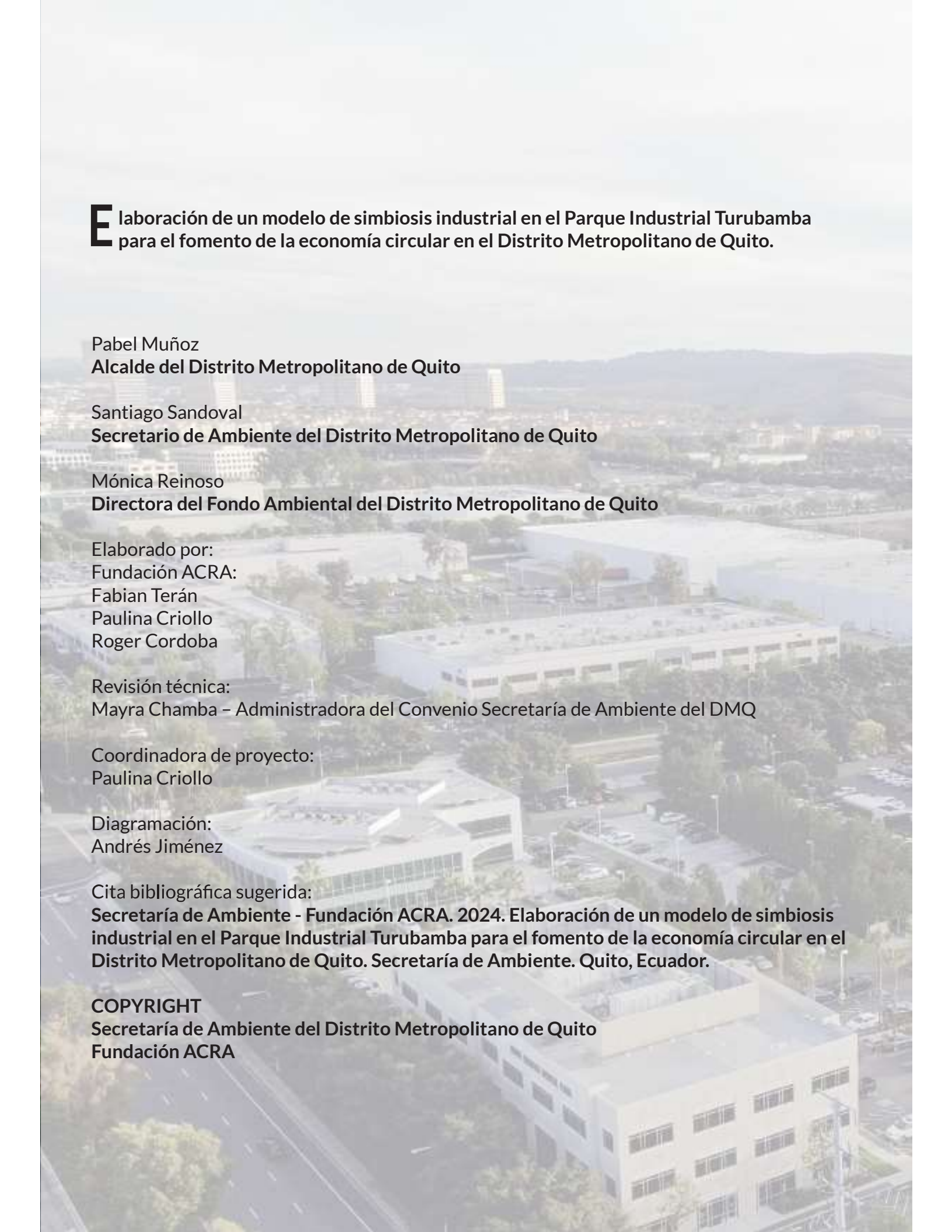


SIMBIOSIS INDUSTRIAL EN EL PARQUE INDUSTRIAL TURUBAMBA PARA EL FOMENTO DE LA ECONOMÍA CIRCULAR EN EL DMQ

Fundación ACRA
2024





Elaboración de un modelo de simbiosis industrial en el Parque Industrial Turubamba para el fomento de la economía circular en el Distrito Metropolitano de Quito.

Pabel Muñoz
Alcalde del Distrito Metropolitano de Quito

Santiago Sandoval
Secretario de Ambiente del Distrito Metropolitano de Quito

Mónica Reinoso
Directora del Fondo Ambiental del Distrito Metropolitano de Quito

Elaborado por:
Fundación ACRA:
Fabian Terán
Paulina Criollo
Roger Cordoba

Revisión técnica:
Mayra Chamba – Administradora del Convenio Secretaría de Ambiente del DMQ

Coordinadora de proyecto:
Paulina Criollo

Diagramación:
Andrés Jiménez

Cita bibliográfica sugerida:
Secretaría de Ambiente - Fundación ACRA. 2024. Elaboración de un modelo de simbiosis industrial en el Parque Industrial Turubamba para el fomento de la economía circular en el Distrito Metropolitano de Quito. Secretaría de Ambiente. Quito, Ecuador.

COPYRIGHT
Secretaría de Ambiente del Distrito Metropolitano de Quito
Fundación ACRA

An aerial photograph of an industrial and commercial district. In the foreground, there are several large, multi-story office buildings with many windows, interspersed with parking lots filled with cars. A road with utility poles runs across the bottom of the frame. In the middle ground, there are large industrial buildings, including a prominent one with a white roof. The background features a range of mountains under a hazy, overcast sky.

01.

INTRODUCCIÓN

El Fondo Ambiental del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) llevó a cabo la XIII Convocatoria de Fondos Concursables, a través del cual, aprobó el financiamiento del proyecto “ELABORACIÓN DE UN MODELO DE SIMBIOSIS INDUSTRIAL EN EL PARQUE INDUSTRIAL TURUBAMBA PARA EL FOMENTO DE LA ECONOMÍA CIRCULAR EN EL DMQ”, cuyo diseño y ejecución se atribuye a la Fundación ACRA. La misma, es un organismo no gubernamental italiano creada en 1968, y que cuenta con una trayectoria en Ecuador de más de 20 años en la implementación de proyectos de desarrollo sostenible. El proyecto de simbiosis industrial inició el 3 de febrero del 2023 y su duración fue de 12 meses; a su vez, contó con la colaboración de la Secretaría de Ambiente del DMQ como Autoridad Ambiental Competente en el territorio de Quito.

El presente documento tiene por objeto el desarrollo del proyecto denominado “Elaboración de un modelo de simbiosis industrial en el Parque Industrial Turubamba (PIT) para el fomento de la economía circular en el DMQ”. A raíz de este proyecto, se ha estudiado el intercambio de materiales no peligrosos provenientes de productos y subproductos de las industrias participantes del PIT.

Para ello, este documento técnico presenta un resumen del estudio en el PIT, que incluyó el levantamiento de información y caracterización de grupos industriales, así como la identificación y análisis de subproductos y residuos potencialmente aprovechables, mostrando así las oportunidades de sustitución de materias primas, insumos y aprovechamiento energético por la recuperación de materiales post producción y post consumo de los grupos industriales identificados. Se aplicó la metodología de análisis de flujo de materiales, identificando sinergias y cuantificando los beneficios ambientales, sociales y económicos.

El contexto ecuatoriano y la pertinencia de la simbiosis industrial

El proyecto se alinea a lo prescrito en el Libro Blanco de Economía Circular de Ecuador en el eje de Producción Sostenible, donde se señala la necesidad de apoyar al sector productivo a identificar estrategias circulares, dentro de las cuales se cita a la simbiosis industrial como herramienta para el intercambio de: materiales residuales, subproductos, mermas de producción e infraestructura y el mejoramiento y creación de estructuras para favorecer acciones cooperativas entre industrias hacia un modelo más integrado. Los beneficios de la simbiosis industrial, tanto socioeconómicos como ambientales, se centran en: la mejora de la productividad, aprovechamiento de residuos y subproductos, reducción de costos de producción, creación de alianzas y sinergias en las cadenas de valor, mitigación de las emisiones contaminantes y facilidades para alcanzar certificaciones de calidad.

Adicionalmente, se toma en cuenta la Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva (LOECI) y su Reglamento General donde se destaca la prevención y valorización de residuos a través de la generación de redes de simbiosis industrial; donde se procure garantizar la trazabilidad de productos como un mecanismo para visibilizar sus cadenas productivas. El objetivo es garantizar la revalorización de todo residuo cuya eliminación final se pueda evitar.

¿Qué significa simbiosis?

‘vivir juntos’

Es la relación ecológica entre organismos de especies diferentes que están en contacto directo, para su beneficio mutuo.



Ilustración 1: Simbiosis entre remoras y tiburón blanco

¿Qué es la simbiosis industrial y cómo se relaciona con la economía circular?

La Simbiosis Industrial (SI) es una estrategia que promueve la conexión entre las empresas a partir del intercambio de: materiales, agua, energía, servicios, infraestructura subutilizada y/o conocimiento entre los sistemas de producción de las industrias. Es una estrategia de la economía circular.

¿Por qué la simbiosis industrial?

- Nueva fuente de ingresos a partir de los residuos.
- Reducción de costos en materias primas y energía.
- Reduce emisiones de gases de efecto invernadero
- Cero residuos a relleno sanitario
- Genera alianzas estratégicas



Ilustración 2: Simbiosis entre liquen y corteza de árbol



02.

PARQUE INDUSTRIAL TURUBAMBA

El Parque Industrial Turubamba (PIT) se encuentra en la provincia de Pichincha, en la Parroquia Turubamba del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ). Está ubicado en el Km. 14 ½ de la Panamericana Sur. Posee 152 hectáreas de acuerdo con la Ordenanza Metropolitana No. 0245 emitida por el Distrito Metropolitano de Quito para la conformación legal del parque en el año 2008, garantizando su permanencia como zona industrial durante 99 años; de los cuales han transcurrido 16 años, es decir, tiene una vigencia de 83 años.

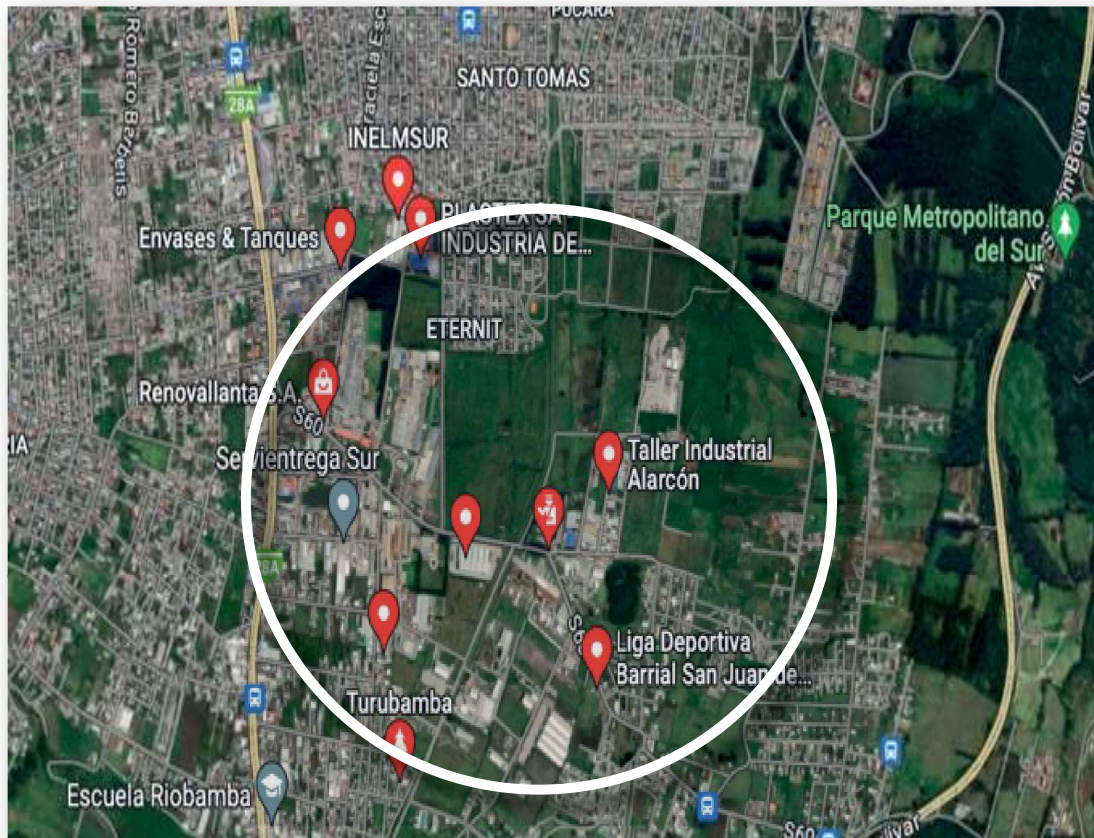


Gráfico 1: Representación de las 152 hectáreas del PIT

Fuente: Google Maps, 2023.

El PIT genera más de 10.000 empleos directos e indirectos, lo que contribuye a dinamizar la economía de la ciudad. Las empresas del PIT producen una amplia gama de productos y servicios, que contribuyen a satisfacer las necesidades de los ciudadanos de Quito y de todo el país.

El PIT posee alrededor de 41 empresas de diversos sectores (Fundación ACRA, 2024), aproximadamente el 23%, se relacionan con el sector de metalmecánica. El 22% se relaciona con el comercio y distribución de bienes; con el 17% se encuentran las empresas dedicadas a servicios, principalmente industriales y de mantenimiento. Finalmente, el sector de manufactura posee el 12% y se encuentran otros sectores con

bajos porcentajes que en total suman 26% relacionados a alimentos, combustibles, industria química y logística.

Con respecto al sector de reciclaje, se identificaron dos grandes empresas que procesan plástico. Sin embargo, alrededor del PIT, existen más de noventa negocios que realizan acopio y compra y venta de materiales como chatarra, papel, cartón, plásticos, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, entre otros.

El sector donde está situado el PIT posee electricidad trifásica y dotación de agua potable. Sin embargo, estos servicios podrían ser insuficientes o inadecuados para las necesidades de las industrias y los habitantes de la zona. Por ejemplo, se ha reportado que el alcantarillado no tiene la capacidad adecuada para evacuar las aguas residuales generadas por las industrias. También se ha mencionado que el agua potable tiene problemas de calidad y presión. Con respecto a su infraestructura vial, se observa que no existen veredas y vías pavimentadas para el transporte y la logística requerida por las industrias. Adicionalmente, existen muchas oportunidades de mejora en otro tipo de servicios, principalmente en: seguridad, bomberos, centros de salud, servicios bancarios, restaurantes, entre otros.

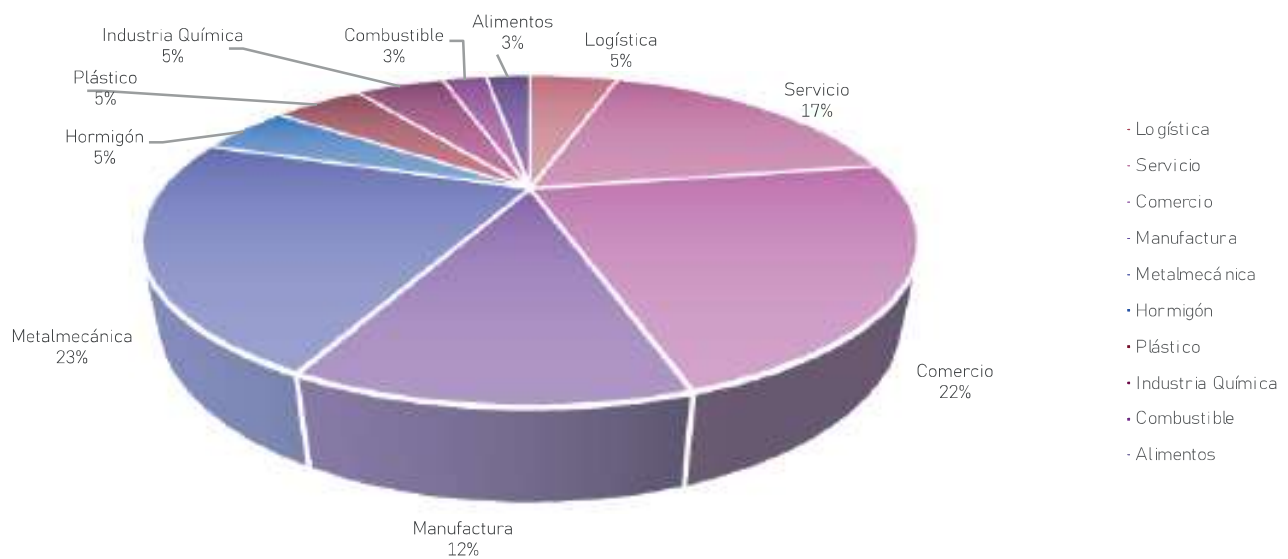


Gráfico 2: Sectores industriales en el PIT.

Fuente: Fundación ACRA, 2024.

Empresas participantes en el proyecto

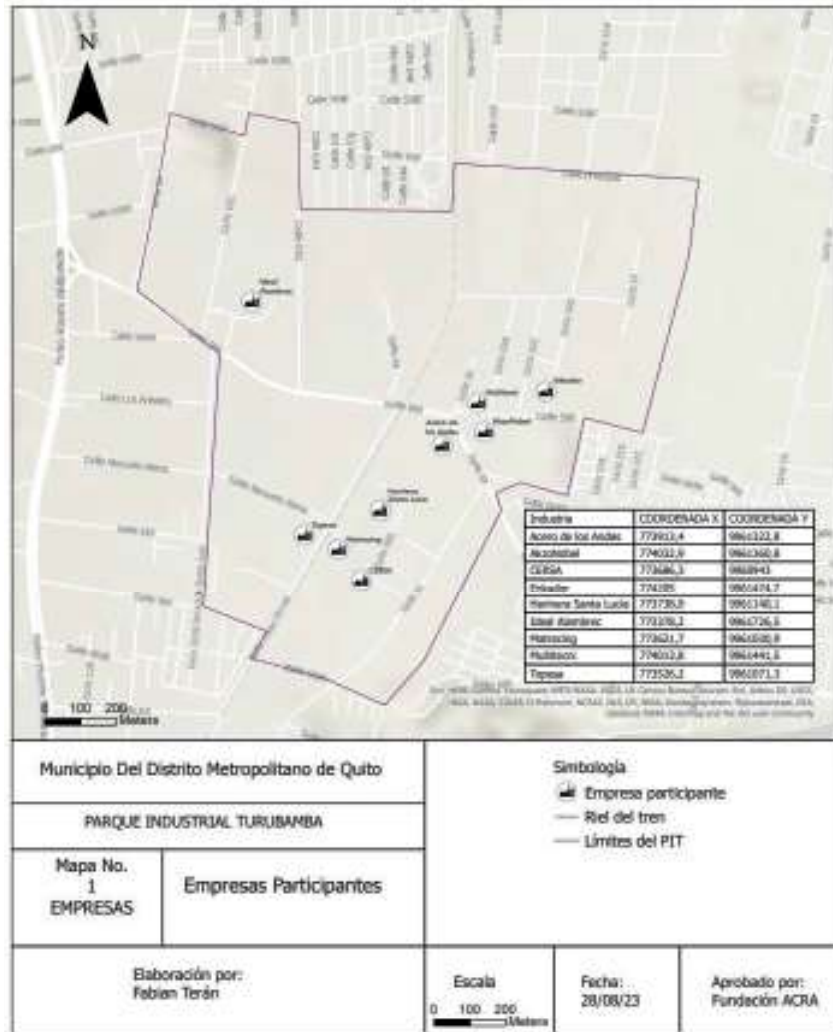
Para el estudio, se convocó a las empresas del PIT y se generaron varios talleres de socialización del proyecto y sensibilización de la economía circular y simbiosis industrial. Finalmente, a través de una carta de compromiso, se adhirieron las siguientes empresas:

Empresa	Sector productivo	Actividades de la empresa
MULTITECNI SERVICIOS	Metalmecánico	Mantenimiento y reparación de motores y generadores eléctricos, junto con bombas sumergibles y centrífugas.
ACERO DE LOS ANDES	Metalmecánico	Desarrollo de proyectos de contenido metalmecánico y calderería pesada para varios sectores: petrolero, energético, entre otros.
SCMI	Metalmecánico	Servicios con capacidades para diseñar y construir plantas termoeléctricas, instalaciones de producción, procesamiento, almacenamiento y distribución de petróleo y gas.
IDEAL ALAMBREC	Metalmecánico	Producción de alambre de acero para la construcción, agricultura, industria y minería.
TOPESA	Metalmecánico	Fabricación de pernos, remaches y tornillos. Es una de las mayores productoras de tornillos del país.
ENKADOR	Reciclaje	Transformación de plástico PET grado alimenticio y otras aplicaciones. Cuenta con un centro de acopio en el PIT.
MATRECING	Reciclaje	Acopio temporal, tratamiento primario y gestión de residuos ferrosos y no ferrosos.
CERSA	Reciclaje	Transformación de botellas post consumo en láminas de PET 100% recicladas grado alimenticio y otras aplicaciones.
*FUNDACIÓN BOTELLAS DE AMOR	Reciclaje	Transformación de plásticos de un solo uso, polietileno de alta y baja densidad y polipropileno para la generación de madera plástica que se utiliza en diversidad de actividades.
AKZO NOBEL	Químico	Producción de pinturas, revestimiento y fabricación de productos químicos aplicadas a diferentes tipos de materiales e infraestructuras.
HARINA SANTA LUCÍA	Alimentos	Molienda de trigo para su procesamiento y conversión en harina.

Tabla No. 1: Empresas adheridas al proyecto Simbiosis Industrial en el PIT para el fomento de la economía circular en el DMQ. Fuente: Fundación ACRA, 2024.

* La Fundación Botellas de Amor no participó durante el proyecto; sin embargo, se integró con varias oportunidades de sinergia, al finalizar el mismo.

Las empresas están ubicadas en cercanía geográfica como se muestra a continuación en el siguiente mapa del PIT:



Plano del Parque Industrial Turubamba y empresas participantes.

Fuente: ACRA, 2024.

En base a la información otorgada por las diez empresas participantes, se generaron las siguientes cifras para áreas como: energía, agua y materiales.

Consumo de energía

Con respecto al consumo de energía, en millones de Kwh, se encontró que en su mayoría, se utiliza energía eléctrica.

Hallazgos importantes en el PIT

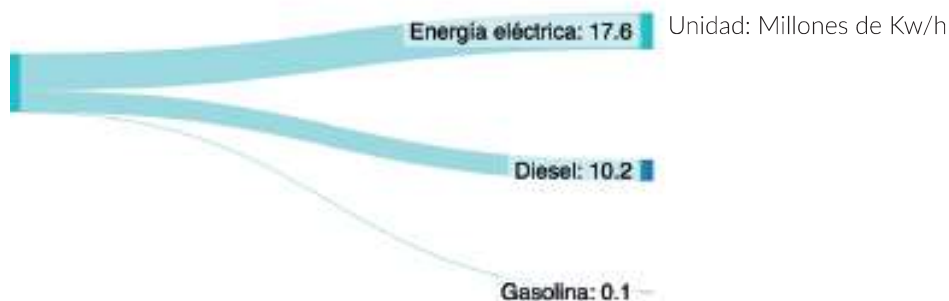


Gráfico 3: Consumo de energía de las empresas participantes en el PIT

Fuente: Fundación ACRA, 2024.

Uso de agua del Parque Industrial

Con respecto al uso de agua, el 28% del agua que se utiliza proviene de agua subterránea, mientras que el 72% proviene de agua potable. Con respecto a sus usos en el área productiva, se puede ver que el mayor uso se da para el enfriamiento de procesos industriales, generalmente de sistemas mecánicos.

Su uso también se da para componentes de agua en el producto. Otro consumo importante se da en la sanitización para empleados y para limpiar partes de procesos industriales. En el último lugar se encuentra el calentamiento de agua.

Unidades: en miles de metros cúbicos m3.
El principal uso de agua se destina al enfriamiento.



Gráfico 4: Consumo de agua de las empresas participantes en el PIT

Fuente: Fundación ACRA, 2024.

Disposición de agua residual

Las grandes empresas poseen plantas de tratamiento de agua residual (37%) sin embargo, las pequeñas (50%) no lo tienen y un pequeño porcentaje posee un biodigestor (13%).



Gráfico 5: Disposición de agua residual de las empresas participantes del PIT.

Fuente: Fundación ACRA, 2024.

Reciclaje de chatarra

El reciclaje de chatarra en el PIT se desarrolla de manera orgánica, dado el significativo número de empresas metalmecánicas y comercializadoras de este subproducto en la zona. El proyecto obtuvo información detallada de tres empresas metalmecánicas, revelando que anualmente ingresan al PIT como materia prima: alambro de acero (70,000 toneladas), alambre trefilado (56,000 toneladas), alambre galvanizado (17,000 toneladas), láminas metálicas (400 toneladas), alambre de acero bajo carbono (82.37 toneladas), tuberías metálicas (80 toneladas), alambre de acero inoxidable (6.49 toneladas) y alambre de aluminio (2.32 toneladas). El total de materiales que ingresan al PIT por estas tres empresas asciende a 143,571 toneladas anuales, equivalente a un mercado de materias primas de aproximadamente 1'099,039.00 USD al año. De este total, se utilizan alrededor de 142,931.63 toneladas para la fabricación de diversos productos finales como: tanques, pernos, clavos, mallas, barras y tornillos, etc.

De estos procesos de manufactura, se genera aproximadamente 640.40 toneladas anuales de chatarra, los cuales son reciclados o comercializados en su mayoría por empresas que se encuentran dentro del mismo PIT (ver gráfico 6). Este mercado genera ingresos anuales aproximados de 147,292 USD, basados en un precio de mercado de 230 USD por tonelada, sujeto a variaciones del mercado.

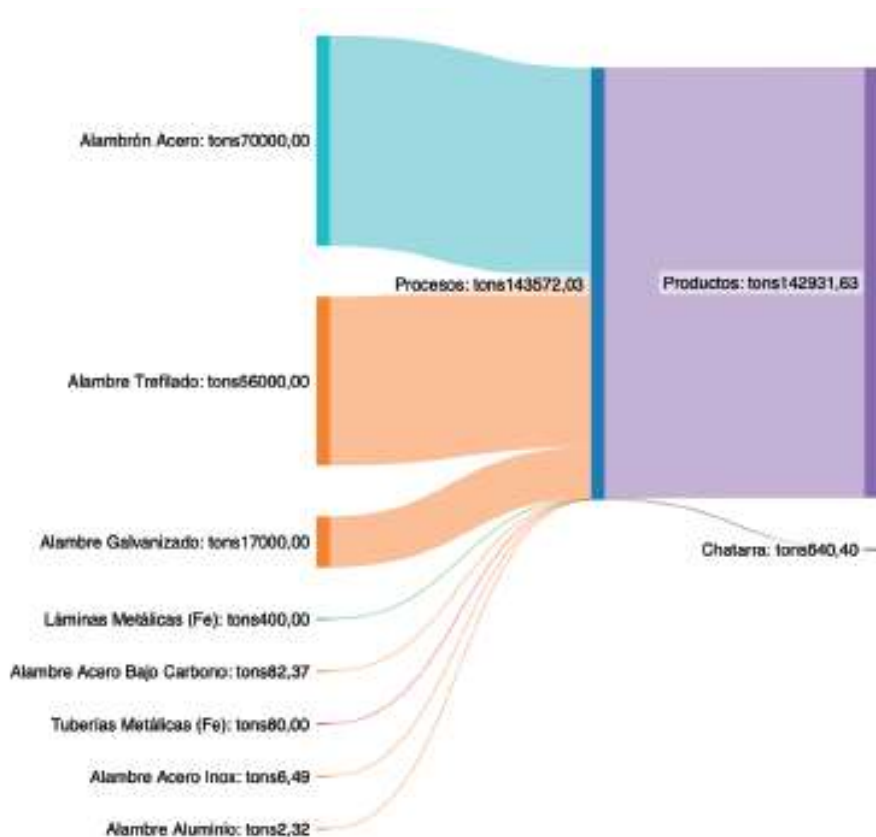


Gráfico 6: Diagrama de Sankey - toneladas de flujos de chatarra anuales en tres empresas del PIT
Fuente: Fundación ACRA, 2024.

La proximidad de las empresas en el PIT facilita la colaboración en la gestión de estos residuos. Aunque la economía circular no se limita al reciclaje, visualizar estos flujos de residuos es el primer paso hacia una simbiosis industrial. Estas prácticas, aunque no siempre contabilizadas formalmente por las empresas, son acciones concretas de economía circular. Además, representan una oportunidad para integrar a la comunidad mediante el reciclaje inclusivo, beneficiando tanto a las empresas como a la reducción del impacto ambiental en los barrios cercanos al PIT y contribuyendo socialmente a la generación de empleo.

Simbiosis Industrial en el Parque Industrial Turubamba para el fomento de la economía circular en el DMQ



Ilustración 3: Acopio de botellas PET.



03.

**IDENTIFICACIÓN DE SINERGIAS DE
SIMBIOSIS INDUSTRIAL**

El estudio contó con varias visitas al PIT y a las empresas participantes, quienes a su vez, proporcionaron información técnica de sus procesos de entrada y salida de materiales, agua y energía. A través del análisis de flujo de materiales y revisión bibliográfica, se encontraron oportunidades de sinergias de simbiosis industrial de acuerdo a su tipo:

Sinergia por subproducto e intercambio de residuos

Las empresas colaboran para intercambiar materiales y recursos. Esto puede incluir: el uso compartido de subproductos, residuos de una empresa que se convierten en materias primas para otra, o la reutilización de recursos dentro de un parque industrial.



Sinergia por intercambio de infraestructura

El uso compartido de la infraestructura de servicios públicos (por ejemplo, recuperación de agua y cogeneración de energía). Implica la colaboración en la gestión y el uso eficiente, las empresas pueden compartir fuentes de energía, como calor residual, o cooperar en proyectos de eficiencia energética o energía renovable.



Sinergia por servicio

Se basa en el compartir servicios y actividades entre industrias en un área industrial (por ejemplo, capacitación conjunta del personal, uso compartido de logística y transporte, entre otros).



A high-angle, top-down photograph of a diverse group of approximately ten people standing in a circle on a light-colored tiled floor. They are all looking down at their hands, which are raised and clasped together in the center of the circle. The lighting is bright and even, creating a clean, professional atmosphere. The overall image is semi-transparent, serving as a background for the text.

04.

**SINERGIA POR SUBPRODUCTO E
INTERCAMBIO DE RESIDUOS**

1. Botellas PET azules

Se encuentran oportunidades de sinergia entre las empresas de acopio y procesamiento de botellas PET. Por ejemplo, se pudo identificar que una empresa recicladora descarta las botellas PET azules y las devuelve a sus proveedores. Sin embargo, otra empresa recicladora del PIT puede absorber las 3,6 toneladas de PET azules anuales e incluirlas en sus procesos de recuperación.



Ilustración 4: Ejemplo de botella PET azul.

2. Polvillo ferroso

Este residuo proviene del proceso de limpieza del alambión en la industria metalmecánica. Para una de las empresas del PIT, la cantidad de polvo de hierro es de 300 toneladas anuales, y su producción es continua, aproximadamente 25 toneladas mensuales.

Se realizaron pruebas respectivas de este material en una cementera, las mismas que resultaron positivas pues posee un alto poder calorífico.

Es decir, este material puede ser reutilizado para la fabricación de Clinker, un componente esencial en la producción de cemento. El óxido de hierro de la industria del acero puede reemplazar una porción del mineral de hierro, reduciendo la demanda de materiales vírgenes.



Ilustración 5: Polvillo ferroso.

3. Polvillo de PET

Es un residuo del proceso de limpieza y triturado de botellas PET. Una empresa recicladora participante genera alrededor de 10 toneladas de Polvillo de PET que puede ser evitado para su disposición final. Este subproducto fue enviado a pruebas de laboratorio en una cementera, siendo positivo su resultado debido a su poder calorífico. Es decir, este material puede ser utilizado en coprocesamiento.

El coprocesamiento de residuos en hornos de cemento implica utilizar residuos no peligrosos como alternativa al combustible o a las materias primas tradicionales en el proceso de fabricación de cemento. Sin embargo, se debe respetar la jerarquía de residuos la cual implica la prioridad de tratamiento que debe recibir un residuo, por el siguiente orden: ecodiseño, reutilizar, reparar, restaurar, remanufacturar, reducir, re-proponer, reciclar, recuperar energía, y finalmente considerar su eliminación ambientalmente adecuada. En este caso, la sugerencia se basa en recuperar energía pues no es posible generar otros procesos actualmente con este material.



Ilustración 6: Polvillo de PET.

4. Etiquetas de PVC (Polivinyl chloride o policloruro de vinilo) y etiquetas PP (Polipropileno)

Las etiquetas de PVC y PP son generadas en el proceso de acopio y antes de que las botellas PET ingresen al proceso de lavado y trituración. Actualmente estas etiquetas son separadas y enviadas a disposición final de parte de una empresa recicladora. La cantidad de etiquetas PVC separadas es de 120 toneladas anuales.

Por otra parte, la cantidad de etiquetas PP es de 240 toneladas y son vendidas para la fabricación de bolsas y sacos de plásticos (tanto de supermercado como de basura). Finalmente, en el proceso de división y compactación de PET en las plantas recicladoras, se generan ciertos residuos que no se pueden reutilizar. Por lo general ocurre que, al recibir el material y compactarlo, se mezclan etiquetas en mal estado, plásticos de un solo uso y residuos orgánicos. Estos materiales van al relleno sanitario. Sin embargo, se encontró la oportunidad en la Fundación Botellas de Amor que se encuentra localizada en el PIT y que puede absorber estos materiales, pues representan materia prima para la generación de madera plástica



Ilustración 7: Etiquetas de PVC y PP

5. Sacos de Polipropileno (PP)

Dentro del PIT se generan sacos de polipropileno de 25Kg (0.22 toneladas anuales) y 50Kg (0.29 toneladas anuales). Esta cantidad de sacos es entregada a un gestor para su reutilización en procesos de construcción. De igual forma, puede ser entregada a la “Fundación Botellas de Amor” ubicada en el PIT, con el fin de utilizarlas para generar madera plástica.

A photograph of an industrial facility, possibly a water treatment plant or refinery. In the foreground, there are several large, horizontal pipes supported by concrete blocks. The pipes are connected to a network of smaller pipes and valves. In the background, there is a large, multi-story building with a complex metal framework and a corrugated metal roof. The sky is clear and blue. The overall scene is brightly lit, suggesting a sunny day.

05.

**SINERGIA POR INTERCAMBIO DE
INFRAESTRUCTURA**

Durante la fase de diagnóstico y el análisis en el entorno del PIT, se encontraron las siguientes oportunidades en la infraestructura del PIT:

1. Espacio para paneles fotovoltaicos

La principal fuente de energía utilizada por las empresas participantes es energía eléctrica, alrededor de 17.6 millones de Kwh.

En las industrias participantes se pudo identificar gran cantidad de espacio disponible en terrenos y techos que pueden ser usados para generación de energía renovable. Con la información recolectada, se encontró que existe espacio físico disponible de 58.107 m². La generación fotovoltaica podría generar alrededor de 6.9 millones de Kwh en energía fotovoltaica. Esto significa una reducción de aproximadamente 1.725 toneladas anuales de CO₂ equivalente.

Los incentivos para la generación de energía eléctrica a partir del uso de paneles fotovoltaicos son:

- Deducción del 100% de IR (impuesto a la renta) del valor total del proyecto.
- 100% de amortización en los costos de implementación del proyecto.
- Optimización de espacios no productivos en techos, sin la necesidad de perforarlos en su instalación.
- Paneles solares sin I.V.A.



Ilustración 8: Ejemplo de paneles solares.

2. Recolección de lluvia

Existe una gran oportunidad de recolección de agua de lluvia de una empresa a través de su techo que colinda con una empresa recicladora y que tiene altos requerimientos de agua para su proceso de lavado de botellas PET.



Ilustración 9: Espacio disponible en Produtekn para recolección de agua lluvia.

Fuente: Fundación ACRA, 2024.

La precipitación promedio anual en Turubamba es de 1.410mm, y la superficie aproximada del techo de la empresa vecina es de 1.137m², de esta manera la cantidad de agua de lluvia para recolección puede llegar a 1.603m³ anuales. Esta cantidad potencial de recolección de agua de lluvia es el 7% de consumo anual de agua de la empresa recicladora y significaría un ahorro de **800 USD anuales**.

A worker in a factory setting, wearing a white hard hat, safety glasses, and a respirator mask. The worker is holding a laptop and pointing at a control panel on a piece of machinery. The background is a blurred industrial environment with various pipes and structures.

06.

SINERGIA POR SERVICIOS

Se identificó la oportunidad de un servicio de reparación de motores industriales para las empresas del PIT.

1. Reacondicionamiento de motores eléctricos industriales

Dentro del parque industrial, existe una empresa: **MULTITECNI** que ofrece el servicio de reacondicionamiento de motores. Si bien ya se encuentra brindando este servicio a dos empresas del PIT, se cree conveniente plasmarlo en este documento como oportunidad para que otras empresas tengan conocimiento de este servicio y se sumen al reacondicionamiento de sus motores y así, prolongar su vida útil.

El mantenimiento y reparación alarga la vida útil de bienes y equipamientos, de manera que esta mayor durabilidad se traduzca en un menor consumo de nuevos productos. Si se hace de manera preventiva, puede mejorar la productividad al **25%**, **reduce costos de mantenimiento al 30%** y **alarga la vida útil de los equipos hasta un 50%**.



Ilustración 10: Ejemplo de un motor industrial.

The background image shows a modern building with a glass facade and a solar panel array on its roof. In the foreground, there is a field of tall grass and several large, light-colored rocks. The overall scene is bright and clear, suggesting a sunny day.

07.

**MODELO DE SIMBIOSIS INDUSTRIAL EN EL
PIT CON LAS SINERGIAS ENCONTRADAS**

En caso de que las sinergias se lleven a cabo, a continuación una representación gráfica de simbiosis industrial encontrada en materiales, energía y agua.

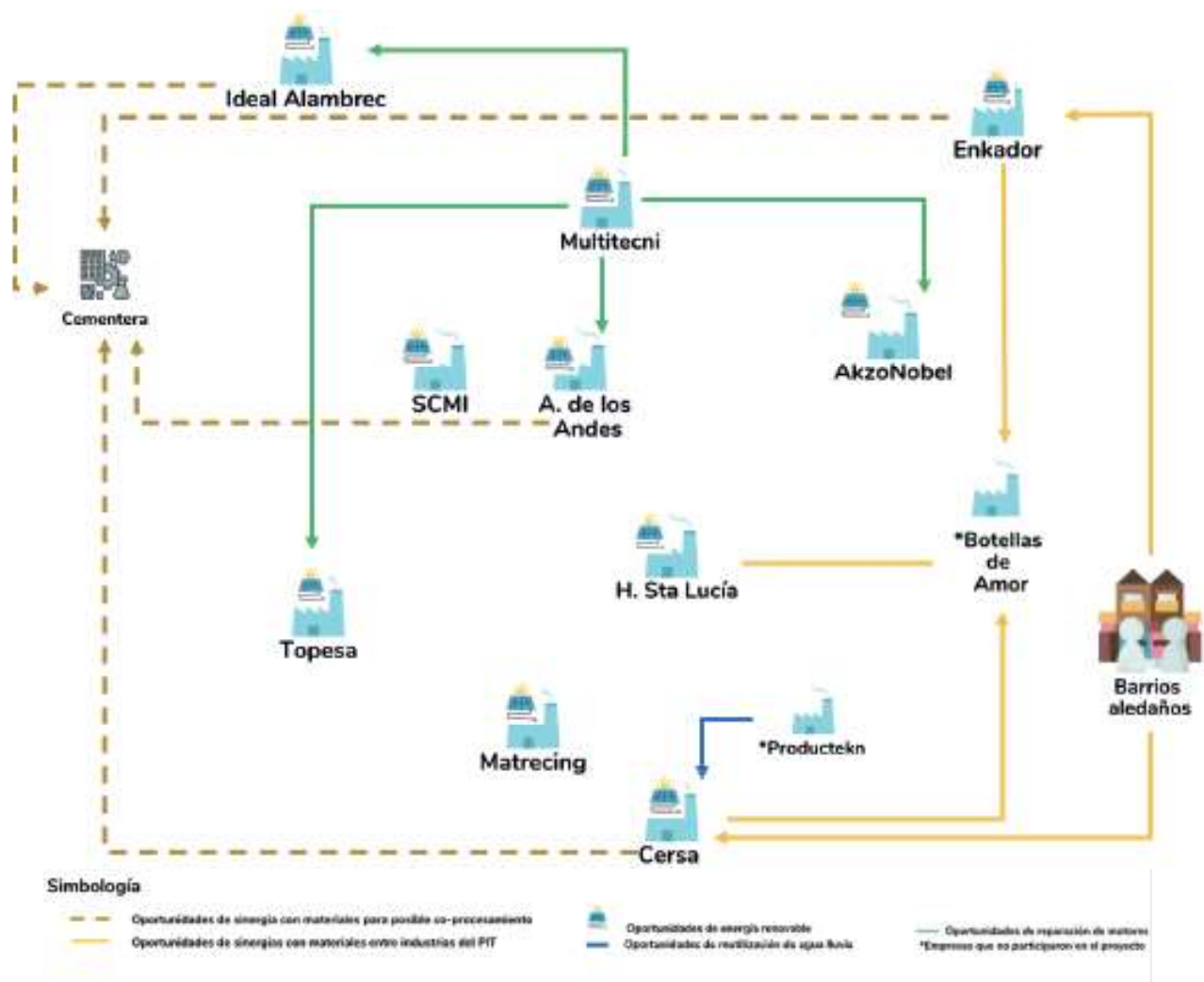


Ilustración 11: Modelo de Simbiosis Industrial en PIT con las sinergias encontradas.
Fuente: Fundación ACRA, 2024.

El color marrón y la línea entrecortada explica los materiales que pueden ser entregados y tranzados desde Enkador, Cersa, Ideal Alambrec y Acero de los Andes hacia la cementera que se encuentra fuera del PIT con los subproductos: polvillo de PET y polvillo ferroso para posible co-procesamiento.

Por otra parte, el color amarillo explica las oportunidades en materiales que se podrían tranzar dentro del PIT. Por ejemplo, Enkador puede vender las botellas azules PET descartadas a CERSA. Adicionalmente, tanto CERSA como Enkador pueden fomentar el reciclaje inclusivo en los barrios aledaños del PIT; generando oportunidades sociales. Por otro lado, también se encuentran oportunidades en los sacos de polipropileno de Harinera Santa Lucía, en el PVC y el PP generado en Cersa para entregarlos a la Fundación Botellas de Amor para la generación de madera plástica.

La simbología de paneles solares, representa la oportunidad de invertir en energía renovable en el PIT. Existe gran cantidad de espacio disponible dentro de los predios de cada empresa, por lo que es factible invertir en paneles fotovoltaicos.

El color azul indica la sinergia encontrada con la oportunidad de recolectar agua de lluvia en el techo de la empresa Productekn, que a pesar de que no participó en el proyecto, es una oportunidad para que CERSA utilice este recurso en sus procesos. Para ello se requiere invertir en una infraestructura adecuada como se ha explicado anteriormente.

Finalmente, el color verde indica la posibilidad de que Multitecni entregue el servicio de reacondicionamiento de motores a varias empresas metalmecánicas dentro del PIT tales como: Acero de los Andes, SCMI, Ideal Alambrec, Akzo Nobel y Topesa. De esta forma se promueve una sinergia de servicios y se otorga larga vida útil a los motores industriales

A hand is shown in the upper right, dropping a coin into a nest of coins on a grassy field. The background is a soft-focus landscape with a blue sky and green grass. The text '08.' is centered over the hand.

08.

**BENEFICIOS ECONÓMICOS, SOCIALES Y
AMBIENTALES**

Impacto social, ambiental y económico de las sinergias encontradas

Dentro de la simbiosis industrial es esencial identificar los impactos que generan las sinergias a nivel social (ecosistema local, valorización de recursos, empleo, entre otros); ambiental (emisiones evitadas por los intercambios de flujos) y económicos (la rentabilidad generada por las sinergias entre organizaciones e intercambio de flujos y el ahorro del sector público en la disposición final de residuos).

Beneficios sociales

De forma general el PIT genera más de 10.000 empleos directos e indirectos, lo que contribuye a dinamizar la economía de la ciudad. En cuanto a la parroquia de Turubamba, esta es una de las que más concentra actividades industriales en el DMQ, especialmente, a las relacionadas con manufactura. El PIT cuenta con las condiciones para albergar alrededor de 40 empresas, generando ocupación directa para 5000 familias de empleados. Con base al Censo 2010 del INEC, se estima que Turubamba cuenta con 56.169 personas. De ellas, el 48% son hombres y el 52% son mujeres.

De forma específica para el proyecto del PIT y de acuerdo con la información entregada por las diez empresas participantes, estas agrupan alrededor de 842 empleos. Por otra parte, se estima que las empresas intermediarias que compran y venden materiales reciclables en los lugares aledaños al PIT, generan alrededor de 200 empleos directos.

Desde la oportunidad del reciclaje y de acuerdo con el levantamiento de localización de 17 barrios circundantes a los límites del PIT y a reuniones con el Presidente de las Organizaciones Sociales San Juan de Turubamba se obtuvo que los dirigentes de 6 barrios (El Cisne, Marcelo Ruales, El Sol, Rosales de Guamaní y San Cristóbal) estarían interesados en organizarse para generar oportunidades de reciclaje inclusivo, a través de una asociación con un sistema de gestión de residuos que prioriza la recuperación y el reciclaje en los barrios aledaños. Es importante tomar en cuenta que, al asociarse, esto les traería mayor rédito económico. Por ejemplo, el costo promedio por tonelada recuperada (recolección, clasificación, acopio y comercialización) por recicladores de base con su propio transporte, a través de una asociación es de USD 400.

De acuerdo con la información de los recicladores de base (2015), los principales residuos recuperados en la ciudad de Quito, en términos de participación porcentual de cada tipo de residuo es: PET (24%), chatarra (19%), cartón (17%), plástico suave (10%) papel blanco (10%), plástico duro (8%) otro tipo de papel (7%), vidrio (3%) y equipos electrónicos (2%). Es importante mencionar que al menos el 50% de los ingresos percibidos por recicladores

de base, provienen de la comercialización del PET. En el Ecuador se cuenta con un impuesto redimible de \$0,02 por botella PET, lo que ha permitido que exista una significativa demanda en la recuperación de este material. Precisamente, dentro del PIT, se encuentran grandes empresas recicladoras como CERSA y ENKADOR, quienes podrían comprar el material de los barrios señalados. La organización clave de los barrios junto a la colaboración de CERSA y ENKADOR, podrían generar un sistema de reciclaje inclusivo que acoja a mujeres del sector, les otorgue empleo y genere campañas contra la violencia de género. Es importante mencionar que de acuerdo con el informe Quito como vamos (2022), las principales parroquias donde ocurre violencia de género son Calderón (13,4%), Guamaní (8,96%), Turubamba (5,97%) y San Juan (4,48%). Por ello, otro impacto social importante puede basarse en que las industrias del PIT puedan generar empleo para las mujeres de la localidad.

Por otra parte, de acuerdo con otras oportunidades de sinergias, se encuentran los sacos de polipropileno de Harinera Santa Lucía, estos pueden ser donados a la Fundación Botellas de Amor. Esta podría ser una pequeña iniciativa que le permita a la harinera generar una iniciativa de responsabilidad social y ambiental con la comunidad.

Beneficios ambientales

Dentro del ámbito ambiental, se identifican los siguientes impactos relacionados con las oportunidades de sinergias en el PIT. Uno de ellos, se basa en la instalación de paneles solares con una generación que puede alcanzar hasta 6.9 millones de Kwh anuales. Esto equivale a reducir aproximadamente 1.725 toneladas anuales de CO2 equivalente dentro del PIT.

El segundo, es que a través de la recolección de agua lluvia, se puede evitar el consumo de 1.603 m3 anuales, esta cantidad potencial de recolección de agua de lluvia representa el 7% del consumo anual de Cersa.

En tercer lugar, con todas las oportunidades de sinergia encontradas y bajo los supuestos explicados en cada una de ellas, es posible evitar 923.16 toneladas de residuos anuales al relleno sanitario del DMQ (ver la tabla 2). A su vez y bajo estimaciones tomando en cuenta los factores de emisión de las resinas plásticas (Carbon Reduction Institute, 2018) y polvo de hierro (Guadalupe et al, 2022) se obtiene que se evita la generación de 1485.92 toneladas de CO2 equivalente anuales.

Material	Cantidad en toneladas anuales	Cantidad en kg anuales	Factor	Unidad	Ton CO2 eq/ton
Polvo de hierro	300	30000	2,36	Ton CO2 eq/ton	708
Sólidos costras	58,4	58400	0,18	Kg CO2 eq/kg	10,69
Sólidos PVA	129,4	129400	0,18		23,68
Polvillo PET	10	10000	2,54		25,38
Otros plásticos	22	22000	1,48		32,52
Etiquetas polietileno	240	240000	1,48		354,48
Etiquetas PVC	162,85	162850	2,03		330,42
Sacos polipropileno	0,51	510	1,48		0,75
Total	923,16	923160			1485,92

Tabla 2: Ton CO2 equivalentes evitadas con el modelo de simbiosis industrial propuesto para el PIT.
Fuente: Fundación ACRA, 2024.

Beneficios económicos

Si bien el total de residuos anuales evitados con este modelo de simbiosis industrial es de 923.16 toneladas de materiales; es relevante tomar en cuenta toda la chatarra (Ver Gráfico 6: 640,40 toneladas) que ya se recupera en el PIT por parte de las empresas participantes en el proyecto. Por ello, el total de materiales recuperados que se evitaría es de 1563.56 toneladas al relleno sanitario.

Por otro lado, la venta de chatarra para tres empresas participantes en el proyecto, mostrada en este documento; genera ingresos anuales aproximados por un valor de 147,792 USD. Estos precios pueden variar de acuerdo con el mercado. Con respecto al polvo de hierro, este tiene un potencial de recuperación de 3000 USD anuales en caso de que sea posible su uso en coprocesamiento.

Para términos económicos estimados y colocando un precio similar al de la botella PET en el polvillo de PET (10.000 kg), es probable que con la venta de este material se generen alrededor de 6.000 USD anuales (con un precio de 0,60 USD/kg).

Si se llegasen a implementar paneles fotovoltaicos en los espacios de las diez empresas participantes, se generaría un ahorro aproximado de 690.000 USD/año. Con respecto a la utilización del agua lluvia, esto significaría un ahorro de 800 USD anuales en el consumo para CERSA.

Ahora bien, para obtener estos tres tipos de impactos a los que se refiere la sostenibilidad, también es importante hacer énfasis en las acciones de mejora que requiere el PIT.

² Tasa actual de disposición de residuos sólidos no peligrosos en la estación de Transferencia Sur, 2022.
Fuente: Gerencia Administrativa Financiera EMGIRS, EP, 2022

09.

ACCIONES DE MEJORA



**Infraestructura
y servicios básicos**



**Gobernanza del parque
(organización interna)**



**Comunicación efectiva
entre empresas**



Confidencialidad



Contexto social

*Ilustración 13: Oportunidades de mejora para la simbiosis industrial.
Fuente: Fundación ACRA, 2024.*

Nivel organizacional

El PIT carece de una administración central y de procesos de gobernanza establecidos. Esto ha hecho que el seguimiento y el llamado a participar en el proyecto haya tomado más tiempo del requerido y que, además, de las 41 empresas que existen, únicamente se hayan unido 10 empresas al proyecto.

Esta ausencia de gobernanza hace que también las industrias no se conozcan entre ellas y no conozcan las actividades de negocio que realizan. Por lo tanto, hay una ausencia de comunicación y de sinergias que podrían fortalecerse a través de la simbiosis industrial.

La Ordenanza Municipal (OM) 0245 menciona un proceso de organización de los actores del PIT, sin embargo, esta no es aplicada. Por ello, de acuerdo con lo encontrado en este estudio, se propone el siguiente modelo de gobernanza que dé como resultado una administración central que permita la colaboración de las empresas para un mejor desarrollo en el parque industrial.

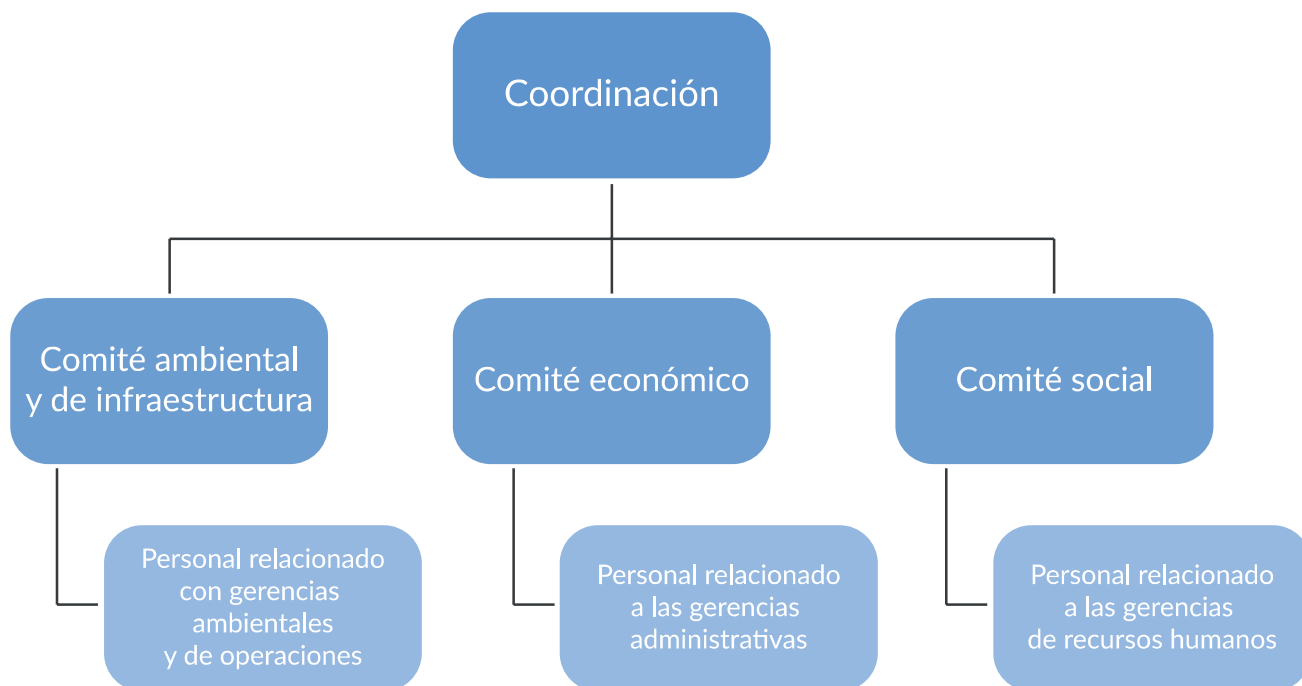


Table 2: Propuesta de gobernanza en el PIT.
Fuente: Fundación ACRA, 2024.

Nivel cultural

Simbiosis Industrial en el Parque Industrial Turubamba para el fomento de la economía circular en el DMQ

Desde una perspectiva de simbiosis industrial, las empresas culturalmente pueden tener varias limitaciones en cuanto a la confidencialidad de su información. La competencia en ciertas industrias crea barreras que pueden bloquear los esfuerzos de colaboración y, por ende, el encuentro de nuevas oportunidades. A pesar de que las empresas no cuentan aún con una mentalidad enfocada en simbiosis industrial, es importante destacar que varias de ellas ya generan sinergias de residuos comunes como la de chatarra.

Adicionalmente, ya generan esfuerzos en programas cero residuos a relleno sanitario y varias de ellas miden su huella de Carbono. Se encuentra oportunidad en que el Municipio del DMQ pueda generar incentivos para que los costos evitados en la recolección y disposición de residuos que ya no se generan, puedan ser invertidos en mejorar la infraestructura del lugar.

En cuanto al conocimiento de economía circular y simbiosis industrial, se pueden generar capacitaciones periódicas y talleres que les invite a pensar sistémicamente. De hecho, durante este proyecto de simbiosis industrial, Fundación ACRA generó un espacio de capacitación en ecología y simbiosis industrial, en el cual participaron empresas que se involucraron con este proyecto.

Infraestructura

La ausencia de infraestructura vial es una constante preocupación para las industrias del PIT en varios niveles tanto sociales como económicos. Las vías sin pavimentación son espacios donde se arroja basura por los barrios aledaños, así como también, aumenta la inseguridad en el lugar. En términos económicos, sus vehículos de transporte y carga requieren mayor mantenimiento, adicionalmente, en invierno, la movilidad se complica. El servicio de recolección de basura no es constante y requiere seguimiento.

El área y los límites marcados por la Ordenanza Municipal para la existencia del PIT no cuenta con cerramientos apropiados. Varios barrios se han colocado en los límites del parque industrial, generando mayor presión para el uso de servicios básicos tanto en agua, energía y recolección de residuos domiciliarios. Adicionalmente, no se han generado sinergias importantes entre las industrias y los barrios aledaños. Se observa crecimiento de población en los barrios pues existen proyectos de construcción de conjuntos habitacionales.

En conclusión, la simbiosis industrial representa una poderosa estrategia para abordar desafíos sociales, ambientales y económicos al promover la colaboración y la eficiencia en el uso de recursos de las industrias. Sin embargo, la implementación exitosa de la simbiosis industrial no está exenta de barreras significativas. Las barreras incluyen desafíos organizacionales, culturales, sociales, de infraestructura, así como la falta de conciencia y de una cultura de colaboración en algunos sectores industriales. Superar estas barreras requerirá un enfoque multidisciplinario, la participación del municipio del DMQ, empresas públicas y privadas, academia y organizaciones de la sociedad civil. Se requiere un compromiso a largo plazo con la Sostenibilidad. Las oportunidades que ofrece la simbiosis industrial son claras: reducción de residuos, eficiencia en el uso de recursos, innovación y ventajas competitivas. Al superar las barreras y capitalizar estas oportunidades, podemos avanzar hacia un futuro industrial más sostenible y resiliente.



10.

BIBLIOGRAFÍA

Brunner y Rechberger (2016). Closing the loop: industrial ecology, circular economy, and material

Flow análisis encontrado en:

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-22245-0_11#DOI

Carbon Reduction Institute (2018). Análisis del Impacto de los Gases de Efecto Invernadero en el Ciclo de Vida de los Embalajes y Otros Productos Plásticos en Chile V.1.0. Encontrado en:

https://www.acoplasticos.org/boletines/2011/noticias_ambientales_2011_04julio/asipla_huella_de_carbono.pdf

Censo de Población y Vivienda (CPV) 2010. Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)

Chertow, M. R. (2008). "Uncovering" Industrial Symbiosis. *Journal of Industrial Ecology*, 11(1), 11–30.doi:10.1162/jiec.2007.1110

DMQ (2022). Plan de Gestión Integral Municipal de Residuos y Desechos Sólidos No Peligrosos y Desechos Sanitarios del Distrito Metropolitano de Quito 2022 – 2031.

Encontrado en:

https://www7.quito.gob.ec/mdmq_ordenanzas/Administración%202019-2023/Sesiones%20de%20Concejo/2022/Sesión%2044%20Ordinaria%202022-09-06/IV.%20Plan%20de%20Residuos%20Solidos/plan_de_gestion_integral_de_residuos.pdf

Ecuavivienda (2018). Parque Industrial Turubamba.

Encontrado en:

<https://www.ecuavivienda.com/parque-industrial-turubamba/>

Google patents (2023). Method for producing general cement clinker by using iron oxide slag to partially replace iron correction raw material. Encontrado en: <https://patents.google.com/patent/CN111233353A/en>

Global Cement (2011). Holcim Untervaz plant improves energy-efficiency by 20% by using ABB low-temperature ORC technology.

Encontrado en:

<https://www.globalcement.com/magazine/articles/371-holcim-untervaz-plant-improves-energy-efficiency-by-20-by-using-abb-low-temperature-orc-technology>

Guadalupe et al (2022). Cálculos estequiométricos de factores de emisión para estimar emisiones fugitivas de gases de efecto invernadero en un centro de acopio de residuos sólidos.

Encontrado en:

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992022000100106

Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva. Cuarto Suplemento del Registro Oficial No.488, 6 de Julio 2021

Matrecing (2023), Gestión Ambiental & Centro de Reciclaje Compra y venta de metales ferrosos y no ferrosos en el Parque Industrial Turubamba. Entrevista a Alejandro Mera, Coordinador Ambiental, octubre 2023.

Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (2013), Ordenanza Municipal (OM) 0358 que aprueba el plan especial del PIT y Sustitutiva de las Ordenanzas 0245 y 0310.

Muñoz et al (2018). Incentivo a la generación distribuida en el Ecuador.

Encontrado en:

<https://www.redalyc.org/journal/5055/505554803006/html/>

OECD (2010). Scrap Supply in the Global Steel Industry: A Better Path.

Encontrado en:

<https://www.oecd.org/industry/ind/46584778.pdf>

ONUDI (2019). Programa Global de Parques Eco-Industriales.

Encontrado en:

<https://hub.unido.org/sites/default/files/publications/Manual%20para%20la%20caja%20de%20herramientas%20de%20la%20ONUDI%20sobre%20parques%20eco-industriales.pdf>

Ordenanza Metropolitana para la instalación y funcionamiento del Parque Industrial Turubamba (PIT) del Distrito Metropolitano de Quito No. 0245 (2009).

Encontrada en:

https://www7.quito.gob.ec/mdmq_ordenanzas/Ordenanzas/ORDENANZAS%20AÑOS%20ANTERIORES/ORDM-245%20-%20PARQUE%20INDUSTRIAL%20DE%20TURUBAMBA.pdf

Quito como Vamos (2022). Informe de calidad de vida.

Encontrado en:

https://quitocomovamos.org/wp-content/uploads/2022/10/INFORME-CALIDAD-DE-VIDA-QUITO-2022_compressed.pdf

País Circular (2023). Reducción de emisiones de CO2 y menor consumo de agua destacan entre los beneficios socioambientales de reciclar chatarra ferrosa

Encontrado en:

<https://www.paiscircular.cl/consumo-y-produccion/reduccion-de-emisiones-de-co2-y-menor-consumo-de-agua-destacan-entre-los-beneficios-socioambientales-de-reciclar-chatarra-ferrosa/#:~:text=A%20partir%20de%20esa%20diferencia,bosque%20nativo%20de%20la%20Patagonia>

Plataforma Simbiosis Industrial. CERES y UNACEM.

Encontrado en:

<https://simbiosisindustrialec.com>

Reglamento General a la Ley Orgánica de Economía Circular Inclusiva. Tercer Suplemento del Registro Oficial No.379, 22 de Agosto 2023

Ramírez, et al (2015), "Life Cycle Assessment of the Electricity Network in Ecuador".

Encontrado en:

https://www.researchgate.net/publication/281454976_Life_cycle_assessment_of_Ecuadorian_electricity

Sankey Diagram (2022).

Encontrado en:

<https://sankeymatic.com/build/>

Perez y Becera (2017). Evaluación de un modelo difusivo convectivo del formaldehído en un ambiente de trabajo cerrado.

Encontrado en:

<http://52.0.229.99/bitstream/20.500.11839/6263/1/6121838-2017-1-IQ.pdf>

Villalobos, F. (2013). Características económicas de las manufacturas localizadas en Quito: estudio con especial referencia al Parque Industrial Turubamba (Estudios sobre el Distrito Metropolitano de Quito). En: Questiones Urbano Regionales. Revista del Instituto de la Ciudad. 2(1):163-198.

SIMBIOSIS INDUSTRIAL EN EL PARQUE INDUSTRIAL TURUBAMBA PARA EL FOMENTO DE LA ECONOMÍA CIRCULAR EN EL DMQ

Fundación ACRA
2024



Fondo Ambiental

Secretaría de Ambiente

Quito renace



Quito
Alcaldía Metropolitana