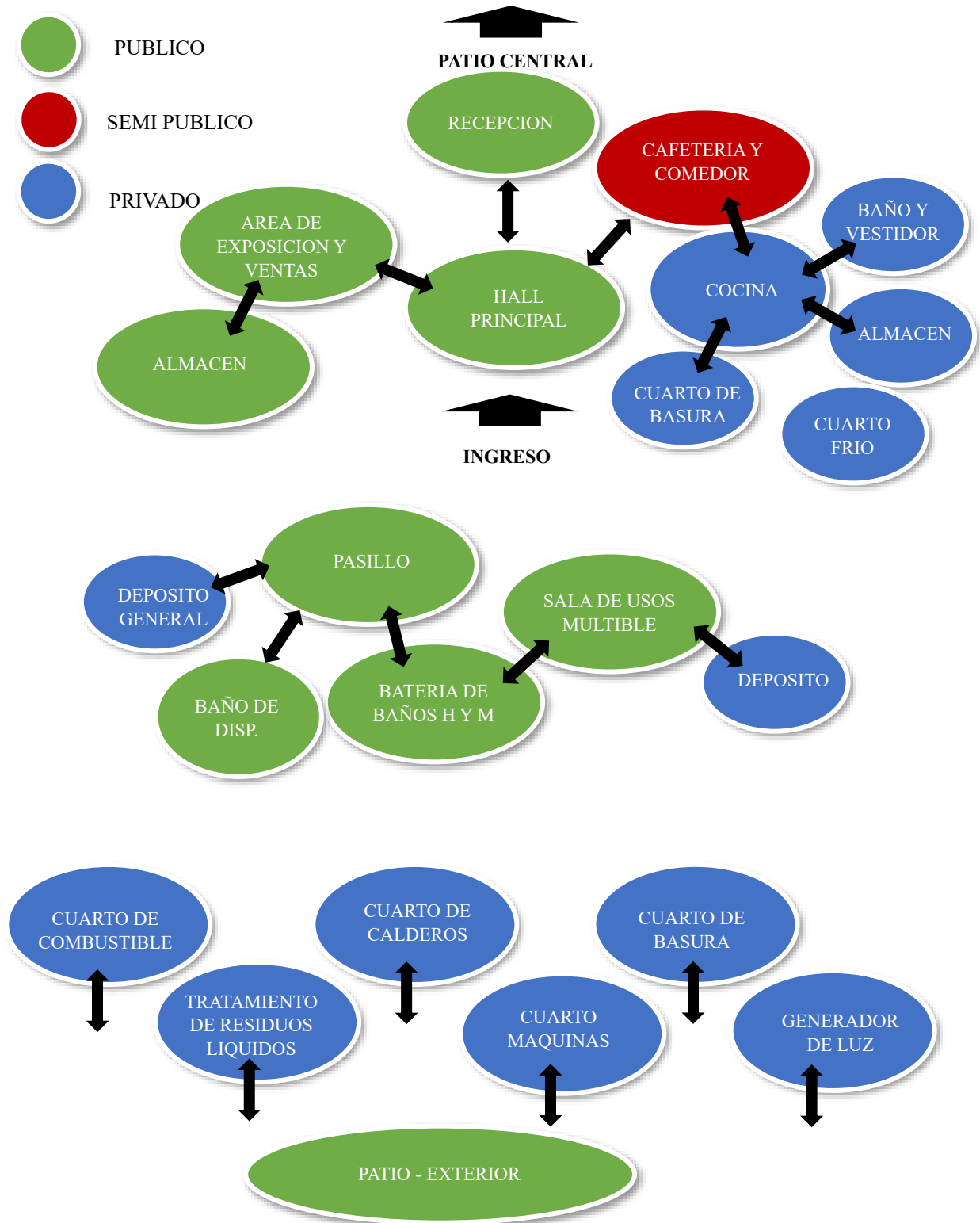
10.12.3. ÁREA DE PROCESAMIENTO



10.12.4. ÁREA DE CONTROL Y PERSONAL



10.12.5. ÁREA DE SERVICIOS GENERALES



10.13. GENERACIÓN DE LA FORMA

10.13.1. METÁFORA FORMAL

Es un concepto de diseño donde la forma de un edificio se inspira en otra como un objeto, una idea, un elemento natural, una figura geométrica, o incluso un símbolo cultural, una guía para el diseño, sin copiarlo exactamente. El objetivo es comunicar un significativo simbólico y conceptual, utilizando las cualidades del objeto comparado para dar una nueva identidad a la construcción y la experiencia del usuario.

IDEA DE LA FORMA

LA RUEDA DE UN AUTOMÓVIL COMPUESTA POR LA LLANTA (LA PARTE METÁLICA CENTRAL), EL NEUMÁTICO (LA CUBIERTA DE CAUCHO QUE VA EN LA LLANTA).



GENERACIÓN DE LA FORMA

PARA GENERAR LA FORMA SE PARTIÓ DESDE UN OBJETO, EL RIN DEL AUTOMOVIL CON UNA FORMA CIRCULAR CON UN CENTRO DE RADIO, GENERANDO UN HEXAGONO.



IDEA DE LA FORMA

OBTENCIÓN DE ELEMENTOS MEDIANTE LA DESCOMPOSICIÓN DE ELEMENTOS PUROS



COMPOSICIÓN DE ELEMENTOS PARA GENERAR LA IDEA

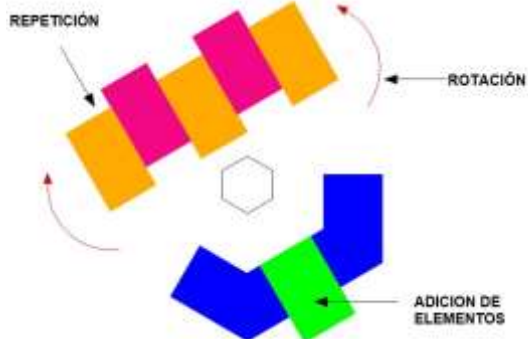
A TRAVÉS DE LA ROTACIÓN, ALARGAMIENTO, PENETRACIÓN Y REPETICIÓN, LA FIGURA INICIAL SE CONVIERTE EN UN NUEVO ELEMENTO DE DISEÑO.

REPETICIÓN

ROTACIÓN

ADICION DE ELEMENTOS

COMPOSICIÓN DE ELEMENTOS PARA GENERAR LA IDEA



10.14. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

10.14.1. PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS (ÍTEM ELEGIDO)

PROYECTO: PLANTA DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS EN EL MUNICIPIO DE CERCADO-TARIJA

UBICACIÓN: TARIJA – CERCADO

N.º	DESCRIPCIÓN	UNID	N.º VECES	DIMENSIONES			CANTIDADES		OBSER
				Largo	Ancho	alto	Parcial	Total	
OBRA GRUESA									
18	PANEL PREFABRICADO TERMOAISLANTE TIPO SÁNDWICH							7.570	m2
Bloque de procesamiento envolvente 1		M2	1.00	1.00	1.00	1094.48	1094.48	1094.48	
Bloque de procesamiento envolvente 2		M2	1.00	1.00	1.00	832.48	832.48	832.48	
Bloque de procesamiento envolvente 3		M2	1.00	1.00	1.00	911.07	911.07	911.07	
Bloque de procesamiento envolvente 4		M2	1.00	1.00	1.00	843.86	843.86	843.86	
Bloque de procesamiento envolvente 5		M2	1.00	1.00	1.00	972.63	972.63	972.63	
Bloque de procesamiento envolvente 6		M2	1.00	1.00	1.00	1206.62	1206.62	1206.62	
Bloque ADM envolvente ala este		M2	1.00	1.00	1.00	523.23	523.23	523.23	
Bloque ADM envolvente central		M2	1.00	1.00	1.00	754.64	754.64	754.64	
Bloque ADM envolvente oeste		M2	1.00	1.00	1.00	430.72	430.72	430.72	



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DATOS GENERALES					
		PROYECTO:	Planta de Reciclaje de Neumáticos en el Municipio de Cercado - Tarija		
		ACTIVIDAD:	Panel prefabricado termoaislante tipo Sandwich		
		CANTIDAD:	7.570		
		UNIDAD:	m2		
		MONEDA:	Bolivianos		
1.- MATERIAL					
DESCRIPCIÓN		UNID AD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Panel Sandwich de acero 30 mm x 1150 mm	M2	1.00	289	289.00
2	Tornillo autoperforante	Pza.	3.00	4.00	12.00
3	Arandela cresta de fijación zingueria	Pza.	2.00	3.00	6.00
4	Silicona estructural	Pza.	1.00	60.00	60.00
5					
6					
7					
8					
TOTAL, MATERIAL					367.00
2.- MANO DE OBRA					
1	Especialista montaje fachadas y techos	hr	0.09	39.00	3.51
2	Ayudante	hr	0.09	15.00	1.35
3	Peón	hr	0.09	12.50	1.12
4					
SUB TOTAL MANO DE OBRA					5.98
CARGAS SOCIALES = (% DEL SUB TOTAL DE MANO DE OBRA) (55% AL 71,18%)			55%		3.29
IMPUESTOS IVA MANO DE OBRA = (% DE SUMA DEL SUB TOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES) (IVA)			14,94%		1.39
TOTAL, MANO DE OBRA					10.66
3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
1					
2					
HERRAMIENTAS = (% DEL TOTAL DE MANO DE OBRA)			5%		0.53
TOTAL, EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					0.53
4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
GASTOS GENERALES = % DE 1*2*3			5%		18.90
TOTAL, GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					18.90
5.- UTILIDAD					
UTILIDAD = % DE 1*2*3*4			10%		39.71
TOTAL, UTILIDADES					39.71
6.- IMPUESTOS					
IMPUESTOS =% DE 1*2*3*4*5			3,09%		13.49
TOTAL, IMPUESTOS					13.49
TOTAL, PRECIO UNITARIO 1*2*3*4*5*6					450.31

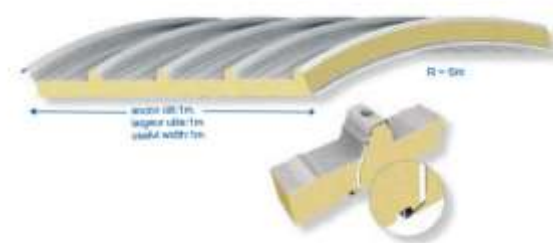
PRECIO UNITARIO LITERAL: Cuatrocientos cincuenta 31/100

PANEL PREFABRICADO SÁNDWICH

Los paneles tipo sándwich, también conocidos como paneles compuestos, es un elemento constructivo industrializado, compuesta por dos chapas o láminas de acero galvanizado o acero inoxidable que encapsulan un núcleo aislante de materiales ligeros. Su construcción en múltiples capas ofrece una excelente combinación de resistencia estructural, aislamiento térmico y acústico, una mínima conductividad térmica, protección contra incendios, de instalación rápida y ordenada, haciendo de esto una opción eficaz para techos, fachadas y cerramientos de naves industriales, fábricas de procesamiento o construcciones modulares.

Los paneles sándwich se fabrican mediante procesos continuos de alta precisión que garantizan uniformidad en el espesor, resistencia y acabado del producto. Cada panel está diseñado para tener un práctico sistema de fijación y así, facilitar su anclaje con las correas de soporte de la estructura envolvente. La cara exterior presenta una geometría grecada o trapezoidal, diseñada para aumentar la rigidez estructural y favorecer el drenaje del agua en las cubiertas. Su diseño en forma de canal mejora la resistencia mecánica, permite mayores luces y ser hermética en techos industriales.

FIGURA 65: PANEL SANDWICH PRECURVADO, CON AISLANTE DE POLIURETANO



Fuente: <https://serviciosmontajesf.com/index.php/productos/curvo-penta-r6/>



PANEL SÁNDWICH PARA MURO FACHADAS

Los Paneles Sándwich para Fachadas Exteriores facilitan una instalación muy simple. Esto resulta en un significativo ahorro para el cliente, ya que disminuye costos en mano de obra, alquiler de equipos, acorta los tiempos de montaje, con fijación mecánica sobre estructuras metálicas o de concreto, tiene una alta rigidez estructural, excelente aislamiento térmico y acústico, y un adecuado comportamiento frente al fuego, dependiendo del tipo de núcleo.

Los paneles utilizados en la fachada suelen ser planos o con micro-nervados, mientras que la superficie exterior puede tener un acabado liso, con micro-perfiles o en formato grecado para ofrecer mayor resistencia y valor estético en la arquitectura. Por esta razón, su uso no se limita a naves industriales, sino que se extiende a diversos tipos de edificaciones: centros comerciales, oficinas, edificios gubernamentales e incluso hogares.

FIGURA 66: *PANEL SANDWICH MURO*



Fuente: <https://panelsandwich.com.bo/panel-sandwich-fachada/panel-sandwich-muro>

MATERIALES HERRAMIENTAS Y EQUIPO

- Panel sándwich para cubierta o muro/fachada, para edificaciones comerciales o industriales.
- Tornillos autoperforantes o autorroscantes según estructura (metal o concreto).
- Arandela cresta de fijación zingueria
- Remaches (opcional, para remates ligeros).
- Silicona estructural

Se recomienda el uso de siliconas selladoras estructurales mono componentes con retículas neutras que tienden a endurecer por el efecto de la humedad del aire, y al no tener solventes, no afectan la pintura.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

- Casco de seguridad.
- Guantes anticorte.
- Gafas de protección.
- Zapatos de seguridad punta acerada.
- Chaleco reflectante.
- Protección auditiva (si se cortan paneles).

PROCESO CONSTRUCTIVO

Preparación del Área de Trabajo: Limpieza del sector donde se realizará el montaje, retirando escombros y elementos sueltos. Verificación del estado de la estructura de soporte, comprobación de que las superficies y apoyos estén nivelados, señalización del área de trabajo, colocación de equipos auxiliares como andamios, plataformas elevadoras o escaleras.

Replanteo y trazado: Se inicia definiendo las líneas verticales y horizontales del paño de fachada. Se trazan los ejes y cotas utilizando cinta métrica, nivel de burbuja o nivel láser. Se marcan las zonas de fijación y perforación de acuerdo con los planos y detalles constructivos, asegurando precisión y alineación.

Acopio y manipulación de paneles: Los paneles sándwich se reciben en paquetes protegidos y se acopian sobre superficies planas elevadas, como listones de madera, para evitar deformaciones. Se comprueba visualmente cada panel que no tenga defectos o daños. La manipulación se hace con ventosas, cuerdas o por dos operarios para prevenir daños, al momento de trasladando hasta el punto de instalación.

Instalación del panel sándwich: El procedimiento inicia con la colocación del perfil metálico inferior siguiendo el replanteo definido, asegurando su correcta alineación y nivelación antes de fijarlo a la estructura mediante tornillería adecuada. Se aplica sellador en la base para garantizar hermeticidad, revisando la rectitud del perfil antes de montar el primer panel. Se instala el primer panel sobre el perfil inferior, cuidando que el lado hembra del machihembrado quede orientado según el diseño y verificando su alineación vertical y horizontal, este se fija con tornillos autopercutorantes con arandela cresta de fijación y se sella la junta inferior para asegurar completa adherencia y ausencia de espacios. Los paneles

sucesivos se encajan en el machihembrado del anterior (sistema macho–hembra), ajustando los empalmes sin golpes bruscos para evitar daños al núcleo, fijándolos con tornillería en puntos superiores, inferiores e intermedios y aplicando cinta selladora en uniones verticales y horizontales según las normas del fabricante. Se revisa la alineación cada 2–3 paneles para mantener uniformidad y precisión en toda la instalación.

Control de Calidad: Se verifica que los paneles estén rectos, alineados y sin deformaciones, revisando la correcta colocación de tornillos y comprobando la continuidad del sellado en todas las juntas. Se mide la verticalidad y el nivel en tramos determinados. Además, se realiza un registro fotográfico de la instalación para documentación.

Limpieza Final: La limpieza y entrega se retiran virutas metálicas generadas al perforar, se eliminan restos del sellador, se realiza limpieza superficial de los paneles y se retiran escombros y materiales sobrantes del área. El paño de fachada queda entregado completamente instalado, protegido y listo para su uso.

MEDICIÓN

- **Longitud:** metros (m) o milímetros (mm) para trazados, alineación, cortes y distancias.
- **Área:** metros cuadrados (m²) para medición de paneles instalados en fachadas.
- **Volumen de sellador o adhesivo:** litros (L) o mililitros (mL), según especificación del fabricante.
- **Tornillería y fijaciones:** unidades (u) por panel o por metro lineal.

FORMA DE PAGO

El costo indicado en el análisis de precios unitarios y el presupuesto será por los materiales utilizados en mano de obra, y todos los trabajos imprevistos que incidan hasta la conclusión del Ítem. El panel sándwich será computado y cancelado por la unidad de: m².



10.14.2. PLANILLA DE PRESUPUESTO GENERAL DE LA OBRA

(En bolivianos)

PROYECTO: PLANTA DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS EN EL MUNICIPIO DE
CERCADO-TARIJA

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (Numeral)	Precio Unitario (Literal)	Precio Total (Numeral)
M01 TRABAJOS PRELIMINARES						38,102.93
1	Letrero de Obras	pza	1.00	937.15	Novcientos Treinta y Siete 15/100	937.15
2	Instalación de Faenas	glb	1.00	5,908.69	Cinco Mil Novcientos Ocho 69/100	5,908.69
3	Limpieza y desbroce de terreno	gbl.	1.00	1,993.77	Mil Novcientos Noventa y Tres 77/100	1,993.77
4	Replanteo y trazado de superficie	m2	4,577.83	6.39	Seis 39/100	29,263.32
M02 MOVIMIENTO DE TIERRAS						94,051.41
5	Excavación de Zapatas con maquina	m3	953.25	29.85	Veintinueve 85/100	28,454.51
6	Excavación de Cimientos con maquina	m3	210.34	29.86	Veintinueve 86/100	6,280.14
7	Compactado de tierra con saltarina	m3	788.25	75.25	Setenta y Cinco 25/100	59,316.76
M03 OBRA GRUESA						17,758,567.49
8	Hormigón simple de nivelación	m2	352.50	38.86	Treinta y Ocho 86/100	13,696.78
9	Zapatas de H°A°	m3	165.00	2,862.93	Dos Mil Ochocientos Sesenta y Dos 93/100	472,382.69
10	Viga de Arriostre de H°A°	m3	112.68	3,703.07	Tres Mil Setecientos Tres 07/100	417,262.45
11	Columnas de H°A°	m3	310.72	3,331.32	Tres Mil Trescientos Treinta y Un 32/100	1,035,109.15
12	Impermeabilización sobrecimientos	ml	1,001.61	14.73	Catorce 73/100	14,756.02
13	Muro de Ladrillo de 6H e=18cm	m2	980.81	134.33	Ciento Treinta y Cuatro 33/100	131,749.26
14	Muro de Ladrillo de 6H e=15cm	m2	566.08	134.33	Ciento Treinta y Cuatro 33/100	76,039.83
15	Dintel de ladrillo armado	ml	181.90	75.19	Setenta y Cinco 19/100	13,677.66
16	Contrapiso de Piedra y Cemento enlucido	m2	4,845.00	168.35	Ciento Sesenta y Ocho 35/100	815,679.01
17	Estructura metálica para cubierta	m2	6,617.00	1,643.45	Mil Seiscientos Cuarenta y Tres 45/100	10,874,709.31
18	Panel prefabricado termoaislante tipo sandwich	m2	7,570.00	450.31	Cuatrocientos Cincuenta 31/100	3,408,876.22
19	Losa Prenova H30	m2	430.37	448.62	Cuatrocientos Cuarenta y Ocho 62/100	193,073.23

20	Escaleras de H°A°	m3	4.03	3,554.06	Tres Mil Quinientos Cincuenta y Cuatro 06/100	14,322.86
21	Rampa de H°A°	m3	5.93	3,665.98	Tres Mil Seiscientos Sesenta y Cinco 98/100	21,739.29
22	Prov. e Inst. Ascensor Otis 6 paradas 6 personas	pza	1.00	255,228.16	Doscientos Cincuenta y Cinco Mil Doscientos Veintiocho 16/100	255,228.16
23	Junta de dilatación	ml	14.04	18.92	Dieciocho 92/100	265.57
M04 OBRA FINA						6,581,038.35
24	Carpeta de nivelación	m2	430.37	60.99	Sesenta 99/100	26,249.86
25	Revoque interior	m2	2,801.68	116.75	Ciento Dieciséis 75/100	327,096.14
26	Revoque exterior	m2	146.05	116.75	Ciento Dieciséis 75/100	17,051.34
27	Mandilado de cal exterior	m2	1,294.31	103.18	Ciento Tres 18/100	133,541.99
28	Planchado de yeso interior	m2	1,098.69	129.09	Ciento Veintinueve 09/100	141,824.51
29	Piso porcelanato de 60x60	m2	1,586.03	382.41	Trescientos Ochenta y Dos 41/100	606,520.39
30	Zócalo de porcelanato	ml	338.90	99.61	Noventa y Nueve 61/100	33,757.39
31	Recuadre de muros ventanas, puertas, vanos	ml	1,009.40	23.58	Veintitrés 58/100	23,804.98
32	Colocado de marcos de cedro	pza	58.00	458.77	Cuatrocientos Cincuenta y Ocho 77/100	26,608.72
33	Colocado de puerta cedro	pza	58.00	1,428.34	Mil Cuatrocientos Veintiocho 34/100	82,843.68
34	Cortinas de vidrio templado	m2	663.05	589.39	Quinientos Ochenta y Nueve 39/100	390,797.09
35	Puertas de vidrio templado	m2	132.70	589.39	Quinientos Ochenta y Nueve 39/100	78,212.46
36	Ventana de vidrio templado corrediza	m2	106.25	589.39	Quinientos Ochenta y Nueve 39/100	62,623.02
37	Bajante de PVC	ml	94.60	82.88	Ochenta y Dos 88/100	7,840.52
38	Estructura portante de aluminio compuesto	m2	898.60	921.24	Novcientos Veintiuno 24/100	827,825.10
39	Revestimiento de baño	m2	546.52	382.41	Trescientos Ochenta y Dos 41/100	208,997.01
40	Mesón de granito más cenefa	ml	15.25	634.43	Seiscientos Treinta y Cuatro 43/100	9,675.06
41	Placares de mesón H°S°	m2	15.25	168.35	Ciento Sesenta y Ocho 35/100	2,567.41
42	Cielo falso de Dry Wall	m2	11,550.00	255.79	Doscientos Cincuenta y Cinco 79/100	2,954,384.90
43	Pintura interior corporativo satinado mate	m2	2,768.21	32.46	Treinta y Dos 46/100	89,868.55
44	Pintura exterior corporativo satinado mate	m2	146.05	45.83	Cuarenta y Cinco 83/100	6,693.28

45	Impermeabilización de cubierta con pintura	m2	7,569.73	66.54	Sesenta y Seis 54/100	503,692.11
46	Esquinero de aluminio alto tráfico en escalera de H°A°	ml	48.00	99.76	Noventa y Nueve 76/100	4,788.71
47	Barnizado de puertas de madera	pza	58.00	232.82	Doscientos Treinta y Dos 82/100	13,503.65
48	Limpieza y desmovilización	glb	1.00	270.48	Doscientos Setenta 48/100	270.48
M05 INSTALACIÓN SANITARIA						224,689.50
49	Prov. e Inst. Tubería PVC Sanitaria Ø2" (Blanca) +Acc.	ml	121.21	63.61	Sesenta y Tres 61/100	7,710.12
50	Prov. e Inst. Tubería PVC Sanitaria Ø3" (Blanca) +Acc.	ml	22.90	107.72	Ciento Siete 72/100	2,466.76
51	Prov. e Inst. Tubería PVC Sanitaria Ø4" (Blanca) +Acc.	ml	165.30	166.80	Ciento Sesenta y Seis 80/100	27,572.16
52	Prov. e Inst. Tubería PVC Sanitaria Ø6" (Blanca) +Acc.	ml	45.60	162.66	Ciento Sesenta y Dos 66/100	7,417.15
53	Prov. e Inst. Caja Sifonada Ø4" + Rejilla	pza	15.00	172.83	Ciento Setenta y Dos 83/100	2,592.42
54	Prov. e Inst. Tubería FG Ø1/2" +Acc.	ml	97.10	28.09	Veintiocho 09/100	2,727.32
55	Prov. e Inst. Tubería FG Ø3/4" +Acc.	ml	59.00	40.77	Cuarenta 77/100	2,405.60
56	Prov. e Inst. Tubería PVC E40 Ø1" +Acc.	ml	62.00	50.13	Cincuenta 13/100	3,108.20
57	Prov. e Inst. Tubería FG Ø1 1/2" +Acc.	ml	42.00	89.56	Ochenta y Nueve 56/100	3,761.64
58	Prov. e Inst. Llave de Paso de Bronce Ø3/4" (Tipo Cortina)	pza	28.00	236.62	Doscientos Treinta y Seis 62/100	6,625.32
59	Prov. e Inst. Llave de Paso de Bronce Ø1/2" (Tipo Cortina)	pza	20.00	160.92	Ciento Sesenta 92/100	3,218.42
60	Prov. e Inst. Llave de Paso de Bronce Ø1" (Tipo Cortina)	pza	20.00	323.03	Trescientos Veintitrés 03/100	6,460.65
61	Prov. e Inst. Llave de Paso de Bronce Ø1 1/2" (Tipo Cortina)	pza	18.00	189.50	Ciento Ochenta y Nueve 50/100	3,410.96
62	Prov. e Inst. Válvula de Retención Vertical Ø1"	pza	35.00	320.65	Trescientos Veinte 65/100	11,222.79
63	Prov. e Inst. Válvula de Retención Vertical Ø1/2"	pza	35.00	195.45	Ciento Noventa y Cinco 45/100	6,840.78
64	Excavación manual 0-2 m suelo semiduro	m3	68.50	97.45	Noventa y Siete 45/100	6,675.13
65	Cama de arena	m3	29.50	111.28	Ciento Once 28/100	3,282.74
66	Relleno y compactado c/saltarina c/material	m3	46.50	95.13	Noventa y Cinco 13/100	4,423.35
67	Hormigón simple de nivelación	m2	9.79	38.86	Treinta y Ocho 86/100	380.40
68	Muro de ladrillo gambote	m2	35.10	237.63	Doscientos Treinta y Siete 63/100	8,340.89
69	Revoque con impermeabilizante	m2	36.00	116.75	Ciento Dieciséis 75/100	4,203.00

70	Prov. e Inst. Tanque Plástico 12000 Lit + Accesorios	gbl	3.00	2073.95	Doce Mil Setenta y Tres 95/100	36,221.84
71	Cámaras de inspección 60x60	pza	26.00	1,005.15	Mil Cinco 15/100	26,133.91
72	Prov col bomba de agua 0.5hp + accesorios	pza	2.00	2,429.36	Dos Mil Cuatrocientos Veintinueve 36/100	4,858.72
73	Prov col bomba de agua 1.5 hp + accesorios	pza	2.00	2,667.50	Dos Mil Seiscientos Sesenta y Siete 50/100	5,335.00
74	prov instalación de inodoro tanque bajo	pza	13.00	664.66	Seiscientos Sesenta y Cuatro 66/100	8,640.59
75	Prov. instalación de inodoro p/discapitados+ barral	pza	1.00	2,212.56	Dos Mil Doscientos Doce 56/100	2,212.56
76	Prov instalación urinario de pared	pza	4.00	773.61	Setecientos Setenta y Tres 61/100	3,094.43
77	Lavamanos de empotrar	pza	15.00	457.42	Cuatrocientos Cincuenta y Siete 42/100	6,861.32
78	Lavaplatos de acero inox 2deposito	pza	2.00	872.83	Ochocientos Setenta y Dos 83/100	1,745.67
79	Prov y coloc tanque 12000 lts tricapa	pza	2.00	2,369.83	Dos Mil Trescientos Sesenta y Nueve 83/100	4,739.66
M06 INSTALACIÓN DE GAS						16,430.99
80	Acometida para gas dom. Hasta 1m	glb	1.00	734.01	Setecientos Treinta y Cuatro 01/100	734.01
81	Cañería epoxica diame. Ø ½" acera	ml	66.50	122.51	Ciento Veintidós 51/100	8,146.94
82	Colocado de gabinete para medidor g 2.5 en muro	glb	1.00	569.03	Quinientos Sesenta y Nueve 03/100	569.03
83	Excavado, relleno de terreno semiduro 0,30	glb	1.00	66.82	Sesenta y Seis 82/100	66.82
84	Habilitación de cocina	pza	2.00	225.40	Doscientos Veinticinco 40/100	450.80
85	Punto de conexión Ø ½" llave bonga tipo bola	pto	6.00	86.94	Ochenta y Seis 94/100	521.64
86	Cañeria epoxica diam. ø ¾" aerea	ml	48.50	122.51	Ciento Veintidós 51/100	5,941.75
M07 INSTALACIÓN ELÉCTRICA						733,587.02
87	Prov y mont tablero general y medición	pza	1.00	11,490.25	Once Mil Cuatrocientos Noventa 25/100	11,490.25
88	Prov y montaje tablero de distribución	pza	2.00	5,005.39	Cinco Mil Cinco 39/100	10,010.79
89	Prov y mont tablero secundario	pza	3.00	3,994.55	Tres Mil Novecientos Noventa y Cuatro 55/100	11,983.66
90	prov y coloc bandeja metálica para cable 2.00x0.40 cm	ml	240.00	250.26	Doscientos Cincuenta 26/100	60,061.97
91	Provisión Cable AWG 08 Importado	ml	3,250.00	11.90	Once 90/100	38,688.98
92	Provisión Cable AWG 10 Importado	ml	2,500.00	7.86	Siete 86/100	19,639.00
93	Provisión Cable AWG 12 Importado	ml	3,650.00	4.96	Cuatro 96/100	18,086.12
94	Provisión Cable AWG 14 Importado	ml	3,800.00	3.26	Tres 26/100	12,399.78

95	Provisión Cable AWG 16 Importado	ml	120.00	3,504.79	Tres Mil Quinientos Cuatro 79/100	420,575.34
96	prov. e instalación tubo conduit pvc 3/4"	ml	1,380.00	1.78	Un 78/100	2,453.50
97	prov. e instalación tubo conduit pvc 5/8"	ml	980.00	1.53	Un 53/100	1,499.01
98	Interruptor simple	pto	130.00	152.69	Ciento Cincuenta y Dos 69/100	19,850.05
99	Conmutador simple	pto	85.00	164.60	Ciento Sesenta y Cuatro 60/100	13,990.97
100	inst. i luminaria elec panel led 24w	pto	45.00	371.78	Trescientos Setenta y Un 78/100	16,730.08
101	inst. i luminaria elec panel led 12w	pto	110.00	276.52	Doscientos Setenta y Seis 52/100	30,417.68
102	nst. iluminaria elec spots 9w	pto	24.00	222.94	Doscientos Veintidos 94/100	5,350.64
103	Puesta tierra con jabalina	glb	1.00	15,254.59	Quince Mil Doscientos Cincuenta y Cuatro 59/100	15,254.59
104	Prov y mont medidor trifásico	pza	1.00	3,735.21	Tres Mil Setecientos Treinta y Cinco 21/100	3,735.21
105	Toma corriente doble	pto	89.00	157.46	Ciento Cincuenta y Siete 46/100	14,013.53
106	Toma fuerza tipo shuko	pto	130.00	56.58	Cincuenta y Seis 58/100	7,355.87
M08 JARDINES Y EXTERIORES						8,912,929.36
107	Replanteo y trazado (Áreas verdes y lineales)	m2	3,560.00	24.11	Veinticuatro 11/100	85,849.04
108	Excavación manual 0-2 m suelo semiduro	m3	254.31	97.45	Noventa y Siete 45/100	24,781.77
109	Hormigón simple de nivelación	m2	140.50	38.86	Treinta y Ocho 86/100	5,459.28
110	Zapata de H°A° H21	m3	650.00	3,071.14	Tres Mil Setenta y Un 14/100	1,996,238.40
111	Sobre Cimientos de H°A°	m3	49.70	3,703.07	Tres Mil Setecientos Tres 07/100	184,042.81
112	Muro de contención de H°A°	m3	21.40	3,364.10	Tres Mil Trescientos Sesenta y Cuatro 10/100	71,991.80
113	Muro de Ladrillo de 6H e=15cm	m2	1,846.00	134.33	Ciento Treinta y Cuatro 33/100	247,967.64
114	Impermeabilización sobrecimientos	ml	730.00	14.73	Catorce 73/100	10,754.58
115	Columnas de H°A° H21	m3	19.28	3,455.21	Tres Mil Cuatrocientos Cincuenta y Cinco 21/100	66,616.52
116	Losa llena de H°A°	m3	13.50	3,343.29	Tres Mil Trescientos Cuarenta y Tres 29/100	45,134.40
117	Revoque exterior cal-cemento	m2	1,792.00	116.75	Ciento Dieciséis 75/100	209,216.00
118	Pintura latex exterior	m2	1,792.00	45.83	Cuarenta y Cinco 83/100	82,125.03
119	Portón metálico corredizo	m2	56.00	1,008.24	Mil Ocho 24/100	56,461.20
120	Reja metálica de perímetro	m2	145.60	386.68	Trescientos Ochenta y Seis 68/100	56,300.96

121	Piso cemento frotachado c/contrap	m2	3,560.00	168.35	Ciento Sesenta y Ocho 35/100	599,343.09
122	cordón p/acera 20x40	ml	3,330.00	1,552.75	Mil Quinientos Cincuenta y Dos 75/100	5,170,646.84
PRECIO TOTAL (Numeral):						34,359,397.05
PRECIO TOTAL (Literal):						Treinta y Cuatro Millones Trescientos Cincuenta y Nueve Mil Trescientos Noventa y Siete 05/100

10.14.3. PRESUPUESTO GENERAL

Nº	DESCRIPCIÓN	PRECIO TOTAL	PORCENTAJE
1	M01- TRABAJOS PRELIMINARES	38.102,93	0.11%
2	M02- MOVIMIENTO DE TIERRAS	94.051,41	0.28%
3	M03- OBRA GRUESA	17.758.567,49	51.69%
4	M04- OBRA FINA	6.581.038,35	19.15%
5	M05- INSTALACIÓN SANITARIA	224.689,50	0.65%
6	M06- INSTALACIÓN DE GAS	16.430,99	0.05%
7	M07- INSTALACIÓN ELÉCTRICA	733.587,02	2.13%
8	M08- JARDINES Y EXTERIORES	8.912.929,36	25.94%
TOTAL		34.359.397,05	100%

RESUMEN

COSTOS DIRECTOS DE CONSTRUCCIÓN		24.327.266,45	70,80%
1	MATERIALES	19.044.205,27	55,43%
2	MANO DE OBRA	5.202.394,92	15,14%
3	MAQUINARIA Y EQUIPO	80.666,26	0,23%
COSTOS INDIRECTOS DE CONSTRUCCIÓN		10.032.130,57	29.20%
4	CARGAS SOCIALES	2.861.317,21	8,33%
5	HERRAMIENTAS	463.420,89	1,35%
6	GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS	1.442.835,54	4,20%
7	UTILIDAD	3.029.956,19	8,82%
8	IMPUESTOS IVA	1.204.719,24	3,51%
9	IMPUESTOS IT	1.029.881,50	3,00%
PRESUPUESTO TOTAL		34.359.397,05	100,00%