

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial



“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE VAPOR DE SOLVENTES PARA MEJORAR LA CALIDAD DE AIRE DEL ÁREA DE IMPRESIÓN FLEXOGRÁFICA, EN LA EMPRESA ENVASES MULTIPLES PERU S.A.C., PERIODO 2020”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

Ingeniera Industrial

Autor:

Jessica Madeleine López Saucedo

Asesor:

Mg. Julio Douglas Vergara Trujillo

Lima - Perú

2020

## **DEDICATORIA**

Esta tesis la dedico al Ingeniero Manuel Mondragón quien ha sido mi mano derecha durante todo este tiempo; le agradezco por su desinteresada ayuda, por echarme una mano cuando siempre la necesité, por impartir sus conocimientos, experiencias y por aportar considerablemente en mi proyecto.

## **AGRADECIMIENTO**

A todas las personas que formaron parte de la culminación de este proyecto. A mi familia, seres queridos y profesores por su apoyo incondicional, sin ellos no hubiese podido lograr el objetivo.

**Tabla de contenidos**

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO .....	3
ÍNDICE DE TABLAS .....	5
ÍNDICE DE FIGURAS .....	9
ÍNDICE DE ECUACIONES .....	10
RESUMEN EJECUTIVO .....	11
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....	12
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	22
CAPITULO III. DESCRIPCIÓN Y EXPERIENCIA .....	31
CAPÍTULO IV. RESULTADOS .....	80
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMEDADIONES .....	104
REFERENCIAS .....	108
ANEXOS.....	113

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Productos de mayor demanda.....	15
Tabla 2. Componentes del Aire en estado natural .....	23
Tabla 3. Estándares nacionales de la calidad ambiental del aire .....	25
Tabla 4. Concentraciones de compuesto químicos volátiles (COV 's) - 2017 .....	36
Tabla 5. Concentraciones de compuestos químicos volátiles (COV 's) – 2018 .....	37
Tabla 6. Concentraciones de compuestos químicos volátiles (COV 's) - 2019.....	37
Tabla 7. Valores Límite Permissible de Compuestos Tóxicos (TLVs) .....	39
Tabla 8. Índice de riesgo.....	40
Tabla 9. Cálculo de índices de riesgos - COV: Compuesto Orgánico Volátil .....	41
Tabla 10. Costos y consumos de solvente N-propyl acetato npa-2019.....	42
Tabla 11. Costos y consumos de solvente N-propanol-2019 .....	42
Tabla 12. Costos y consumos de solvente Etanol-2019 .....	42
Tabla 13. Costos y consumos de solvente Etoxi-2019 .....	43
Tabla 14. Costos y consumos de solvente otros-2019.....	43
Tabla 15. Datos diagrama de Correlación .....	45
Tabla 16. Datos diagrama de Pareto.....	47
Tabla 17. Listado de componentes sueltos por módulo.....	50
Tabla 18. Límites de batería .....	52
Tabla 19. Valores de consumos de energía eléctrica.....	53
Tabla 20. Valores de consumos de aceite térmico.....	53
Tabla 21. Valores de consumos de aire comprimido.....	53
Tabla 22. Valores de consumos de agua de reposición .....	54

Tabla 23. Valores de consumos de N <sub>2</sub> .....	54
Tabla 24. Paquete de ingeniería.....	54
Tabla 25. Detalle de idiomas por ingeniería.....	54
Tabla 26. Normas por suministro .....	55
Tabla 27. Detalle de pintado.....	55
Tabla 28. Leyenda “Suministrado por cliente” .....	60
Tabla 29. Leyenda “Ingeniería DCT”.....	61
Tabla 30. Otras abreviaturas .....	62
Tabla 31. Detalle de modulo 110 y 120 aspiración, filtración y enfriamiento de la entrada SLA – SKID .....	63
Tabla 32. Detalle de módulo 130 Conductos y amortiguadores - Adsorción de entrada SLA/N <sub>2</sub> -SKID.....	64
Tabla 33. Detalle de modulo 140 Conductos y amortiguadores - Adsorción de salida de aire/N <sub>2</sub> - SKID .....	65
Tabla 34. Detalle de modulo 150 Intercambiadores de calor de regeneración - SKID.....	66
Tabla 35. Detalle de modulo 160 Tuberías de regeneración - SKID .....	68
Tabla 36. Detalle de modulo 210 Destilación por lotes .....	68
Tabla 37. Detalle de modulo 220 Acumulador de solvente .....	70
Tabla 38. Detalle de modulo 310 Tamices moleculares adsorber.....	71
Tabla 39. Detalle de modulo 330 Ventilador de aire intercambiadores de calor deshidratación .....	72
Tabla 40. Detalle de modulo 410 Torre de regeneración - SKID.....	74
Tabla 41. Detalle de modulo 420 Bomba de torre de refrigeración - SKID.....	75

Tabla 42. Detalle de modulo 430 Enfriador - SKID.....	75
Tabla 43. Detalle de modulo 440 Bombas y tanques de refrigeración - SKID .....	76
Tabla 44. Detalle de unidad 600 Tuberías de interconexión .....	77
Tabla 45. Detalle de unidad 710 Cuadros eléctricos -SKID .....	77
Tabla 46. Costos de gestión.....	80
Tabla 47. Inversión y costos de recuperación de solvente .....	80
Tabla 48. Horas hombre del proyecto .....	85
Tabla 49. Caudal de carga de solvente en el aire (SLA) .....	95
Tabla 50. Temperatura de la carga del solvente en el aire (SLA) .....	95
Tabla 51. Límites de explosividad de la carga del solvente en el aire (SLA) .....	95
Tabla 52. Producción.....	95
Tabla 53. Caudal de solvente de las máquinas .....	96
Tabla 54. Tipo de contaminantes en la carga de solvente en el aire.....	96
Tabla 55. Condiciones de las instalaciones exterior.....	96
Tabla 56. Condiciones de las instalaciones interior .....	96
Tabla 57. Unidad de destilación .....	97
Tabla 58. Calidad de solvente destilado .....	97
Tabla 59. Límites de emisión .....	97
Tabla 60. Límites de emisión de ruido .....	97
Tabla 61. Valores medios de proyecto .....	98
Tabla 62. Valores medios de proyecto .....	98
Tabla 63. Valores de aspiración y acondicionamiento del aire .....	99
Tabla 64. Valores de adsorción .....	99

Tabla 65. Valores de destilación y almacenamiento .....	100
Tabla 66. Comparativo % de consumo de solvente N-propyl acetato npa de la empresa Emusa .....	100
Tabla 67. Comparativo % de consumo de solvente N-propanol de la empresa Emusa ....	101
Tabla 68. Comparativo % de consumo de solvente Etanol de la empresa Emusa .....	101
Tabla 69. Comparativo de cálculo de índices de riesgos - COV: Compuesto Orgánico Volátil .....	102
Tabla 70. Cálculo de índices de riesgos - COV: Compuesto Orgánico Volátil .....	103



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama Emusa Perú S.A.C.....	16
Figura 2. Diagrama de Ishikawa.....	28
Figura 3. Diagrama de Gantt .....	29
Figura 4. Mapa de procesos – Área de impresión Emusa Perú S.A.C .....	33
Figura 5. Secuencia impresión de bobinas .....	35
Figura 6. Análisis de Causa Raíz – Diagrama de Ishikawa.....	45
Figura 7. Diagrama de Pareto .....	48
Figura 8. Diagrama de Gantt semana 1 a la 3 ejecución del proyecto .....	91
Figura 9. Diagrama de Gantt semana 4 a la 6 ejecución del proyecto .....	92
Figura 10. Diagrama de Gantt semana 7 a la 9 ejecución del proyecto .....	93
Figura 11. Diagrama de Gantt semana 10 a la 12 ejecución del proyecto .....	94

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Índice de riesgo.....	40
Ecuación 2. Valor recuperado y ROI.....	81

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto se justifica porque la salud del recurso humano y la calidad de aire debe ser una prioridad de las empresas, esto debido a que el recurso humano es uno de los principales en todo industrial así mismo se evitaría incurrir en sanciones medio ambientales. Al ejecutar la implementación del sistema de recuperación de vapor de solvente del área de impresión se podrá mejorar la calidad de aire disminuir el uso de solventes y los agentes químicos volátiles en el área.

Por ello contar con este sistema mejoraría en el cuidado del personal, optimizar recursos y cumplir con el marco legal, el objetivo principal del proyecto fue diseñar y describir la implementación del sistema de recuperación de vapor de solvente de la empresa EMUSA PERU S.A.C como parte de la descripción del proyecto se identifica que la empresa implementando esta tecnología encontraría un retorno de inversión de 2.4 años

**Palabras Clave:** Solvente, Flexográfica, Calidad de aire.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### **Realidad Problemática**

La industria de flexografía crece de la mano con la globalización y con los avances tecnológicos actuales, para lograr satisfacer la alta demanda de productos impresos requeridos por sus clientes, de acuerdo a estrictas especificaciones, dentro de un mercado cambiante. En razón de ello, cada día conlleva a nuevos retos para lograr destacarse entre las distintas alternativas que presenta el mercado gráfico a clientes y usuarios del sector de consumo masivo.

Ciertamente, aun cuando es conocida dicha situación de crecimiento industrial, que ha presentado el sector de flexografía, no deja de ser un obstáculo en los procedimientos y maquinarias obsoletas que hasta ahora ostentan muchas de ellas. En ese contexto, se presentan situaciones que afectan los procesos productivos, como los costos operativos elevados por la reiterada adquisición de materias primas, afectación al medio ambiente, reprocesos en la parte productiva por fallas técnicas de las máquinas, así como sobrevaloración de las horas de trabajo, en función de satisfacer los tiempos de entrega exigidos por el cliente. Todo ello impide en ocasiones, brindar a los clientes soluciones más sofisticadas, y, sobre todo, impide ofrecer precios más competitivos.

Como se mencionó antes, otro factor importante que quebranta dicho crecimiento es la protección ambiental, A pesar de que las empresas del ramo reconocen que varios insumos podían ser reutilizados en el proceso productivo, como las películas plásticas para la impresión flexográfica, las tintas a base de agua y solventes, son poco apreciables los

beneficios que podrían traer estas actualizaciones, respecto a los costos de inversión que representan en sí mismas, en comparación con los insumos utilizados actualmente, por lo que no se estimula su implementación en los procesos productivos. (Vargas, González, Ruiz, Vélez, Paredes, 2015. p. 399).

En ese orden, la inversión en la adquisición de nueva tecnología por parte de las empresas flexográficas, debe orientarse en buscar alternativas que le aporten soluciones integrales, tanto interna como externamente, con miras al futuro, permitiéndoles ser sostenibles en el tiempo. Tal como lo indican Vargas, González, Ruiz, Vélez y Paredes (2015), “se requiere del compromiso de los propietarios y de la alta gerencia, ya que no solo se trata de la modificación de algunas prácticas, sino de cambios en los procesos productivos. Igualmente se requiere de monitoreo y control de los beneficios encontrados por la aplicación de prácticas de producción más limpia, pues en los pocos casos que se han llevado a cabo, se carece del seguimiento a los beneficios y, no es posible identificar si realmente representaron mejoras económicas, de eficiencia, de calidad e imagen para la empresa” (p. 404).

En ese sentido, los nuevos tiempos demandan nuevos procesos industrializados, que vayan de la mano con la innovación de productos, la eficiencia del proceso y mayor compromiso con el ambiente y posterior al análisis mediante las herramientas tales como el diagrama de Pareto; diagrama de Ishikawa (Causa y Efecto), con el fin de determinar las causas principales del problema que se desea resolver.

Basado en ello, se propuso en este estudio, implementar un sistema de recuperación de vapor de solventes, para la mejora de la calidad de aire del área de impresión flexográfica, de la empresa EMUSA PERU, S.A.C. para el período 2020.

Aplicando mi experiencia laboral como Ingeniera Industrial para poder desarrollar el proyecto, esta experiencia en su mayoría es en el área de producción, así como mis conocimientos, capacidad, compromiso y aptitud para realizar las actividades encomendadas, que generan resultados que contribuyen al crecimiento y éxitos en cualquier proceso desarrollado en una empresa.

Mis funciones principales para el proyecto fueron identificar las necesidades que se tenían en las diversas áreas, identificando como área crítica al área de impresión flexográfica. Como segundo paso posterior a la identificación del problema se evaluó las tecnologías para mejorar la calidad de aire, disminuir el consumo de solvente virgen y disminuir los agentes volátiles en el área.

### **Datos Generales de la Empresa**

Emusa Perú S.A.C, es una empresa que ofrece soluciones de empaques flexibles en los sectores Food, Non Food y Agro con altos estándares de calidad. Cuenta con operaciones en Brasil, Perú y Guatemala, y con un alcance a más de 22 países. Pertenece a un holding de empresas con presencia a nivel mundial con negocios en los mercados de papel, químicos, agroindustrial, energía, gestión portuaria, entre otros.

### **Misión**

Emusa Perú S.A.C tiene como misión proveer empaques flexibles a diversos sectores industriales (Food, Non Food y Agro), producidos con una excelente calidad gráfica,

inocuidad, una alta productividad y eficiencia en costos; generando finalmente valor para sus clientes, colaboradores y accionistas.

### Visión



Consolidar a Emusa como un productor regional de empaques flexibles.

### Principales Productos

Emusa Perú S.A.C, cuenta con una gama de productos a ofrecer, de acuerdo especificaciones y necesidades de cada cliente, desde su desarrollo y fabricación de los mismos, teniendo como principales estructuras las películas film o sustratos (Polietileno, Poliéster, Polipropileno, papel, PPCast, Aluminio, Papel, Boop cristal, mate, metalizado, etc).

Tabla 1.

#### *Productos de mayor demanda*

Producto	Imagen	Descripción
Bobinas		La presentación en bobinas de 15 a 25 kg. que se adecua a la línea de producción del cliente para el proceso de envasado.
Bolsas		La presentación en bolsas con zipper que directamente es para envasado por el cliente lo cual no requiere la intervención de maquinaria de parte del cliente.

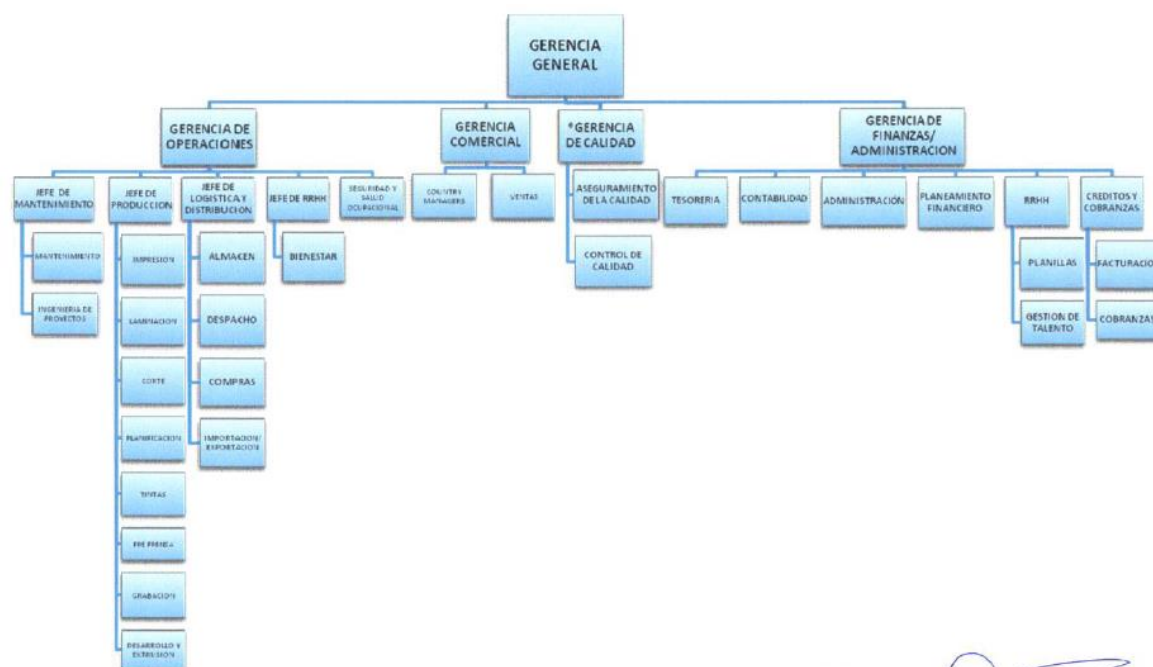
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE VAPOR DE SOLVENTES PARA MEJORAR LA CALIDAD DE AIRE DEL ÁREA DE IMPRESIÓN FLEXOGRÁFICA, EN LA EMPRESA ENVASES MULTIPLES PERU S.A.C., PERIODO 2020

Válvula



La presentación de bolsas con válvula que se adecua a la línea de producción del cliente para el proceso de envasado donde requiere un último sello en la parte superior.

Fuente: Elaboración propia



EMISIÓN: 17/06/15	VERSIÓN: 05	PÁGINA: 1 DE 1	REVISADO POR: D. PEINADO	APROBADO POR: F. LARIOS
-------------------	-------------	----------------	--------------------------	-------------------------

\*GERENCIA DE CALIDAD: RESPONSABLE DE LA SEGURIDAD ALIMENTARIA O REPRESENTANTE SQF.

Figura 1. Organigrama Emusa Perú S.A.C

Fuente: Emusa Perú S.A.C.



## **Antecedentes**

Aparte de lo descrito en la realidad problemática, se tomó en cuenta los antecedentes y otros aspectos académicos, tanto internacionales como nacionales. En el ámbito internacional destaca Arias y Tamayo (2017), quienes explicaron en su investigación *el desarrollo de una propuesta de recuperación de residuos de solventes en la empresa Golden Flex S.A.* Tesis para optar el Título de Ingeniero Químico, en Fundación Universidad de América, en Colombia. El objetivo principal fue elaborar una propuesta para la recuperación de solventes utilizados en la empresa Golden Flex S.A. ello traerá beneficios de carácter económico y eficiencia en el proceso de producción, la metodología fue de enfoque experimental. Se llegó a la conclusión de que emplear la destilación como método de separación es lo más adecuado para realizar la recuperación de la mezcla de solventes resultantes del proceso de impresión, por ser lo más favorable para la empresa, así como evaluar los costos para la recuperación de solventes, tomando en consideración la máquina destiladora IST-62 ATEX II 2 G de la empresa IST, la cual ofreció una propuesta económica asequible y con garantías, por contar con tecnología antiexplosiva de segunda generación, lo cual reducirá el residuo gaseoso que se emite hacia la atmósfera.

De igual forma, González (2015), implementó la *gestión de la recuperación de solventes en una empresa Farmoquímica*. Tesis para optar el grado de Maestro en Calidad Ambiental, en la Universidad Autónoma del Estado de México. Su objetivo principal fue incrementar el porcentaje de disolventes recuperados en un 20%, así como reducir la compra de solventes originales en un 10% y dar valor agregado a solventes vendidos a terceras partes. A través de ello disminuir la emisión de compuestos orgánicos volátiles provenientes de los solventes orgánicos hacia la atmósfera evitando afectar el medio ambiente y la salud del hombre, la metodología fue de enfoque experimental, se empleó el sistema DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve and Control, por sus siglas en inglés) para el desarrollo

del proyecto de investigación. Luego de obtener los resultados se observó que la metodología DMAIC implementada para la recuperación de solventes sirve como base de análisis ya que en ella se incluye información valiosa sobre la manufactura y tecnología del solvente para las personas que están a cargo de las operaciones de proceso. El resumen de esta información ayuda a dar una visión distinta y holística para la toma de decisiones económicas, siendo entonces una herramienta útil para la mejora de las tecnologías de proceso en la organización y por tanto, permite la reducción de costos por la gestión positiva en la re-utilización del solvente, así como también, permite resguardar la integridad de los trabajadores y minimizar el impacto al medio ambiente.

A su vez, Velásquez (2016) explicó en su estudio *la guía de diseño de una unidad de recuperación de vapor*. Tesis para optar el grado de Ingeniero Químico, en la Universidad Simón Bolívar en Venezuela. El objetivo principal fue elaborar una guía para el diseño de una unidad de recuperación de vapor. En cuanto a su metodología, se usó la revisión bibliográfica de fuentes físicas y digitales. Además, se desarrolló un manual de diseño que contiene la información necesaria para una URV (Unidad de Recuperación de Vapor), agregando que se programaron hojas de cálculo con los procedimientos de redimensionamiento de los equipos. Concluyó que no fue posible comparar los resultados con las unidades existentes, ya que no tenían suficiente información, de igual forma, las hojas de cálculo y el manual ayudan a reducir las horas de trabajo del hombre invertidas en el cálculo de emisiones y el diseño de una URV.

Asimismo, se incluyeron estudios nacionales, entre ellos destaca la investigación de Urcia & Zavaleta (2016) quienes presentaron la *Implementación de un sistema vapor flash para reducción del consumo de vapor en área de cocción empresa Pesquera Centinela*

S.A.C. Tesis para optar el grado de Magister de Ingeniero en Energía, en la Universidad Nacional del Santa. Su objetivo fue demostrar la factibilidad técnica y económica de la aplicación tecnológica de la implementación de un sistema de vapor flash en el área de cocción para reducir el consumo de vapor. Su metodología fue de enfoque cuantitativo con un diseño aplicativo, de naturaleza descriptiva con estudios orientados a la reducción de consumo de vapor en el área de cocción, a través de la implementación de un sistema de vapor flash, este vapor fue aprovechado en las chaquetas de la cocina para la cocción de la materia prima como la anchoveta. Se llegó a la conclusión que implementando el sistema propuesto se logró reducir el consumo de vapor a un 11,24% en el área de cocción, logrando ahorras un 29,36g/h de combustible con petróleo R-500, en el cual se hizo un ahorro económico de 98356,0 U\$/, se observó que si es factible económicamente realizar la implementación del sistema propuesto.

Finalmente, Echeverría (2015), presentó en su investigación una *estrategia de manejo ambiental para una industria gráfica*, tesis para optar al título de Ingeniero Ambiental, en la Universidad Nacional Agraria La Molina, la cual se sustenta en una gestión apropiada para las imprentas, enfocada en la necesidad de controlar las emisiones atmosféricas, asociadas al manejo de solventes y tintas, barnices, colas, thinners u otros, considerando que entre sus características suelen ser explosivos, inflamables, tóxicas, reactivas, irritantes o inclusive corrosivas. En base a ello concluyó que es importante priorizar las medidas preventivas, como la sustitución de materias primas con mayor potencial de impacto, por otras con menor potencial; como tintas y solventes a base de agua o a base vegetal. De igual manera concluye, que es necesario identificar las fuentes generadoras de ruido, vibraciones y de emisiones de compuestos orgánicos volátiles, siendo

el primer paso para ello, optar por una inversión que involucre identificar los puntos de emisión de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's) y su composición, para poder implementar medidas más oportunas, considerando también capacitaciones al personal sobre la implementación de dichas estrategias de manejo de solventes.

### **Justificación**

La justificación de este estudio fue aportar a la organización una solución para mejorar la calidad de aire del área de impresión a través de la recuperación de vapores de solventes y proporcionar un aire de calidad en el área de impresión flexográfica, lo cual permitirá optimizar los procesos internos e incrementar los márgenes de rentabilidad y productividad, mejorando no sólo las condiciones de trabajo para los colaboradores, sino también, siendo reconocida como una empresa ambiental y socialmente responsable. De igual manera, fue importante este estudio para servir como referencia a otras empresas del sector gráfico en cuanto a la implementación de mejoras a través de la sistematización de procesos internos, y como una herramienta de información y análisis a la hora de tomar decisiones, en favor de obtener ahorros para la empresa y adaptar los sistemas productivos de acuerdo a nuevas tendencias globalizadas.

### **Limitaciones**

En el desarrollo del presente proyecto se presentaron las siguientes limitaciones:

- La información y proyecto está solo destinada a un área de impresión flexográfica dándonos una solución focalizada.
- La falta de control de los procesos limita el acceso a la información en algunos consumos, por lo cual imposibilita tener algunos indicadores con exactitud.

Para resolver este escenario se realizó un promedio de los datos faltantes que nos arrojaron resultados más cercanos a la realidad.

- El ambiente donde se ejecutará el desarrollo del proyecto es limitado y no contaba con condiciones necesarias, para lo cual se requirió cambios a nivel estructural en el predio.
- Escasez de bibliografía y antecedentes relacionados a la recuperación de solvente en estado vapor.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Diseñar una propuesta de implementación de un sistema de recuperación de vapor de solventes para mejorar la calidad de aire del área de impresión flexográfica, en la empresa EMUSA PERU S.A.C., periodo 2020

### **Objetivos Específicos**

- Establecer de qué manera la implementación de un sistema de recuperación de vapor de solventes disminuye los agentes químicos volátiles en el área de impresión flexográfica, en la empresa EMUSA PERU S.A.C., periodo 2020
- Establecer de qué manera la implementación de un sistema de recuperación de vapor de solventes disminuye la compra de agentes químicos en el área de impresión flexográfica, en la empresa EMUSA PERU S.A.C., periodo 2020.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **Bases teóricas**

#### **Recuperación de vapor solvente**

La recuperación de solventes es la más adecuada para aplicaciones que se manejan fácilmente por compuestos recuperables. La recuperación es económica si los compuestos recuperados pueden reutilizarse en un proceso como combustible o materia prima. Las prácticas de minimización de residuos son importantes desde el punto de vista regulatorio ambiental, alentando la recuperación de contaminantes orgánicos reutilizables (Figueroa, Vecchietti y Espinosa, 2016).

En muchos procesos industriales, los solventes se liberan en combinación con gases no condensables. La condensación se utiliza para recuperar estos solventes, pero a veces son necesarias temperaturas bajas, casi criogénicas, para lograr una alta eficiencia de recuperación (Correa, Tamayo y Arias, 2017).

#### **Solvente**

Palma, Briceño, Idrovo, Varona (2015), definieron los solventes como sustancias que se utilizan solos o en combinación con agentes tensoactivos, como los plastificantes o los conservantes, para pegar, desengrasar, limpiar, plastificar, flexibilizar, pintar y lubricar, y se presentan en forma líquida o gaseosa. Son muy volátiles y una vez que ingresan al organismo ocasiona diferentes reacciones metabólicas, así como alcanzar el sistema nervioso central o periférico después de haber sido inhalados o absorbidos, produciendo alteraciones neurológicas y psicológicas, afectivas y de la personalidad” (p.67).

### Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs)

Dichos compuestos son emitidos al aire principalmente a través de la evaporización de solventes, entre ellos, el benceno y el 1,3-butadieno. Muchos COVs están presente regularmente en solventes de pinturas y laca, insecticidas, aromatizantes, solventes en grasa, pegamentos y aromatizantes para el aire, entre otros usados comúnmente en los hogares y centros de labores, los cuales se convierten fácilmente en vapor o gas, y así consiguen afectar la calidad del aire y la salud” (Sánchez y Alcántara, 2003, p.2).

### Contaminación del aire

Se refiere a cualquier sustancia presente en el aire que, por su naturaleza, sea capaz de modificar los constituyentes naturales de la atmósfera, alterando sus propiedades físicas y químicas. Su concentración y período de permanencia en la misma puede ocasionar efectos adversos para la salud de las personas y el ambiente” (Norma Ambiental de Calidad del Aire, 1998, p.10).

Tabla 2.

#### *Componentes del Aire en estado natural*

Gases	Símbolo	Porcentaje
Nitrógeno	N <sub>2</sub>	78.08
Oxígeno	O <sub>2</sub>	20.95
Dióxido de carbono	CO <sub>2</sub>	0.03
Gases Raros y Otros		0.94

*Fuente:* SENAMHI (2019)

### **Calidad del aire**

Es la concentración de contaminante que, siendo transportado por la atmosfera, logra llegar hasta un individuo que se encuentra más o menos alejado de la fuente de emisión. De igual forma, se debe tener presente que la atmosfera es un medio a través del cual son trasportados y llevados los contaminantes, gracias al movimiento del aire que se realiza a escala planetaria, regional y local” (Norma Ambiental de Calidad del Aire, 1998, p.10).

Por su parte, Querol (2018), indicó que “son contaminantes críticos aquellos que se encuentran en concentraciones atmosféricas que superan los umbrales legales o los valores guía de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para protección a la salud humana, dicho organismo indica que el contaminante con mayor impacto es el material en suspensión (PM10 y PM 2,5), por lo que es el más analizado en todo el mundo” (p.18).

Localmente en el Perú, “la calidad del aire se basa en el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental de Aire (ECA Aire), que establecen niveles objetivo para la presencia de contaminantes en el aire, de modo que al mantenerse bajo estos niveles no representen riesgo a la salud de la población ni al ambiente. (Servicio Nacional De Meteorología E Hidrología Del Perú, 2019). Al respecto, en la tabla 11, se muestran dichos estándares nacionales, dictados por dicha entidad;



Tabla 3.

*Estándares nacionales de la calidad ambiental del aire*

Contaminantes	Periodo	Formato del estándar	
		Valor (?/m3)	Formato
Dióxido de azufre	Anual	80	Media aritmética anual
	24 horas	365	NE más de 1 vez al año
PM-10	Anual	60	Media aritmética anual
	24 horas	150	NE más de 3 vez al año
Monóxido de carbono	8 horas	10,000	Promedio móvil
	1 hora	30,000	NE más de 1 vez al año
Dióxido de nitrógeno	Anual	100	Promedio aritmético anual
	1 hora	200	NE más de 24 veces/año
Ozono	8 horas	120	NE más de 24 veces/año
Plomo	Mensual	2	NE más de 4 veces/año

NE: No Exceder

*Fuente:* Consejo Nacional del Ambiente – Perú (CONAM), (2001)

### Proceso

Un proceso es un conjunto de actividades e interacciones que transforman insumos de entrada en productos de salida que agregan valor a los clientes, existen otras variables inherentes a los procesos como son la intencionalidad, criticidad de tiempo, irreversibilidad, etc. (Bravo, 2008).

### Mapa de Procesos

Un mapa de procesos es un gráfico donde se detallan todos los procesos de una organización, es una visión de conjunto y se incluyen las relaciones y jerarquías que pueden existir entre los procesos se pueden diferenciar en 3 ramas: procesos estratégicos, procesos operativos y procesos de apoyo (Bravo, 2008).

a) Procesos estratégicos, realizar la estrategia de la organización referente a temas de gestión.

- b) Procesos operativos, son procesos que dan soporte a las actividades a las operaciones que generan rentabilidad.
- c) Procesos de apoyo, procesos que dan soporte a otros procesos, no cumplen un rol estratégico ni operacional (Bravo, 2008).

### **Flexografía**

La flexografía presenta claras ventajas para muchas situaciones de impresión de empaques, ya que ofrece altos niveles de calidad y a la vez flexibilidad. Dicho proceso se define como un sistema directo de impresión, donde las imágenes están en alto relieve y cuyos componentes importantes en una unidad son: recipiente de tinta, sistema de bombeo, cámara donde se encuentra la racla, cuchilla o doctor blade, rodillo anilox, cilindro porta- cliché, plancha y cilindro de impresión (Vargas, González, Ruiz, Vélez, Cuervo, 2015. p. 401).

### **Impresión flexográfica**

La impresión flexográfica utiliza placas de impresión de fotopolímero flexibles envueltas alrededor de cilindros rotativos en una prensa de banda. Las placas entintadas tienen una imagen ligeramente elevada y giran a altas velocidades para transferir la imagen al sustrato. Así mismo, las tintas de flexografía pueden imprimir en muchos tipos de materiales. Este proceso crea una imagen a través de la impresión en relieve, usando placas flexibles para formar un negativo en relieve de la imagen, que se entinta y luego se transfiere al sustrato usando presión (Vives, 2016, p.7).

Por otra parte, Rodríguez (2011), expuso que la flexografía “deriva de la tipografía y utiliza planchas flexibles y tintas fluidas que secan por evaporación. Las formas están hechas de caucho o fotopolímeros, y la imagen se encuentra en relieve al igual que en el sistema tipográfico. El sistema de impresión flexográfico es directo, esto quiere decir, que la plancha

flexográfica una vez entintada, transfiere directamente la tinta al soporte, por ello cuando vemos esta plancha observamos que los textos de la imagen se leen al revés para que en el soporte impreso se lean correctamente (p.32).

### **Diagrama de Ishikawa**

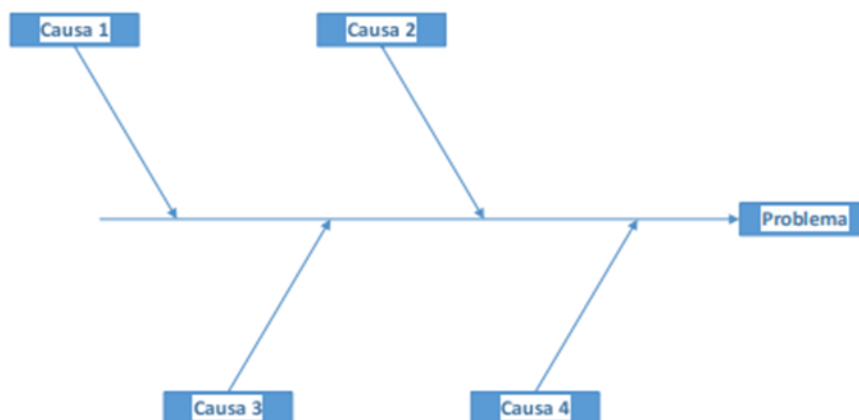
El diagrama de Ishikawa, conocido también como el diagrama de causa efecto o el diagrama de espina de pescado, es una herramienta que nos permite identificar las causas de un problema específico, analizando, todos los factores que pueden estar relacionados con dicho problema: mano de obra, método, maquinarias y equipos, medio ambiente o entorno, método y medición, entre otros. En general, un diagrama de Ishikawa es un gráfico en el cual se pueden identificar las causas y posibles soluciones de un problema específico. Esta herramienta fue creada en 1953 por Kaoru Ishikawa, profesor de la Universidad de Tokio (D'Alessio, 2013).

Estos factores deben ser analizados por las personas encargadas de los procesos o que conozcan el funcionamiento de los mismos, para llegar a la causa raíz de los problemas que se están analizando, la finalidad es llegar al corazón del problema (Bravo, 2008).

El procedimiento para la elaboración de este diagrama es el siguiente:

- a) Se describe el efecto, atributo o variable de la calidad que se va a analizar. Se escoge esa característica de la calidad y se escribe al lado derecho de la hoja, a la izquierda debe colocarse la columna vertebral del diagrama. La característica debe ser lo más concreta y real posible, por ello, se deben evitar los términos abstractos (Bravo, 2008).
- b) Se escriben las causas primarias, las cuales se denominan “ramas principales”, seguido se escriben las causas secundarias que están ligadas a cada rama principal.

- c) Se deben determinar todas las causas posibles que puedan afectar a la característica que estamos analizando. Es recomendable realizar trabajos grupales de discusión abierta y fomentar la lluvia de ideas (Bravo, 2008).
- d) Se agrupan las causas por afinidad (ramas grandes y pequeñas) y se elabora entonces el diagrama causa efecto con los elementos que parecen tener un efecto significativo sobre las características de la calidad (Bravo, 2008).
- e) Se asigna importancia a cada factor, se marcan aquellos que parecen tener un efecto significativo sobre la característica de la calidad. Esto dependerá de la experiencia laboral. Es muy importante que los dueños del proceso involucrado participen de esta actividad. Los factores y las características deben ser medibles para poder captar la fuerza de la relación causa-efecto de forma objetiva, mediante uso de datos (Bravo, 2008).
- f) Se registra cualquier información que puede ser útil: título, nombre del producto, proceso, lista de participantes, etc (Bravo, 2008).



*Figura 2.* Diagrama de Ishikawa

*Fuente:* Elaboración propia

## Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt es una herramienta de gestión que nos permite programar y planificar, de manera gráfica (mediante barras horizontales), las actividades o tareas que queremos desarrollar en un tiempo determinado individual y global. En la actualidad existen programas informáticos que facilitan la creación y seguimiento de un diagrama de Gantt, así como relacionar las diferentes tareas que se pueden programar en este diagrama. Para crear un diagrama de Gantt debemos de tener detalladas las tareas o actividades y los tiempos que nos tomará realizar cada una de ellas, seguido debemos ordenarlas de manera correlativa, de ser posible, (cuando la realización de una tarea depende directamente de la culminación de una anterior) para poder definir con exactitud los tiempos individuales y globales del proyecto (Bravo, 2008).

SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE VAPOR DE SOLVENTES EMUSA PERÚ S.A.C.							Semana 1 6/01/2020							Semana 2 13/01/2020							Semana 3 20/01/2020													
Codigo	Tarea/paquete de trabajo	Comentario	Fecha de inicio	Duración	Fecha de finalización	Progreso	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26							
							Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do
1	Unidad 100 - Sección de aspiración, adsorción y regeneración					100%																												
110	Módulo 110	Aspiración, filtración y enfriamiento de la entrada SLA	6/01/2020	25	07/02/20	100%																												
111	STV suelto	Conducto SLA a adsorción	13/01/2020	4	16/01/20	100%																												
120	Equipos sueltos	Absorbedores horizontales	15/01/2020	6	22/01/20	100%																												
121	Equipos sueltos	Carbón activado	24/01/2020	8	04/02/20	100%																												
122	STV suelto	Pasarela en los absorbedores y escaleras	15/01/2020	10	28/01/20	100%																												
130	Módulo 130	Conductos y amortiguadores - Adsorción de entrada de aire SLA/N <sub>2</sub> -Módulo móvil	20/01/2020	12	04/02/20	100%																												
140	Módulo 140	Conductos y amortiguadores - Adsorción de salida de aire SLA/N <sub>2</sub> -Módulo móvil	20/01/2020	12	04/02/20	100%																												
141	STV suelto	Pila, plataformas y escaleras	12/01/2020	20	07/02/20	100%																												
150	Módulo 150	Intercambiadores de calor de regeneración - Módulo móvil	27/01/2020	2	28/01/20	100%																												
151	Equipos sueltos	Depósito de expansión para Glicole H <sub>2</sub> O	3/02/2020	6	10/02/20	100%																												
152	STV suelto	Tuberías de conexión de Glicole H <sub>2</sub> O	3/02/2020	15	21/02/20	100%																												
160	Módulo 160	Tuberías de regeneración - Módulo móvil	3/02/2020	18	26/02/20	100%																												
2	Unidad 200 - Almacenamiento y destilación					100%																												
210	Módulo 210	Destilación	10/02/2020	7	18/02/20	100%																												
210.1	Módulo 210.1	Las bombas, válvulas e instrumentos del módulo de destilación que están instalados en un módulo móvil	15/02/2020	4	20/02/20	100%																												
211	Equipos sueltos	Acumulador de solvente	15/02/2020	3	19/02/20	100%																												
3	Unidad 300 - Deshidratación en fase líquida					100%																												

Figura 3. Diagrama de Gantt

Fuente: Elaboración propia

### **CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA**

Mi ingreso a Emusa, se da por la necesidad de una analista de operaciones de producción con la finalidad de controlar y proponer mejoras en la planta, en conjunto con la gerencia de proyectos-mantenimiento, producción y el soporte de la gerencia general, mis funciones fueron identificar las necesidades que se tenían en las diversas áreas, identificando como área crítica al área de impresión flexográfica, esto debido a los altos consumos de materia prima (Solvente), alto índice de descansos médicos del personal por problemas respiratorios, entre otros dichos problemas venían en incremento en los últimos 3 años los cuales fue cuando se adquirió más máquinas impresoras haciendo que el área de trabajo fuera exigua.

Como segundo paso posterior a la identificación del problema se evaluó las tecnologías donde se optó por la planta DC-MSR, la cual a través de sistema de aspiración y filtros de carbón activado se realiza el proceso de destilado de solvente a unos tanques de acopio, este solvente recuperado retorna a planta para su uso en las diferentes etapas de los procesos, esta tecnología nos aseguró atacar puntos clave, tales como mejorar calidad de aire, disminuir el consumo de solvente virgen y disminuir los agentes volátiles en el área.

Con el equipo se decidió implementar el sistema de recuperación de vapor de solvente - DC-MSR., el cual tendría como retorno de inversión dos años y cuatro meses.

#### ***Funciones en Emusa Perú S.A.C.:***

- Identificar los procesos que están en el campo y en qué orden deben ser analizados.

- Análisis de los procesos internos y elaborar propuestas de acciones futuras para alcanzar los objetivos del área.
- Registrar y evaluar los KPIs correspondientes a las plantas de Perú, Guatemala y Brasil.
- Elaborar el reporte mensual de operaciones (planeamiento, producción, mantenimiento y presentarlo mensualmente a la gerencia.
- Asistir al gerente de proyectos en la elaboración y ejecución de proyectos especiales.
- Consolidar la información estadística (quincenal y mensual) y elaboración de reportes para las gerencias divisionales.
- Gestión y administración general de proyectos.
- Supervisión de la medición y evaluación de niveles de servicio.
- Coordina labores y horarios con los asistentes de producción.
- Entrenar y supervisar a cada trabajador encargado de algún ingreso durante el ejercicio de sus funciones.
- Emitir informes diarios, analiza resultados, generar reportes de producción que respalden la toma de decisiones.
- Seguimiento de indicadores de gestión.

**Funciones en el proyecto de implementación de un sistema de recuperación de vapor de solventes:**

Mi participación en el proyecto se desarrolló desde la etapa inicial de identificación del problema hasta el seguimiento de resultados en conjunto con la gerencia de proyectos y el equipo de ingeniería; etapas de participación:

- Etapa 1.- Mapeo de proceso e identificación de problemas críticos en el área.
- Etapa 2.- Recopilación de datos de los últimos 3 años y coordinación de estudios, tales como monitoreos de agentes químicos volátiles y calculo corporativo de huella de carbonó.
- Etapa 3.- Evaluación de tecnología.
- Etapa 4.- Evaluación legal y financiera.
- Etapa 5.- Coordinación de suminstras, áreas y adecuaciones para el proyecto.
- Etapa 6.- Supervisión y seguimiento de Gantt proyectado para el montaje, puesta en marcha y capacitación.
- Etapa 7.- Revisión y seguimiento de resultados.

### **Diagnóstico Situacional de la Empresa**

#### **Descripción del proceso de impresión**

En el área de impresión es donde se imprime el diseño del producto en el material flexible. El método utilizado es la impresión flexográfica, las máquinas utilizan planchas de fotopolímero que tienen una imagen en relieve del diseño a imprimir. Se aplica tinta de 6 a 8 colores a las áreas elevadas de la plancha atreves de los rodillos de anilox el cual transfiere la tinta al sustrato o películas film (Polietileno, Poliéster, Polipropileno,papel, PPcast, Aluminio, Papel, Boop cristal,mate,metalizado,etc) de esta forma se obtiene los rollos o bobinas impresos.



**Mapa del proceso**

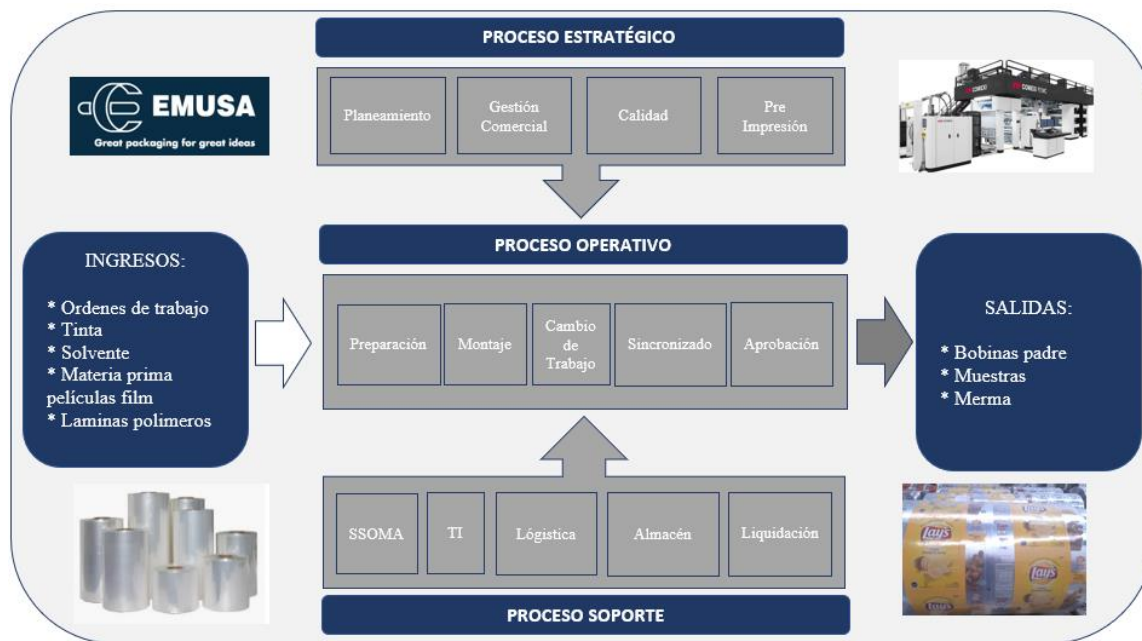


Figura 4. Mapa de procesos – Área de impresión Emusa Perú S.A.C

Fuente: Elaboración propia

**Descripción del problema**

En la impresión flexográfica uno de los principales procesos es el secado de la tinta el cual esta mezclado en el sustrato el mismo que pasa por el túnel de secado generando vapor de solvente (Mezcla de tinta y solvente) estos agentes químicos van directamente al ambiente afectando la calidad de aire y haciendo que los niveles de concentración de partículas respirables estén por encima de los límites permisibles este suceso hace que Emusa Perú S.A.C incurra en faltas graves a nivel ambiental y multas.

Así mismo este solvente en estado vapor es un recurso que puede ser recuperable y reutilizado en el proceso disminuyendo los costos y asegurando la calidad del solvente en el proceso.

### **Partes de una máquina flexográfica**

- Desembobinador, donde se sitúa la bobina para desembobinar a medida que se trabaja con ella. (1)
- Alineadores de banda, ubicados en diferentes partes de la máquina para ayudar a que la impresión sea centrada y la banda del material no se mueva (se utilizan alineadores). (2)
- Rodillo pisón, ayuda a adherir bien el material al tambor central para que este no se mueva. (3)
- Tambor central o cilindro de presión común para todos los grupos impresores. (4)
- Los grupos impresores formados por los tinteros y el rodillo anilox, encargados de proporcionar la tinta. (5)
- Los secadores entre tinteros o parrillas de secado, fundamentales para poder recibir un color sobre otro, sin problemas de trapping (espacios en blanco entre colores diferentes). (6)
- El túnel de secado, gracias a él se terminan de eliminar los restos de solventes. (7)
- Calandra de refrigeración, ayuda a bajar la temperatura del material para que luego éste no se deforme o pegue. Es decir, estabiliza el material. (8)

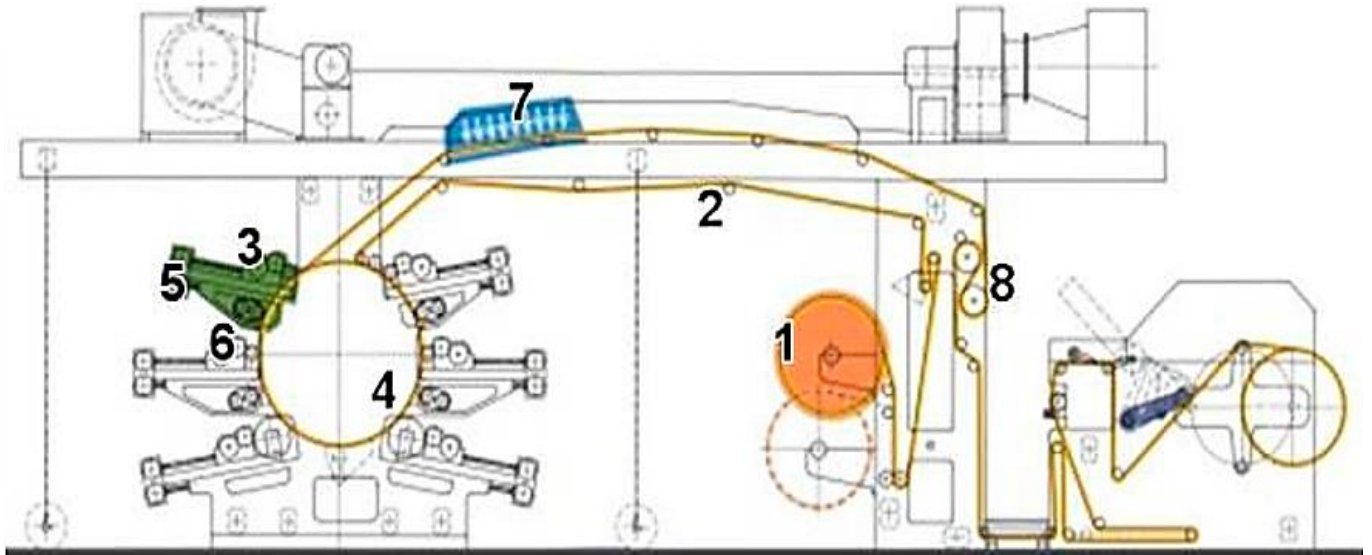


Figura 5. Secuencia impresión de bobinas

Fuente: El empaque

### Análisis de concentraciones de agentes químicos volátiles

Para la realización del presente trabajo se tomó de referencia los análisis de concentración de agentes químicos volátiles de los años 2017, 2018 y 2019.

Tabla 4.

*Concentraciones de compuesto químicos volátiles (COV 's) - 2017*

Código	STEL (ppm)	Querosene	Octona	Heptano	Etanol	Ciclohexano	Hexano	Tolueno	Xileno	Acetato de Etilico	2propanol	2etoxietanol	Formamida	2butoxetanol	Butanol	Isopropanol
COV-16	13.00	-	-	-	-	18.20	55.90	6.50	5.98	59.80	78.00	-	-	-	-	-
COV-17	0.00	-	-	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-
COV-18	38.00	-	-	-	-	53.20	163.40	19.00	17.48	174.80	228.00	-	-	-	-	-
COV-19	5.00	-	-	-	-	7.00	21.50	2.50	2.30	23.00	30.00	-	-	-	-	-
COV-20	2.00	-	-	-	20.00	2.80	8.60	1.00	0.92	9.20	12.00	2.60	-	2.40	9.40	12.00
COV-21	9.00	2.97	16.20	25.20	-	12.60	38.70	4.50	4.14	41.40	54.00	-	-	-	-	-
COV-22	1.00	-	-	-	-	-	4.30	0.50	0.46	4.60	6.00	-	-	-	-	-
COV-23	0.00	-	-	-	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-
COV-24	2.00	-	-	-	20.00	-	-	-	-	-	12.00	-	-	2.40	9.40	12.00
COV-25	15.00	-	-	-	150.00	-	-	-	-	-	90.00	-	-	18.00	70.50	90.00
COV-26	1.00	-	-	-	-	1.40	4.30	0.50	0.46	4.60	6.00	-	-	-	-	-
COV-27	5.00	-	-	-	-	7.00	21.50	2.50	2.30	23.00	30.00	-	-	-	-	-
COV-28	4.00	1.32	7.20	11.20	-	5.60	17.20	2.00	1.84	18.40	24.00	-	-	4.80	18.80	24.00
COV-29	8.00	-	-	-	-	11.20	34.40	4.00	3.68	36.80	48.00	-	-	-	-	-
COV-30	0.00	-	-	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-
COV-31	0.00	-	-	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-

*Fuente:* Informe de monitoreo de agentes químicos Emusa Perú S.A.C. (2017)

Tabla 5.

*Concentraciones de compuestos químicos volátiles (COV 's) – 2018*

Código	STEL (ppm)	Querosene	Octona	Heptano	Etanol	Ciclohexano	Hexano	Tolueno	Xileno	Acetato de Etilico	2propanol	2etoxietanol	2butoxetanol	Butanol	Isopropanol
COV-1	38.00	-	-	-	380.00	53.20	163.40	19.00	17.50	174.80	228.00	49.40	45.60	178.60	228.00
COV-2	31.00	-	-	-	-	43.40	133.30	15.50	14.30	142.60	186.00	-	-	-	-
COV-3	9.00	-	-	-	-	12.60	38.70	4.50	4.10	41.40	54.00	-	-	-	-
COV-4	30.00	-	-	-	-	42.00	129.00	15.00	13.80	138.00	180.00	-	-	-	-
COV-5	9.00	-	-	-	-	12.60	38.70	4.50	41.40	41.40	54.00	-	-	-	-
COV-6	7.00	-	-	-	-	9.80	30.10	3.50	3.20	32.20	42.00	-	-	-	-
COV-7	7.00	-	-	-	-	9.80	30.10	3.50	3.20	32.20	42.00	-	-	-	-
COV-8	9.00	-	-	-	-	12.60	39.70	4.50	4.10	41.40	54.00	-	-	-	-
COV-9	7.00	-	-	-	-	9.80	30.10	3.50	3.20	32.20	42.00	-	-	-	-
COV-10	6.00	-	-	-	-	8.40	25.80	3.00	2.80	27.60	36.00	-	-	-	-
COV-11	12.00	-	-	-	120.00	16.80	51.60	6.00	5.50	55.20	72.00	15.60	14.40	56.40	72.00
COV-12	27.00	-	-	-	270.00	37.80	116.10	13.50	12.40	124.20	162.00	35.10	32.40	126.90	162.00
COV-13	11.00	-	-	-	110.00	15.40	47.30	5.50	5.10	50.60	66.00	14.30	13.20	51.70	66.00
COV-14	1.00	-	-	-	10.00	1.40	4.30	0.50	0.50	4.60	6.00	1.30	1.20	4.70	6.00
COV-15	8.00	-	-	-	80.00	11.20	34.40	4.00	3.70	36.80	48.00	10.40	9.60	37.60	48.00
COV-16	26.00	-	-	-	260.00	36.40	111.80	13.00	12.00	119.60	156.00	33.80	31.20	122.20	156.00

*Fuente:* Informe de monitoreo de agentes químicos Emusa Perú S.A.C. (2018)

Tabla 6.

*Concentraciones de compuestos químicos volátiles (COV's) - 2019*

Código	STE L (ppm )	2butoxietano l	2propano l	2etoxietano l	Acetat o de Etílico	Etanol	Isopropanol	Butano l	Ciclohexan o	N- heptan o	Hexan o	N- propilacetat o	Octano	Quero sene	Toluen o	Xileno
COV-1	15.00	18.00	69.00	19.50	57.00	144.00	69.00	70.50	21.00	-	64.50	52.50	-	-	6.75	6.90
COV-2	11.00	-	50.60	-	41.80	-	-	-	15.40	-	47.30	38.50	-	-	4.95	5.06
COV-3	1.00	-	4.60	-	3.80	-	-	-	1.40	-	4.30	3.50	-	-	0.45	0.46
COV-4	6.00	-	27.60	-	22.80	-	-	-	8.40	-	25.80	-	-	-	2.70	2.76
COV-5	5.00	-	23.00	-	19.00	-	-	-	7.00	-	21.50	17.50	-	-	2.25	2.30
COV-6	8.00	-	36.80	-	30.40	-	-	-	11.20	-	34.40	28.00	-	-	3.60	3.68
COV-7	1.00	-	4.60	-	3.80	-	-	-	-	-	4.30	-	-	-	0.45	0.46
COV-8	1.00	-	4.60	-	3.80	-	-	-	1.40	-	4.30	3.50	-	-	0.45	0.46
COV-9	8.00	-	36.80	-	30.40	-	-	-	11.20	-	34.40	28.00	-	-	3.60	3.68
COV-10	10.00	-	46.00	-	38.00	-	-	-	14.00	-	43.00	35.00	-	-	4.50	4.60
COV-11	4.00	-	18,4	-	25.20	-	-	-	5.60	-	17.20	14.00	-	-	1.80	1.84
COV-12	8.00	-	36.80	-	30.40	-	-	-	11.20	-	34.40	28.00	-	-	3.60	3.68
TVL-STEL (ppm) para 15 min	50		600	15	1,200	3,000	400	50	300	1,200	150	600	900	86	150	150

*Fuente:* Informe de monitoreo de agentes químicos Emusa Perú S.A.C. (2019)

## Evaluación de Riesgos Químicos

Como segundo paso, se realizó la evaluación de riesgos químicos en la Empresa Emusa Perú, basado en la información de las hojas de seguridad de los productos (químicos) más utilizados, y de acuerdo al reglamento sobre los Valores Límites Permisibles para Agentes Químicos aprobado por el D.S. N° 015 – 2005 SA, y los Valores Umbral Límite de la ACGIH 2016 en el ambiente de Trabajo, de lo cual se obtuvo el Valor Límite Permissible de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 7.

*Valores Límite Permissible de Compuestos Tóxicos (TLVs)*

Agente químico	CAS	TLVs-TWA	TLVs-STEL	Factor de Corrección	Norma de comparación
Unidad		ppm	ppm		
Queroseno	8008-20-6	28.78	86.34	0.33	ACGIH 2016
Octono	111-65-9	300.00	900.00	1.80	D.S N° 015 - 2005 SA
N-heptano	142-82-5	400.00	1200.00	2.80	D.S N° 015 - 2005 SA
Alcohol etílico	64-17-5	1000.00	3000.00	10.00	D.S N° 015 - 2005 SA
Ciclohexano	110-82-7	100.00	300.00	1.40	D.S N° 015 - 2005 SA
N-hexeno	110-54-3	50.00	150.00	4.30	D.S N° 015 - 2005 SA
Tolueno	108-88-3	50.00	150.00	0.50	D.S N° 015 - 2005 SA
Xileno	1330-20-7	100.00	150.00	0.46	D.S N° 015 - 2005 SA
Acetato de Etílico	141-78-6	400.00	1200.00	4.60	D.S N° 015 - 2005 SA
2propanol	67-63-0	200.00	600.00	6.00	ACGIH 2016
2etoxietanol	110-80-5	5.00	15.00	1.30	D.S N° 015 - 2005 SA
2butoxetanol	111-76-2	20.00	50.00	1.20	D.S N° 015 - 2005 SA
Alcohol n-butílico	71-36-3	20.00	50.00	4.70	D.S N° 015 - 2005 SA
Alcohol isopropílico	67-63-0	200.00	400.00	6.00	D.S N° 015 - 2005 SA

*Fuente:* Informe de monitoreo de agentes químicos Emusa Perú S.A.C. (2019)

### Cálculo del índice de riesgo

Para cada caso calculamos el índice de riesgo mediante:

$$IR/IE = \frac{\text{Concentración reportada}}{\text{TLV (valor límite)}}$$

*Ecuación 1. Índice de riesgo*

*Fuente:* Ingenieros Ambientales S.A.C.

Tabla 8.

*Índice de riesgo*

Índice de riesgo (IR)	Clasificación
0 – 0.25 Inapreciable	No existe riesgo para la salud del personal expuesto.
0.25 – 0.5 Bajo	La exposición al riesgo se puede considerar como leve por lo que se recomienda evaluar y cuantificar la concentración ambiental si se presenta algún cambio en el proceso.
0.5 – 1 Medio	La exposición al riesgo requiere del uso de elementos de protección personal. Se requerirá del uso de elementos de protección personal, evaluación y control periódico del ambiente.
Superior a 1 Alto	La exposición podría considerarse como severa y el control de riesgo en la fuente debe ser prioritario a cualquier otro control. Mientras el riesgo es controlado deberá realizarse un control médico frecuente a los trabajadores expuestos.

*Fuente:* Ingenieros Ambientales S.A.C.



Tabla 9.

*Cálculo de índices de riesgos - COV: Compuesto Orgánico Volátil*

Código	Queroseno	Octano	Heptano	Etanol	Ciclohexano	Hexano	Tolueno	Xileno	Acetato de Etilico	2propanol	2etoxietanol	2butoxetanol	Butanol	Isopropanol
COV-01	-	-	-	0.13	0.18	1.09	0.13	0.12	0.15	0.38	3.29	0.91	3.57	0.57
COV-02	-	-	-	-	0.14	0.89	0.1	0.1	0.12	0.31	-	-	-	-
COV-03	-	-	-	-	0.04	0.26	0.03	0.03	0.03	0.09	-	-	-	-
COV-04	-	-	-	-	0.14	0.86	0.1	0.09	0.12	0.3	-	-	-	-
COV-05	-	-	-	-	0.04	0.26	0.03	0.03	0.03	0.09	-	-	-	-
COV-06	-	-	-	-	0.03	0.2	0.02	0.02	0.03	0.07	-	-	-	-
COV-07	-	-	-	-	0.03	0.2	0.02	0.02	0.03	0.07	-	-	-	-
COV-08	-	-	-	-	0.04	0.26	0.03	0.03	0.03	0.09	-	-	-	-
COV-09	-	-	-	-	0.03	0.2	0.02	0.02	0.03	0.07	-	-	-	-
COV-10	-	-	-	-	0.03	0.17	0.02	0.02	0.02	0.06	-	-	-	-
COV-11	-	-	-	0.04	0.06	0.34	0.04	0.04	0.05	0.12	1.04	0.29	1.13	0.18
COV-12	-	-	-	0.09	0.13	0.77	0.09	0.06	0.1	0.27	2.34	0.65	2.54	0.41
COV-13	-	-	-	4	0.05	0.32	0.04	0.03	0.04	0.11	0.95	0.26	1.03	0.17
COV-14	-	-	-	-	-	0.03	-	-	-	0.01	0.09	0.02	0.09	0.02
COV-15	-	-	-	0.03	0.04	0.23	0.03	0.02	0.03	0.06	0.69	0.19	0.75	0.12
COV-16	-	-	-	2.00	0.12	0.75	0.09	0.08	0.1	0.26	2.25	0.62	2.44	0.39

*Fuente:* Informe de monitoreo de agentes químicos Emusa Perú S.A.C. (2019)

Respecto al índice de riesgo, se concluye que del 100% de agentes químicos evaluados el 28.6% presenta un nivel de riesgo alto, el 14.3% presenta un nivel de riesgo medio, el 7.1% presenta un nivel de riesgo bajo y el 50% restante no presenta riesgos a la salud de los trabajadores relacionada a los compuestos orgánicos volátiles evaluados.

Tabla 10.

*Costos y consumos de solvente N-propyl acetato npa-2019*

<b>Tipo Solvente</b>	<b>Und.</b>	<b>% Consumo del Mes</b>	<b>Cantidad</b>	<b>C.U USD</b>	<b>Costos USD</b>	<b>Mes</b>
N-propyl acetato npa	Kgs	28.30%	20,165	1.54	31,054.10	1-Ene
	Kgs	27.80%	23,865	1.53	36,601.37	1-Feb
	Kgs	26.20%	24,235	1.49	36,161.12	1-Mar
	Kgs	24.70%	27,010	1.41	38,125.02	1-Abr
	Kgs	25.50%	29,600	1.40	41,356.75	1-May
	Kgs	25.10%	23,495	1.40	32,821.21	1-Jun
	Kgs	21.40%	24,050	1.40	33,601.03	1-Jul
	Kgs	28.00%	22,015	1.40	30,728.78	1-Ago
	Kgs	25.40%	25,623	1.34	34,377.03	1-Set
	Kgs	25.82%	24,451	1.43	34,980.71	1-Oct
	Kgs	24.18%	24,927	1.42	35,417.00	1-Nov
	Kgs	25.15%	25,045	1.41	35,285.41	1-Dic

Fuente: Emusa Perú S.A.C.

Tabla 11.

*Costos y consumos de solvente N-propanol-2019*

<b>Tipo Solvente</b>	<b>Und.</b>	<b>% Consumo del Mes</b>	<b>Cantidad</b>	<b>C.U USD</b>	<b>Costos USD</b>	<b>Mes</b>
N-propanol	Kgs	42.00%	36,916	1.48	54,635.68	1-Ene
	Kgs	40.10%	36,199	1.45	52,580.14	1-Feb
	Kgs	41.80%	46,700	1.41	65,926.93	1-Mar
	Kgs	36.20%	41,937	1.41	58,995.32	1-Abr
	Kgs	45.20%	43,974	1.40	61,563.60	1-May
	Kgs	36.50%	38,985	1.40	54,579.00	1-Jun
	Kgs	44.60%	35,700	1.37	48,841.86	1-Jul
	Kgs	40.00%	41,551	1.35	56,093.85	1-Ago
	Kgs	40.03%	40,438	1.44	58,034.52	1-Set
	Kgs	40.83%	42,203	1.42	59,766.50	1-Oct
	Kgs	39.93%	42,899	1.41	60,266.21	1-Nov
	Kgs	40.63%	40,149	1.40	55,994.95	1-Dic

Fuente: Emusa Perú S.A.C.

Tabla 12.

*Costos y consumos de solvente Etanol-2019*

<b>Tipo Solvente</b>	<b>Und.</b>	<b>% Consumo del Mes</b>	<b>Cantidad</b>	<b>C.U USD</b>	<b>Costos USD</b>	<b>Mes</b>
----------------------	-------------	--------------------------	-----------------	----------------	-------------------	------------

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
RECUPERACIÓN DE VAPOR DE SOLVENTES PARA MEJORAR  
LA CALIDAD DE AIRE DEL ÁREA DE IMPRESIÓN  
FLEXOGRÁFICA, EN LA EMPRESA ENVASES MÚLTIPLES  
PERU S.A.C., PERIODO 2020

Etanol	Kgs	20.50%	14,850	2.03	30,145.50	1-Ene
	Kgs	25.00%	21,450	1.95	41,827.50	1-Feb
	Kgs	27.60%	27,885	2.15	59,952.75	1-Mar
	Kgs	28.80%	31,515	2.25	70,908.75	1-Abr
	Kgs	33.60%	40,545	1.98	80,279.10	1-May
	Kgs	23.30%	21,804	1.04	22,601.00	1-Jun
	Kgs	35.70%	35,550	1.95	69,322.50	1-Jul
	Kgs	22.90%	24,668	2.01	49,582.68	1-Ago
	Kgs	29.40%	29,700	1.98	58,806.00	1-Set
	Kgs	24.37%	21,395	2.04	43,975.25	1-Oct
	Kgs	27.13%	26,950	2.12	57,563.00	1-Nov
	Kgs	28.65%	30,328	1.90	58,774.46	1-Dic

Fuente: Emusa Perú S.A.C.

Tabla 13.

*Costos y consumos de solvente Etoxi-2019*

Tipo Solvente	Und.	% Consumo del Mes	Cantidad	C.U USD	Costos USD	Mes
Etoxi	Kgs	3.50%	2,530	2.60	6,578.00	1-Ene
	Kgs	3.30%	2,855	2.72	7,763.34	1-Feb
	Kgs	3.70%	3,420	2.75	9,405.00	1-Mar
	Kgs	3.30%	3,630	2.75	9,982.50	1-Abr
	Kgs	2.60%	2,985	2.75	8,208.75	1-May
	Kgs	4.50%	4,255	2.56	10,882.16	1-Jun
	Kgs	3.90%	2,960	2.53	7,488.80	1-Jul
	Kgs	3.40%	2,693	2.53	6,804.63	1-Ago
	Kgs	3.50%	3,525	2.50	8,812.50	1-Set
	Kgs	3.50%	2,935	2.69	7,915.45	1-Oct
	Kgs	3.43%	3,302	2.74	9,050.28	1-Nov
	Kgs	3.57%	3,324	2.65	8,795.31	1-Dic

Fuente: Emusa Perú S.A.C.

Tabla 14.

*Costos y consumos de solvente otros-2019*

Tipo Solvente	Und.	% Consumo del Mes	Cantidad	C.U USD	Costos USD	Mes
---------------	------	-------------------	----------	---------	------------	-----

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
RECUPERACIÓN DE VAPOR DE SOLVENTES PARA MEJORAR  
LA CALIDAD DE AIRE DEL ÁREA DE IMPRESIÓN  
FLEXOGRÁFICA, EN LA EMPRESA ENVASES MÚLTIPLES  
PERU S.A.C., PERIODO 2020

	Kgs	2.30%	777	1.15	893.16	1-Ene
	Kgs	1.90%	715	1.05	750.75	1-Feb
	Kgs	2.50%	928	1.06	985.17	1-Mar
	Kgs	1.50%	711	1.06	750.81	1-Abr
	Kgs	2.10%	870	1.04	900.98	1-May
Otros	Kgs	1.80%	792	1.04	823.19	1-Jun
	Kgs	2.50%	975	1.04	1,015.70	1-Jul
	Kgs	1.10%	393	1.05	412.34	1-Ago
	Kgs	1.70%	719	1.06	761.71	1-Set
	Kgs	2.23%	807	1.09	876.36	1-Oct
	Kgs	1.97%	785	1.06	828.91	1-Nov
	Kgs	1.92%	778	1.05	814.70	1-Dic

*Fuente:* Emusa Perú S.A.C.

El consumo de solvente virgen tales como N-propyl acetato NPA, N-propanol, Etanol y otros en promedio es de 120 toneladas mensualmente.

### Diagrama de Ishikawa

Como primer paso para desarrollar dicha propuesta, se realizó el análisis de causa-raíz bajo el diagrama de Ishikawa, el cual permitió identificar las principales causas de los altos costos operativos y la baja calidad del aire del área de impresión flexográfica;

De acuerdo a los datos obtenidos del análisis de causa-raíz, se logró evidenciar los principales elementos que impactan la falta de tecnología para retorno de solvente, deficiente gestión medio ambiental, inapropiado sistema de ventilación, alto número de mantenimientos temporales, falta de capacitación, incorrecta distribución del área de trabajo.

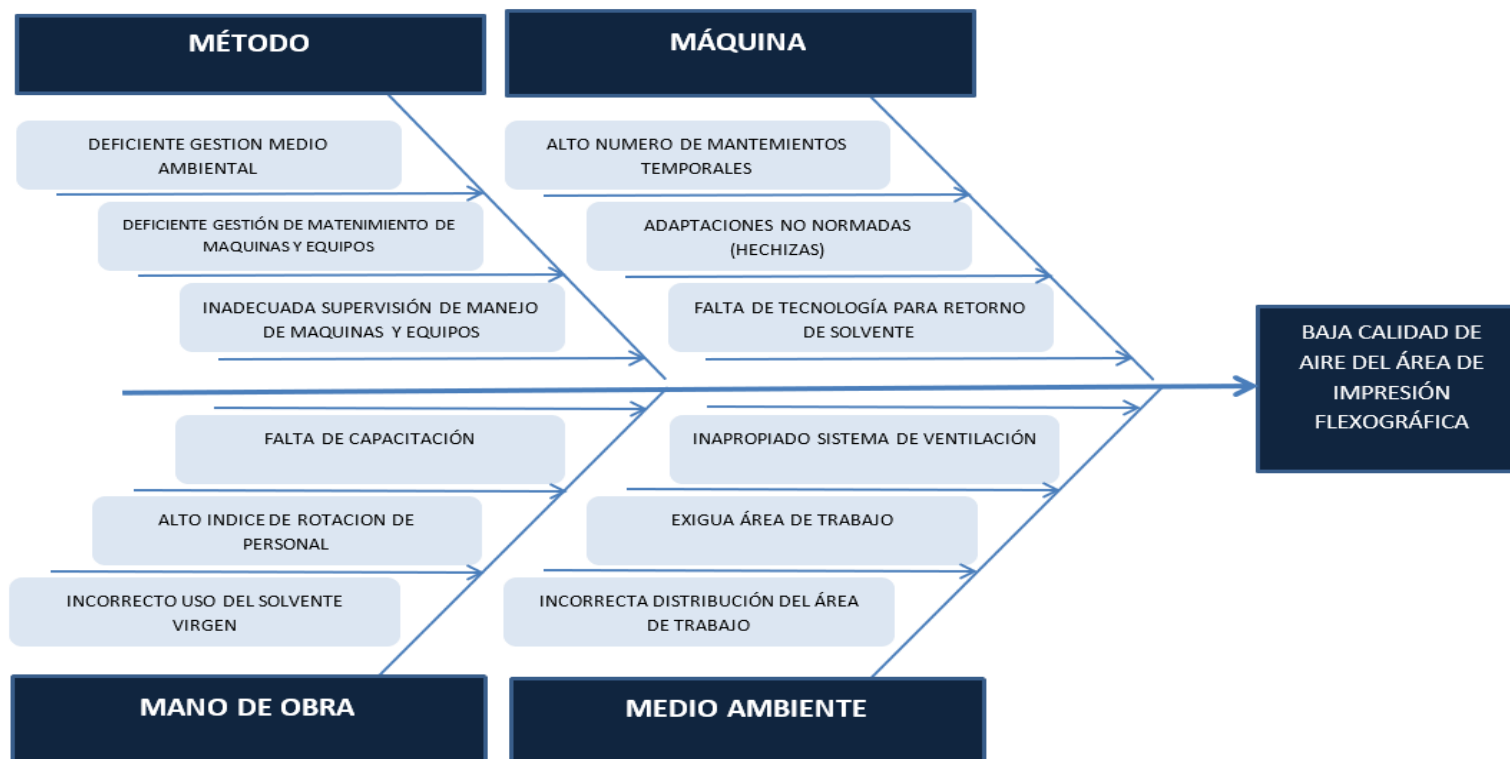


Figura 6. Análisis de Causa Raíz – Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15.

*Datos diagrama de Correlación*

CAUSAS Método	SOLUCIONES Solución	Factor	Causa directa	CRITERIOS				TOTALES	
				Solución	Factible	Medible	Bajo Costo	Total	%
DEFICIENTE GESTIÓN MEDIO AMBIENTAL	IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL	3	3	2	1	1	2	12	9.30%
DEFICIENTE GESTIÓN DE MANEJO DE MAQUINAS Y EQUIPOS	ESTABLECER PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	1	1	2	2	1	3	10	7.75%
INADECUADA SUPERVISIÓN DE MANEJO DE MAQUINAS Y EQUIPOS	CURSO DE HERRAMIENTAS DE SUPERVISIÓN	1	2	2	2	1	2	10	7.75%
Máquina	Solución	Factor	Causa directa	Solución	Factible	Medible	Bajo Costo	Total	
ALTO NUMERO DE MANTENIMIENTOS TEMPORALES	INSPECCIONES PERIÓDICAS Y ACTUALIZACIÓN DE TECNOLOGÍA	2	1	2	2	1	3	11	8.53%
ADAPTACIONES NO NORMADAS (HECHIZAS)	ESTANDARIZAR PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPOS	2	1	2	1	1	3	10	7.75%
FALTA DE TECNOLOGÍA PARA RETORNO DE SOLVENTE	EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍA E INVERSIÓN	3	3	3	2	3	1	15	11.63%
Mano de Obra	Solución	Factor	Causa directa	Solución	Factible	Medible	Bajo Costo	Total	
FALTA DE CAPACITACIÓN	PLAN DE CAPACITACIÓN/EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO	1	1	3	2	1	3	11	8.53%
ALTO INDICE DE ROTACION DE PERSONAL	ESTABLECER PROCEDIMIENTO DE RECLUTAMIENTO	1	1	1	2	1	2	8	6.20%
INCORRECTO USO DEL SOLVENTE VIRGEN	CAPACITACIÓN EN CONTROL DE OPERACIONES	2	2	2	1	1	2	10	7.75%
Medio Ambiente	Solución	Factor	Causa directa	Solución	Factible	Medible	Bajo Costo	Total	
INAPROPIADO SISTEMA DE VENTILACIÓN	REINGENIERÍA Y EVALUACIÓN DE DISEÑO	2	3	3	2	1	1	12	9.30%
EXIGUA ÁREA DE TRABAJO	EVALUAR LAYOUT Y DESCARTAR MAQUINARIA OBSOLETA	1	1	2	1	1	3	9	6.98%
INCORRECTA DISTRIBUCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO	REUBICACIÓN DE MÁQUINAS	1	2	3	1	1	3	11	8.53%
<b>TOTAL</b>								<b>129</b>	<b>100.00%</b>

*Fuente:* Elaboración propia

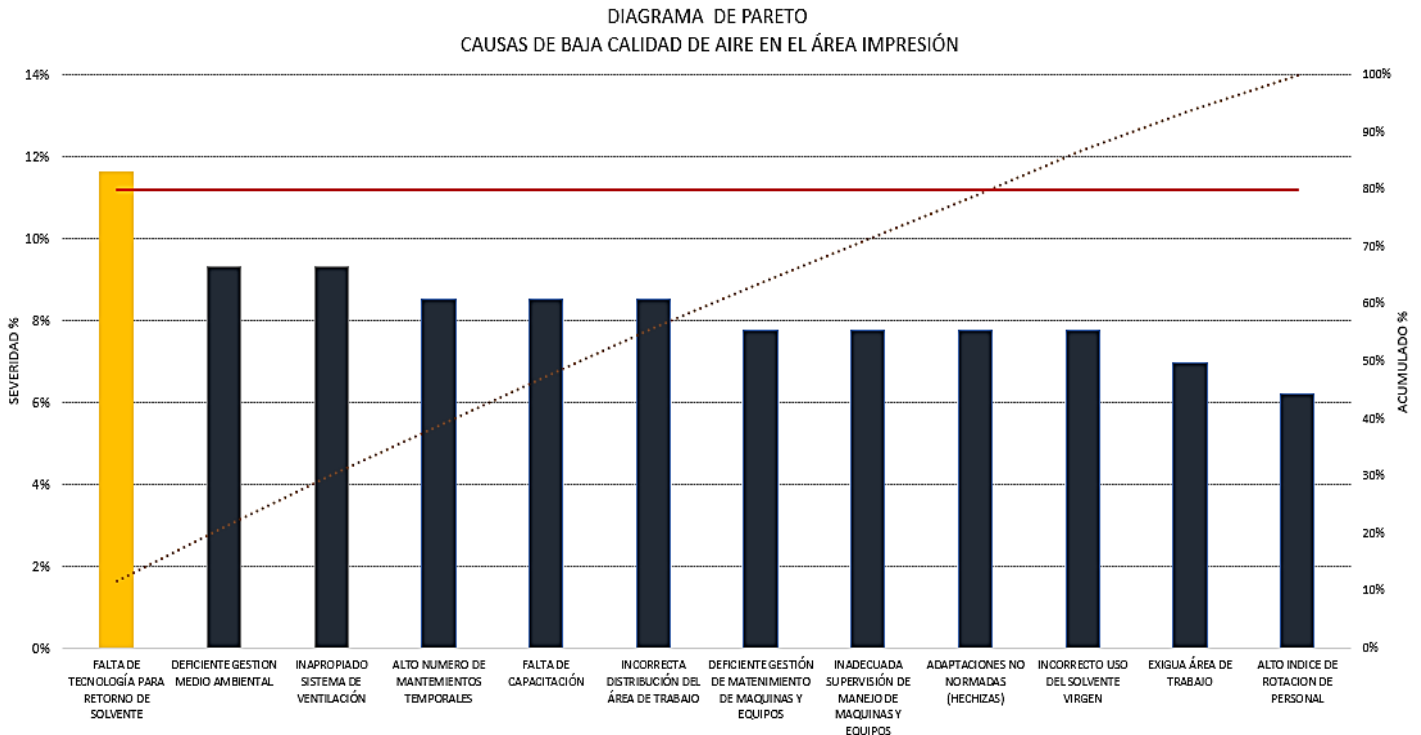
Se muestra el diagrama de Correlación, según lo cual se consideró realizar una propuesta de sistema de recuperación de vapor de solvente, que permita generar ahorros a la empresa Emusa y mejorar la calidad del aire en el área de impresión flexográfica

Tabla 16.

*Datos diagrama de Pareto*

CAUSAS DE BAJA CALIDAD DE AIRE EN EL ÁREA IMPRESIÓN	FRECUENCIA ABSOLUTA <b>f</b>	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA <b>F2</b>	FRECUENCIA RELATIVA <b>h</b>	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA <b>H3</b>
DEFICIENTE GESTION MEDIO AMBIENTAL	12	12	9.30%	9.30%
DEFICIENTE GESTIÓN DE MATENIMIENTO DE MAQUINAS Y EQUIPOS	10	22	7.75%	17.05%
INADECUADA SUPERVISIÓN DE MANEJO DE MAQUINAS Y EQUIPOS	10	32	7.75%	24.81%
ALTO NUMERO DE MANTEMIENTOS TEMPORALES	11	43	8.53%	33.33%
ADAPTACIONES NO NORMADAS (HECHIZAS)	10	53	7.75%	41.09%
FALTA DE TECNOLOGÍA PARA RETORNO DE SOLVENTE	15	68	11.63%	52.71%
FALTA DE CAPACITACIÓN	11	79	8.53%	61.24%
ALTO INDICE DE ROTACION DE PERSONAL	8	87	6.20%	67.44%
INCORRECTO USO DEL SOLVENTE VIRGEN	10	97	7.75%	75.19%
INAPROPIADO SISTEMA DE VENTILACIÓN	12	109	9.30%	84.50%
EXIGUA ÁREA DE TRABAJO	9	118	6.98%	91.47%
INCORRECTA DISTRIBUCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO	11	129	8.53%	100%
<b>TOTAL</b>	<b>129</b>		<b>100%</b>	

*Fuente:* Elaboración propia



*Figura 7.* Diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración propia

De igual manera, se realizó el diagrama de Pareto, para aportar datos precisos que favorecerán la toma de decisiones. En ese sentido, se logró identificar -por frecuencia y porcentajes- las causas que originan altos costos operativos y baja calidad de aire del área de impresión flexográfica de la empresa Emusa.

### **Propuesta y solución de sistema de recuperación de vapor de solvente**

Implementar la planta DC-MSR, la cual es una de las últimas innovaciones para recuperación de solvente.

### **Descripción del proyecto**

Obras civiles:



Losa de hormigón tecnología adecuada para reubicación la planta DC-MRS

es un complejo de módulos prediseñados movibles, que se pueden unir según la capacidad que se requiera.

La formación de los módulos está conformada por las siguientes partes:

- Intercambiador de calor, bombas, amortiguadores, instrumentación, así como equipos propios del fabricante.
- Obras siderúrgicas estructurales.
- Conductos y tuberías
- Sistemas descentralizados para la conexión eléctrica y neumática.

El diseño de un módulo movable es preciso y da facilidades para el mantenimiento preventivo y correctivo así mismo el cambio de piezas con posibles daños, asimismo permite el desmontaje de cada módulo de manera independiente.

Los elementos que completan la planta DC-MSR y que no puedan pre montarse en el módulo se suministran como componentes sueltos, estos componentes no son pre montados en los módulos para no exceder el límite de transporte y porque algunas piezas establecen conexión entre 2 o más módulos.

Tabla 17.

*Listado de componentes sueltos por módulo*

<b>Código</b>	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
<b>100</b>	<b>Unidad</b>	<b>Sección de aspiración, adsorción y regeneración</b>
110	Módulo 110	Aspiración, filtración y enfriamiento de la entrada SLA
111	STW suelto	Conducto SLA a adsorción
120	Equipos sueltos	Absorbedores horizontales
121	Equipos sueltos	Carbón activado
122	STW suelto	Pasarela en los absorbedores y escaleras
130	Módulo 130	Conductos y amortiguadores - Adsorción de entrada de aire SLA/N <sub>2</sub> - Módulo móvil
140	Módulo 140	Conductos y amortiguadores - Adsorción de salida de aire SLA/N <sub>2</sub> - Módulo móvil
141	STW suelto	Pila, plataforma y escaleras
150	Módulo 150	Intercambiadores de calor de regeneración - Módulo móvil
151	Equipos sueltos	Depósito de expansión para Glicole H <sub>2</sub> O
152	STW suelto	Tuberías de conexión de Glicole H <sub>2</sub> O
160	Módulo 160	Tuberías de regeneración - Módulo móvil
<b>200</b>	<b>Unidad</b>	<b>Almacenamiento y destilación</b>
210	Módulo 210	Destilación
210.1	Módulo 210.1	Las bombas, válvulas e instrumentos del módulo de destilación que estarán instalados en módulo móvil
211	Equipos sueltos	Acumulador de solvente
<b>300</b>	<b>Unidad</b>	<b>Deshidratación en fase líquida</b>
310	Equipos sueltos	Tamices moleculares adsorbentes
311	Equipos sueltos	Tamices moleculares de alta calidad
320	Módulo 320	Conductos y amortiguadores -deshidratación - Módulo móvil
321	Equipos sueltos	Intercambiador de color
322	STW suelto	Conductos desde los módulos 140, 150 y 110 hasta el absorbedor de tamices moleculares
330	Módulo 330	Ventilador de aire e intercambiadores de calor - Deshidratación de líquidos - Módulo móvil
331	STW suelto	Conductos desde el absorbedor de tamices moleculares hasta los intercambiadores de calor
<b>400</b>	<b>Unidad</b>	<b>Servicios públicos</b>
410	Equipos sueltos	Torre de refrigeración
420	Módulo 420	Bombas de torre de refrigeración
430	Equipos sueltos	Enfriadores - Módulo móvil
440	Módulo 440	Bombas y tanque de refrigeración - Módulo móvil
450	Equipos sueltos	Caldera de aceite térmico
460	Módulo 460	Bombas para calderas de aceite térmico
<b>600</b>	<b>Unidad</b>	<b>Tuberías</b>
600	Módulo 600	Tubos de interconexión
<b>700</b>	<b>Unidad</b>	<b>Tableros eléctricos y sistema de análisis</b>

710	Módulo 710	Tableros eléctricos - Módulo movable
710.1	PP	Panel de potencia
710.2	CIV	Panel de convertidores de frecuencia
710.3	CP	Panel de control
710.4	SS	Sistema de supervisión
710.5	FID	FID
710.6	AIR-AN	Grupo para el tratamiento de aire comprimido para los circuitos de análisis
710.7	O <sub>2</sub> -AN	Analizador de O <sub>2</sub>
710.8	CO-AN	Analizador de CO

SLA = Carga de solvente en el aire

*Fuente:* Donau Carbon Technologies

### Otras características

Funcionamiento seguro:

- Inertización efectiva del circuito de regeneración antes del calentamiento
- El carbón activo saturado nunca está en contacto con el aire caliente, en todas las etapas de deshidratación del carbón, si no sólo con la atmósfera inertizada (<3% de contenido de O<sub>2</sub>)
- Las columnas de destilación y todos los tanques de solvente están conectados a la red N<sub>2</sub> a través de una válvula de alivio de presión/vacío
- Válvulas de seguridad contra sobrepresión en los absorbedores
- Disco de seguridad contra la sobrepresión instalado en el circuito
- Ventilador hermético de N<sub>2</sub>

Bajo consumo:

- Carbón activado para reducir al mínimo los ciclos de regeneración, la capacidad de trabajo en promedio del 25%
- El consumo eléctrico de la unidad de refrigeración disminuye en un 25% (sin usar amoníaco)

- En la base del carbón activado baja la velocidad

Bajas emisiones:

- Se controla la concentración de cada uno de los absorbentes, como la concentración en la chimenea
- Programa de saturación para trabajar el carbón activado a la máxima capacidad de carga

### Control de software

El control de la planta DC-MSR es entregada al culminar el proyecto, el proveedor DCT podrá realizar soporte remoto accediendo al sistema central en tiempo real, asegurando el funcionamiento del sistema sin interrupciones.

La funcionabilidad del software da los siguientes beneficios:

- Indicadores del estado de la planta DC-MSR para los remplazos necesarios.
- Alarmas de mantenimiento preventivo y stock las piezas de repuesto que se deben almacenar para minimizar los posibles tiempos de parada
- Reportes de las modificaciones y actualizaciones disponibles para mejoras de rendimiento

### Batería

Tabla 18.

*Límites de batería*

Descripción	Detalle
Energía eléctrica	Terminal de entrada de los tableros eléctricos en el interior de la sala eléctrica
Aire comprimido	Colector de aire comprimido cerca de los absorbedores
Agua de reposición	En la brida de entrada de la torre de refrigeración
Gases técnicos	Analizadores de procesos
Agua de refrigeración	Cerca del intercambiador de calor HE-101 (Módulo 110)

Aceite de transferencia de calor	Cerca del intercambiador de calor HE-105 (Módulo 150)
Agua de refrigerada	Cerca del intercambiador de calor HE-104 AB (Módulo 150)
N <sub>2</sub>	Cerca del intercambiador de calor HE-105 (Módulo 150)
Señales de producción	Terminal de entrada al panel de control en el interior de la sala eléctrica
Ethernet	Terminal de entrada al panel de control en el interior de la sala eléctrica
Línea telefónica	Terminal de entrada al panel de control en el interior de la sala eléctrica

*Fuente:* Donau Carbon Technologies

### Utilidades necesarias en la planta DC-MSR

Los siguientes servicios son indispensables y deberán estar disponibles en su totalidad, en los límites de la batería de forma continua.

Tabla 19.

#### *Valores de consumos de energía eléctrica*

Energía eléctrica	Valor
Sistema	TN-S
Tensión, fases, frecuencia	380V/3ph/60Hz
Potencia total instalada	770kW
Potencia máxima absorbida	590kW

*Fuente:* Donau Carbon Technologies

Tabla 20.

#### *Valores de consumos de aceite térmico*

Aceite térmico	Valor
Caudal variable	(270÷240)
ΔP (entrada/salida)	~2bar
Variable ΔT (entrada/salida)	(0÷50°C)
Capacidad térmica (servicio neto máximo)	1,800Mcal/h

*Fuente:* Donau Carbon Technologies

Tabla 21.

#### *Valores de consumos de aire comprimido*

Aire Comprimido	Valor
Caudal	40Nm <sup>3</sup> /h
Máximo caudal	70Nm <sup>3</sup> /h
Punto de rocío (a presión de trabajo)	-25°C
Presión de trabajo	~6bar

*Fuente:* Donau Carbon Technologies

Tabla 22.

*Valores de consumos de agua de reposición*

Agua de reposición	Valor
Promedio de caudal	3m <sup>3</sup> /h
Máximo de caudal	7m <sup>3</sup> /h
Presión de trabajo	~2bar
Otro	Calidad suave

El agua de reposición se tratará según el tipo de agua de alimentación

Fuente: Donau Carbon Technologies

Tabla 23.

*Valores de consumos de N<sub>2</sub>*

N <sub>2</sub>	Valor
Rango de caudal	(50÷1,200Nm <sup>3</sup> /h)
Temperatura	(-5÷30°C)
Presión	(0.3÷0.5bar)
Otro	Pureza 99.9

Fuente: Donau Carbon Technologies

### Paquete de ingeniería

Las siguientes normas se aplicarán al paquete de ingeniería:

Tabla 24.

*Paquete de ingeniería*

Datos	Descripción
General y Tecnología	Según normas UNI/ISO/EN
Diagrama P&I	Normas ISA integradas con las normas DIN para los elementos no previstos en las propias normas de la NIA
Ingeniería Mecánica	Según normas UNI/ISO/EN, sistema de unidades SI
Ingeniería Eléctrica	Según normas europeas CENELEC
Manuales	Conforme a las normas EN

Fuente: Donau Carbon Technologies

### Idioma estándar

El paquete de ingeniería se suministrará tal y como se indica en la siguiente lista:

Tabla 25.

*Detalle de idiomas por ingeniería*

Datos	Descripción
Paquete general y tecnológico	Inglés
Ingeniería Mecánica	Inglés
Ingeniería Eléctrica	Inglés
Manuales	Inglés

Fuente: Donau Carbon Technologies

### Estándar de los suministros

Los suministros seguirán las normas que se indican a continuación:

Tabla 26.

#### Normas por suministro

Datos	Descripción
Suministros Mecánicos	Según normas UNI/ISO/EN
Suministros Eléctricos	Según normas europeas CEI EN (CENELEC). Los motores eléctricos deben ser de tipo TEFC (refrigeración por ventilador totalmente cerrado). La protección del motor debe ser IP55 o superior.

Fuente: Donau Carbon Technologies

### Pintura

El equipo será pintado de acuerdo a los siguientes ciclos:

Tabla 27.

#### Detalle de pintado

Datos	Descripción
Componentes comerciales (por ejemplo: motores, reductores)	Proveedor STD
Estructura de acero	Galvanizado en caliente
Ductos	Galvanizado en caliente
Parte de soporte y no aislado equipo, superficie externa	Grado de chorreado de arena SA 2 1/2, pintura inorgánica th 60 µm pintura tb 60 µm
Superficies aisladas (partes de la carcasa y superficie externa de la tubería)	Cepillado mecánico anticorrosión, 50 µm (sólo hasta evitar la corrosión antes del montaje).

Fuente: Donau Carbon Technologies

### **Descripción de la planta y del proceso**

El SLA es aspirado por el soplador principal y alimentado, después de filtrar y enfriar (por medio de agua de refrigeración), a la selección de adsorción.

Adsorción y regeneración:

La sección de adsorción está compuesta por múltiples unidades, diseñadas por el DCT. La CA adsorbe los vapores de los disolventes y el aire limpio se libera a la atmósfera. La generación de CA comienza cuando ocurre una de las siguientes situaciones:

- El valor de emisión de la chimenea de uno de los absorbedores en fase de adsorción alcanza un valor de proceso preestablecido.
- El valor de emisión en la chimenea de uno de los absorbedores en fase de adsorción alcanza un valor de proceso preestablecido o solo; la fase de adsorción del absorbedor en la fase de adsorción alcanza el tiempo preestablecido de acuerdo a la instrumentación implementada en la instalación de recuperación de solvente.

Cuando uno de los absorbedores se pone en la fase de regeneración, el absorbedor que está en stand-by se pone en fase de adsorción.

La generación se realiza con N<sub>2</sub>, a través de los siguientes pasos:

- a) La unidad de purga mediante inyección de N<sub>2</sub> para eliminar el O<sub>2</sub> residual (el circuito de regeneración, como la columna de destilación y los depósitos de solvente, se mantienen siempre bajo presión positiva en N<sub>2</sub> a través de la válvula de alivio de presión/vacío, para evitar la entrada de O<sub>2</sub>).



- b) Cuando la concentración de O<sub>2</sub> es inferior al valor preestablecido (análizador de O<sub>2</sub>), la CA se calienta en circuito cerrado con N<sub>2</sub>, a través de un ventilador específico, para hacer posible la desorción del disolvente.
- c) El calentamiento del N<sub>2</sub> se realiza mediante un intercambiador de calor de aceite térmico el solvente desorbido de la CA se enfría y condensa de la siguiente manera; primero mediante un intercambiador de calor de torre de enfriamiento, después mediante un intercambiador de calor de recuperación de energía (el calor recuperado se devuelve al flujo de nitrógeno después de la condensación del solvente y por último mediante un intercambiador de calor de varias etapas ( el calor es absorbido por el agua refrigerada a temperatura media en la mayor medida posible y por una solución refrigerada a temperatura media en la mayor medida posible y por una solución refrigerada a baja temperatura para obtener la condensación completa de solvente crudo)-
- d) El solvente en bruto se envía a través de un sistema de bombeo dedicado al “tanque de solvente en bruto”
- e) La unidad, después de enfriarla a través del intercambiador de calor multietapa mencionado anteriormente, está lista para ser puesta en fase de adsorción cuando se vaya a poner otra unidad en fase de regeneración, hasta ese momento la unidad regeneradora permanecerá en espera.

### **Destilación**

La destilación del solvente recuperado es necesaria para separar los componentes de alto punto de ebullición y el azeotrópico.

El sistema de destilación por lotes es completamente automático y además produce fracciones de solvente destilado:

- Parte inferior de la columna; alta temperatura de ebullición (residuos de solvente para la alimentación de la caldera).
- La parte superior de la columna:
  - 1.- Azeótropo (mezcla de N-propanol + Acetato de N-propilo)
  - 2.- Alcohol N-propanol

### **Deshidratación**

El solvente crudo recuperado con la regeneración se espera que tenga un 1.2%/1.5% de agua, en la temporada de invierno y un 1.5%/2.5% durante la temporada intermedia con posibles picos de verano en caso de que la humedad sea alta.

La presencia de un tamiz molecular permite alimentar la sección de producción con solvente crudo casi desaguado a pesar de la cantidad inicial de agua lo que es extremadamente importante para conseguir una calidad constante de solvente destilado.

### **Volumen de suministro**

Servicios de ingeniería:

El DC-MSR se realizará siguiendo las indicaciones del DCT previa coordinación y contratando un equipo de ingeniería local para completar e integrar las actividades de ingeniería, también en lo que se refiere específicamente al cumplimiento de las normas del país.

DCT suministrará el conjunto de documentos técnicos pertinentes para el alcance del trabajo propuesto en la siguiente lista:

### Equipos generales y mecánicos

- Diagrama de proceso e instrumentación de la planta (P&ID)
- Planos de disposición DC-MSR (con elevaciones) desarrollados con las maquinas estándar de DCT.
- Dibujo en una sola línea de la obra civil sobre el terreno
- Dibujo en una sola línea de las utilidades que se encargan de los puntos
- Lista de utilidades que deben suministrarse en BL
- Ingeniería básica de las obras de hormigón armado:
  - 1.- Dibujo esquemático de las cargas y su punto de aplicación (centro de gravedad) para la evaluación del impacto de un terremoto
  - 2.- Esquema de las superficies expuestas a la fuerza del viento
  - 3.- Cargas en plataformas de hormigón armado
- Especificaciones técnicas, fichas técnicas de los artículos comprados tal y como se indica en la lista de equipos.
- Materiales aislantes, especificaciones técnicas, fichas técnicas y de detalles de instalación.

### Equipamiento eléctrico

- Lista de motores
- Lista de instrumentos y sensores
- Plan básico de encaminamiento de la vía de cableado (esquema)
- Diagramas de interconexión
- Detalles típicos de la instalación
- Diagrama de bloques eléctricos y de automatización

- Descripción del funcionamiento
- Esquema detallado del cableado de los cuadros eléctricos suministrados por DCT.

### Manuales

- Manual de las máquinas y equipos suministrados

### Lista de equipos

La siguiente es la leyenda de la columna “**Suministrado por cliente (Emusa)**”

Tabla 28.

Leyenda “*Suministrado por cliente*”

<b>Alimentación DC, es decir:</b>	
DC-K	Suministros clave proporcionados por DCT; es obligatorio que el cliente adquiera este paquete para obtener una garantía de rendimiento de DC relevante para la recuperación de solvente.
DC-C	Suministros complementarios proporcionados por DC
<b>CLIENTE/OTROS SUMINISTROS:</b>	
	Suministros que son adquiridos por el cliente sobre la base de la documentación del DCT.
Cliente	La garantía de cumplimiento relativa a la recuperación de solvente será emitida por el DCT, siempre que los suministros se ajusten a la documentación del DCT y siempre que las actividades de puesta en servicio y puesta en marcha y de pruebas de recepción se lleven a cabo bajo la supervisión del personal del DCT.

*Fuente:* Donau Carbon Technologies

La siguiente es la leyenda de la columna “**Ingeniería DCT**”

Tabla 29.

Leyenda “*Ingeniería DCT*”

Descripción	Detalle
	El diseño de detalle es suministrado por DCT:
DD	El embalaje de los planos de fabricación en el que figuren las dimensiones de los principales componentes con detalles para la construcción del equipo o de la máquina y/o todos los detalles necesarios para que la fabricación pueda desarrollar los planos finales del taller de acuerdo con las normas vigentes en el país, los procedimientos locales de taller y las máquinas o procesos disponibles.
TS/DS	Especificaciones técnicas/Hojas de datos de equipos comerciales a ser adquiridos por el cliente.
OL	Los dibujos de una línea son suministrados por el DCT. El diseño de ingeniería detallado y los planos de taller serán suministrados por el cliente/otros.
NA	No Aplicable - Ingeniería suministrada por el cliente/otro o artículo incluido en los suministros de DCT.

*Fuente:* Donau Carbon Technologies

### Consideraciones importantes

Los planos DD correspondientes a STW se suministrarán únicamente para las acerías que vaya a fabricar el cliente, no se suministrarán planos de DD para los STW suministrados por el DCT.

Los planos TS/OL relevantes para el equipo/materiales suministrados únicamente para el equipo que vaya a ser adquirido por el cliente. No suministrarán planos TS/OL para los equipos o materiales suministrados por DCT.

Tabla 30.

*Otras abreviaturas*

Abreviatura	Descripción
CIV	Motor de velocidad variable (impulsado por un convertidor de frecuencia)
STW	Planta siderúrgica
DS	Ficha técnica del equipo a fabrica (con detalles típicos)
CS	Acero al carbono
SS	Acero inoxidable
CA	Carbón activado
ANS	Aire cargado con solvente
MEGAFONIA	Aire purificado
	Dispositivo periférico descentralizado, que contiene:
	* Dispositivo de alimentación
DPD	* Gateway con E/S remotas analógicas y digitales
	* Construcción ATEX
	* Carcasa y accesorios
	Caja neumática descentralizada, conteniendo:
	* Reductor/filtro
DPB	* Electroválvulas y transductores
	* Construcción ATEX
	* Carcasa y accesorios
	Es decir, los artículos sueltos y el EQUIPO suelto son artículos para los cuales ocurre uno de los siguientes:
Suelto	* Son parte del SKID, pero no pueden instalarse en el SKID porque excedería el límite de transporte.
	* Son partes de conexión entre dos SKIDs diferentes.

*Fuente:* Donau Carbon Technologies

## Detalle de componentes por unidad y modulo

### Unidad 100

Sección de aspiración, adsorción y regeneración

Tabla 31.

*Detalle de modulo 110 y 120 aspiración, filtración y enfriamiento de la entrada SLA – SKID*

<b>Código</b>	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>					
100	Unidad	Sección de aspiración, adsorción y regeneración					
110	Módulo 100	Aspiración, filtración y enfriamiento de la entrada SLA - SKID					
<b>Artículo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Potencia Kw</b>	<b>Peso kg</b>	<b>Suministrado por</b>	<b>Ing. Por DCT</b>
F-101	Filtro	N°	1			DC-C	TS
Detalle	Se utiliza para retener las partículas de polvo presentes en el SLA						
	Caudal de aire de diseño total			m3/h	110.000		
	Material filtrante				fibra sintética		
HE-101	Intercambiador de color	N°	1			DC-C	TS/DS
Detalle	Para enfriar el SLA con agua de la torre de enfriamiento						
	Temperatura				40°C a 30°C		
	Caudal de aire de diseño total			m3/h	110.000		
BL-101	ID Ventilador	N°	1			DC-C	TS/DS
Detalle	Para aspirar SLA de la producción; base común con motor, soportes anti vibratorios, articulaciones en el lado de aspiración y de impulsión, transmisión directa.						
	Caudal			m3/h	107.000		
	Presión total máximo				mbar 55		
	Consumo eléctrico máximo				kW 210		
	Cumplimiento				anti chispa		
	Material				cs		
BL-101-M	Motor eléctrico	N°	1	315		DC-C	TS
Detalle	Para el funcionamiento del ventilador						
	Velocidad controlada				VSD		
	Protección				IP55		
STW-110	Planta siderúrgica					Emusa	DD
	Estructura						
	Material				Galvanizado cs		
	Carcasa del filtro y del intercambiador de calor						
	Material				Galvanizado cs		
	Carcasa de entrada SLA						
	Material				Galvanizado cs		
INS-110	Instrumentación					DC-K	
	Material	N°	2				
	Transmisor de presión	N°	1				
	Indicador de cada presión (local)	N°	1				

DPD-110 Dispositivo periférico descentralizado N° 1 DC-K

DPB-110 Caja neumática descentralizada N° 1 DC-K

111 STW suelto

Detalle Conductos SLA a unidades de adsorción con bridas, soporte y accesorios

Material Galvanizado cs

Conducto de conexión para el accionamiento del SLA desde los módulos 110 y 120

*Fuente:* Donau Carbon Technologies

Tabla 32.

*Detalle de módulo 130 Conductos y amortiguadores - Adsorción de entrada SLA/N2-SKID*

<b>Código</b>	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>					
100	Unidad	Sección de aspiración, adsorción y regeneración					
130	Módulo	Conductos y amortiguadores - Adsorción de entrada SLA/N2-SKID					
<b>Artículo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Potencia Kw</b>	<b>Peso kg</b>	<b>Suministrado por</b>	<b>Ing. Por DCT</b>
KV-101	Válvulas de mariposa	N°	3			DC-K	
Detalle	Tipo doble off-set con actuador neumático y finales de carrera para la entrada SLA en los absorbedores						
Material	cs						
Disco	Ni-plateado cs						
Seal	PTFE						
KV-104	Válvulas de mariposa	N°	3			DC-K	
Detalle	Tipo doble off-set con actuador neumático y finales de carrera para la entrada de N2 en los absorbedores						
Material	cs						
Disco	Ni-plateado cs						
Seal	PTFE						
STW-130	Planta siderúrgica						



IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
RECUPERACIÓN DE VAPOR DE SOLVENTES PARA MEJORAR  
LA CALIDAD DE AIRE DEL ÁREA DE IMPRESIÓN  
FLEXOGRÁFICA, EN LA EMPRESA ENVASES MULTIPLES  
PERU S.A.C., PERIODO 2020

	Estructura	Kg		Emusa	DD
Material				Galvanizado cs	
	Conductos con bridas, soportes y accesorios	Kg		Cliente	DD
SLA y N2				Galvanizado cs	
DPD-130	Dispositivo periférico descentralizado	Nº	1	DC-K	
DPD-130	Caja neumática descentralizada	Nº	1	DC-K	

*Fuente:* Donau Carbon Technologies

Tabla 33.

*Detalle de modulo 140 Conductos y amortiguadores - Adsorción de salida de aire/N2 - SKID*

<b>Código</b>	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>					
100	Unidad	Sección de aspiración, adsorción y regeneración					
140	Módulo	Conductos y amortiguadores - Adsorción de salida de aire/N2 - SKID					
<b>Artículo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Potencia Kw</b>	<b>Peso kg</b>	<b>Suministrado por</b>	<b>Ing. Por DCT</b>
KV-102	Válvulas de mariposa	Nº	3			DC-K	
Detalle	Tipo doble off-set con actuador neumático y límite conmutadores, para salida de PA en los absorbedores						
Material				cs			
Disco				Ni-plateado cs			
Seal				PTFE			
KV-103	Válvulas de mariposa	Nº	3			DC-K	
Detalle	Tipo doble off-set con actuador neumático y finales de carrera, para salida de N2 en los absorbedores						
Material				cs			
Disco				Ni-plateado cs			
Seal				PTFE			
PV-102-B	Válvulas de mariposa	Nº	1			DC-K	
Detalle	Tipo doble off-set con actuador neumático y finales de carrera						
Detalle	Purga durante la entrada de N2 en el circuito de regeneración						

INS-140	Instrumentación						
	Termopares TT	N°	3				
DPD-140	Dispositivo periférico descentralizado	N°	1			DC-K	
DPB-140	Dispositivo periférico descentralizado	N°	1			DC-K	
141	STW Suelto Pila, plataforma y escaleras, con soportes y accesorios					Emusa	DD
Material					cs		
Altura del punto de emisión					10.000 mm		

Fuente: Donau Carbon Technologies

Tabla 34.

*Detalle de modulo 150 Intercambiadores de calor de regeneración - SKID*

Código	Nombre	Descripción					
100	Unidad	Sección de aspiración, adsorción y regeneración					
150	Modulo	Intercambiadores de calor de regeneración - SKID					
Artículo	Descripción	Und.	Cantidad	Potencia Kw	Peso kg	Suministrado por	Ing. Por DCT
BL-102	Ventilador de recirculación	N°	1			DC-K	
	Altura total				mbar 65		
	Consumo eléctrico	N°	1	61			
	Material				cs		
BL-102-M	Motor eléctrico	N°	1	75		DC-K	
Detalle	Funcionamiento del ventilador						
	Velocidad controlada a través de VSD protección			Eexd			
HE-105	Intercambiador de calor N2	N°	1			DC-K	
Detalle	Calefacción con aceite térmico de transferencia intercambiador de calor de tubos con aletas						
Material					cs		
HE-102B	Intercambiador de calor de refrigeración N2	N°	1			DC-K	
Detalle	Refrigeración con agua de la torre de refrigeración intercambiador de calor tipo serpentín						
Material					cs		

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
RECUPERACIÓN DE VAPOR DE SOLVENTES PARA MEJORAR  
LA CALIDAD DE AIRE DEL ÁREA DE IMPRESIÓN  
FLEXOGRÁFICA, EN LA EMPRESA ENVASES MULTIPLES  
PERU S.A.C., PERIODO 2020

HE-103AB	Sistema de recuperación de energía	N°	2		DC-K	
Detalle	En circuito cerrado compuesto por intercambiadores de calor de recuperación					
	Intercambiador de calor tipo serpentín con Glicole			H2O		
	Material			cs		
P-101	Bomba de circulación Glicole H2O, con motor eléctrico	N°	1	3.7	DC-C	TS
	Centrífugo	N°	1	2.7		
	Material			cs		
V-101	Equipos sueltos	%	1		Emusa	DS
Detalle	Depósito de expansión para Glicole HO2 en circuito cerrado					
	Material			cs		
HE-104A	Unidad de condensación	N°	1		DC-K	
Detalle	Solvente recuperado por Glicole H2O y demister condensador tipo bobina					
	Material			cs		
	Tubo con aletas condensado			cs		
PV-102A	Válvula de control	N°	1		DC-K	
Detalle	Tipo mariposa, con actuador neumático, posicionador y finales de carrera entrada de N2 en el circuito de regeneración					
TV-107	Válvula de control de 3 vías	N°	1		DC-K	
Detalle	Accionamiento neumático para controlar el aceite para el calentamiento del N2					
TV-107	Válvula de control de 3 vías	N°	1		DC-K	
KV-112	Válvula de bola ON-OFF	N°	1		DC-K	
Detalle	Actuador neumático e interruptores de fin de carrera para la descarga de N2 durante la fase de calentamiento					
STW-150	Planta siderúrgica				Emusa	DD
	Material			Galvanizado cs		
	Conductos con bridas soportes y accesorios circuito de regeneración			Galvanizado cs/ss		
152	STW suelo					
	Tubos de conexión Glicole H2O con bridas, soportes y accesorios				Emusa	DD
	Material			cs		
INS-150	Instrumentación				DC-K	
	Termopares TT	N°	5			
	Transmisor de presión PT	N°	1			
	Transmisor de flujo FT	N°	1			
	Válvula de seguridad de presión PSV	N°	1			
	Presión PSL	N°	1			

Fuente: Donau Carbon Technologies

Tabla 35.

*Detalle de modulo 160 Tuberías de regeneración - SKID*

<b>Código</b>	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>					
100	Unidad	Sección de aspiración, adsorción y regeneración					
160	Modulo	Tuberías de regeneración - SKID					
<b>Artículo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Potencia Kw</b>	<b>Peso kg</b>	<b>Suministrado por</b>	<b>Ing. Por DCT</b>
STW-160	Planta siderúrgica estructura					Emusa	DD
Material					Galvanizo	cs	
Detalle	Bridas accesorios y soportes						
	Circuito de aceite de transferencia de color				cs	API - SL SCHEDULA ETS	
	Agua de refrigeración				cs		
	N2				cs		

*Fuente:* Donau Carbon Technologies

### Unidad 200

#### Almacenamiento y destilación

Tabla 36.

*Detalle de modulo 210 Destilación por lotes*

<b>Código</b>	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>					
200	Unidad	Almacenamiento y destilación					
210	Módulo	Unidad de destilación por lotes					
<b>Artículo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Un d.</b>	<b>Cantid ad</b>	<b>Potencia Kw</b>	<b>Peso kg</b>	<b>Suministrad o por</b>	<b>Ing. Por DCT</b>
C-201	Columna de destilación	Nº	1			DC-K	
Detalle	Columna de destilación, diseñada para la separación de compuestos de alto punto de ebullición						
Presión					Cajero		
Fila					ss		
Relleno de interiores					ss		
E-202	Condensador	Nº	1			DC-K	
Detalle	Instalar en la parte superior de la columna, tipo haz de tubos verticales, cabezales fijos, vapor en las tuberías						
Medios de refrigeración					agua de refrigeración		
Armazón					ss		
Conductos					ss		
E-201	Calentador (recalentador)	Nº	1			DC-K	

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
RECUPERACIÓN DE VAPOR DE SOLVENTES PARA MEJORAR  
LA CALIDAD DE AIRE DEL ÁREA DE IMPRESIÓN  
FLEXOGRÁFICA, EN LA EMPRESA ENVASES MULTIPLES  
PERU S.A.C., PERIODO 2020

Detalle	Tipo de haz de tubos en U, calentado mediante aceite térmico de transferencia.			
Temperatura de funcionamiento	°C 170/160			
Tubos y placas	ss			
Directores	ss			
Detalle	Bombas para disolventes, intercambiadores de calor y válvulas - SKID			
E-206	Calentador (recalentador)	N° 1	DC-K	
Detalle	Enfriar el disolvente destilado, tipo placa, soldado con Ni			
Material	ss			
P-201	Bomba	N° 1	DC-C	TS
Detalle	Alimentación de solvente crudo a la destilación, bomba de membrana.			
Capacidad máxima	3m <sup>3</sup> /h			
Encabezamiento	2 barcazas			
Material	ss/PTFE			
P-202-203	Bomba	N° 1+1	DC-C	TS
Detalle	Transferencia de solvente de almacenamiento de producción tipo de bomba de membrana.			
Capacidad máxima	3m <sup>3</sup> /h			
Encabezamiento	2 barcazas			
Material	ss/PTFE			
P-205	Bomba	N° 1	DC-C	TS
Detalle	Compuesto de alto punto de ebullición a acumulador de alto punto de ebullición bomba de membrana, auto aspirante.			
Capacidad máxima	1m <sup>3</sup> /h			
Encabezamiento	2 barcazas			
Material	ss/PTFE			
P-206	Bomba	N° 1	DC-C	TS
Detalle	Bomba de circulación de aceite térmico para destilación, bomba centrífuga con cierre mecánico.			
Capacidad máxima	30m <sup>3</sup> /h			
Encabezamiento	1.5 barg			
Automóvil	Eexd			
Material	Hierro fundido			
TV-201	Válvula de control	N° 1	DC-K	
Detalle	Válvula de regulación de temperatura del aceite térmico, tipo globo con actuador neumático, posicionador.			
Material	cs			
XV-202				
XV-203	Válvula ON-OFF	N° 3	DC-K	
XV-204				
Detalle	Tipo bola, actuador neumático e interruptores de fin de carrera para la descarga de la fracción destilada en tanques.			
Material	ss			
STW-210	Planta siderúrgica		Emusa	DD
Detalle	Bridas, accesorios y soportes			
Material	Galvanizado cs			
Circuito de aceite de transferencia de calor	cs API-SL SCHEDULE STD			
Agua de refrigeración	cs			

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
RECUPERACIÓN DE VAPOR DE SOLVENTES PARA MEJORAR  
LA CALIDAD DE AIRE DEL ÁREA DE IMPRESIÓN  
FLEXOGRÁFICA, EN LA EMPRESA ENVASES MULTIPLES  
PERU S.A.C., PERIODO 2020

Líneas de solvente			ss	
Respiradero			ss	
INS-210	Instrumentación			DC-K
	Termopares TT	Nº 6		
	Transmisor de presión PT	Nº 1		
	Dispositivo de medición de solvente destilado/flujo recuperado FT	Nº 2		
	Indicador de presión PI (Local)	Nº 3		
	Transmisor de nivel LT	Nº 1		
	Válvulas de control de presión PCV	Nº 1		
	Presión PVRV Válvula de alivio de vacío	Nº 1		
	Interruptor de límite de presión PSL	Nº 1		
DPD-210	Dispositivo periférico descentralizado	Nº 1		DC-K
DPB-210	Caja neumática descentralizada	Nº 1		DC-K

Fuente: Donau Carbon Technologies

Tabla 37.

*Detalle de modulo 220 Acumulador de solvente*

Código	Nombre	Descripción					
200	Unidad	Almacenamiento y destilación					
220	Módulo	Acumulador de solvente					
Artículo	Descripción	Und.	Cantidad	Potencia Kw	Peso kg	Suministrado por	Ing. Por DCT
V-201	Tanque de almacenamiento	Nº	1			Emusa	DS
Detalle	Almacenamiento de la mezcla de solventes crudos, ejecución subterránea						
Cilindrada				20m <sup>3</sup>			
Material				ss			
V-202	Tanque de almacenamiento	Nº	1			Emusa	DS
Detalle	Almacenamiento de la mezcla de solventes crudos deshidratados, ejecución subterránea						
Cilindrada				12m <sup>3</sup>			
Material				ss			
V-203 A/B	Tanque de almacenamiento	Nº	1+1			Emusa	DS
Detalle	Almacenamiento de la mezcla de solventes destilados, ejecución subterránea						

Cilindrada				10+10 m <sup>3</sup>		
Material				ss		
V-205	Tanque de almacenamiento	N°	1		Emusa	DS
Detalle	Almacenamiento de alto punto de ebullición, ejecución externa					
Cilindrada				4m <sup>3</sup>		
Material				ss		

Fuente: Donau Carbon Technologies

### Unidad 300

#### Almacenamiento y destilación

Tabla 38.

#### Detalle de modulo 310 Tamices moleculares adsorber

Código	Nombre	Descripción				
		Artículo	Descripción	Und.	Cantidad	Ing. Por DCT
Potencia Kw	Peso kg					
300	Unidad					Deshidratación en fase líquida
310	Módulo					Tamices moleculares adsorber
ADS-301	Absorbedores, tipo cilindro	N°	1		3	Emusa DS
	Diámetro					2.000 mm
	Elevado					3.000 mm
	Material armazón					ss
MS-310	Tamices moleculares de calidad carga de tamices moleculares	Kg			2.5	DC-K
320	Módulo					Conductos y amortiguadores deshidratación - SKID
KV	Válvulas de mariposa					
	Tipo doble off-set, con actuador neumático y finales de carrera para la interceptación de los	N°	5			DC-K
315/318	absorbedores de tamices moleculares y del circuito N2					
320						
	Material grupo					ss

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
RECUPERACIÓN DE VAPOR DE SOLVENTES PARA MEJORAR  
LA CALIDAD DE AIRE DEL ÁREA DE IMPRESIÓN  
FLEXOGRÁFICA, EN LA EMPRESA ENVASES MULTIPLES  
PERU S.A.C., PERIODO 2020

Seal				PTFE		
KV 323	Válvula de bola					
324	Entrada de solvente en la salida del absorbedor					
325	Tipo doble off-set, con actuador neumático y finales de carrera	Nº	4		DC-K	
329	Bomba de alimentación de acetato de etilo crudo a los tamices moleculares, bomba centrifuga 1400 vueltas/1"	Nº	1		DC-C	TS
Número				1		
Caudal				m34		
Cabeza				mc.a. 16		
Motor				Kw 1.5 Eexd		
Material				Inox 316		
STW-320	Plata siderúrgica con bridas, accesorios y soportes				Emusa	DD
Línea de solvente				ss		
PSV 349	Válvula de seguridad de presión para el absorbedor	Nº	1		DC-K	
INS-320	Instrumentación				DC-K	
	Termopares TT	Nº	2			
	LSH	Nº	1			
DPD-320	Dispositivo periférico descentralizado	Nº	1		DC-K	
DPB-320	Caja neumática descentralizada	Nº	1		DC-K	
322	STW Suelo					
	Estructura de pasarela en le absorbedor y escalera, con soportes y accesorios	Nº	1		Emusa	DD
Material				cs		

Fuente: Donau Carbon Technologies

Tabla 39.

*Detalle de modulo 330 Ventilador de aire intercambiadores de calor deshidratación*

Código	Nombre	Descripción					
300	Unidad	Deshidratación en fase líquida					
330	Módulo	Ventilador de aire intercambiadores de calor deshidratación					
Artículo	Descripción	Und.	Cantidad	Potencia Kw	Peso kg	Suministrado por	Ing. Por DCT
KV-321	Válvula mariposa	Nº	1			DC-K	
Detalle	Tipo doble off-set, con actuador neumático y finales de carrera, entrada de aire ambiente a los tamices moleculares absorbedores para regeneración						



IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
RECUPERACIÓN DE VAPOR DE SOLVENTES PARA MEJORAR  
LA CALIDAD DE AIRE DEL ÁREA DE IMPRESIÓN  
FLEXOGRÁFICA, EN LA EMPRESA ENVASES MULTIPLES  
PERU S.A.C., PERIODO 2020

Material				Ni-plateado cs		
Disco				Ni-plateado cs		
Seal				PTFE		
KV-319	Válvula de bola	N°	1		DC-K	
Detalle	Accionamiento neumático de simple efecto y finales de carrera entrada N2					
KV-322	Válvula mariposa	N°	1		DC-K	
Detalle	Tipo doble off-set, con actuador neumático y finales de carrera, agua de refrigeración hasta HE-308					
TV-332	Válvula de control, tipo globo	N°	1		DC-K	
Detalle	Accionamiento neumático posicionador aceite caliente a HE-307					
PCV-335	Válvula de control de presión	N°	1		DC-K	
Detalle	Reductor de presión de alimentación de nitrógeno					
PCV-335	Válvula de seguridad	N°	1		DC-K	
F-303	Filtros para retener las partículas de polvo	N°	1		DC-C	TS
Medios filtrantes				Fibra sintética		
Material				Galvanizado cs		
BL-301	Ventilador	N°	1		DC-K	
Detalle	Aspirar SLA, base común con motor apoyos anti vibratorios, juntas en la succión y lados en entrega y transmisión directa					
Cumplimiento				Anti chispa		
Material				ss		
BL-301-M	Motor eléctrico	N°	1	18.5	DC-K	
Detalle	Funcionamiento del ventilador velocidad controlada a través de VSD					
Protección				IP55-Eexd		
HE-308	Calentador	N°	1		DC-K	
Detalle	Intercambiador de calor de aire alimentado con aceite de transferencia de calor para calentar el circuito de regeneración de los tamices moleculares tipo tubo con aletas.					
Material				ss		
HE-307	Refrigerador	N°	1		DC-K	
Detalle	Intercambiador de calor de aire alimentado con agua de refrigeración de los tamices moleculares de tipo de tubos con aletas.					
Material				ss		
STW-330	Planta siderúrgica				Emusa	DD
Detalle	Estructura					
Material				Galvanizado cs		
Detalle	N2/Ductos de aire con bridas, accesorios y soportes					
Material				Galvanizado cs/Acero Inox		
Detalle	Tuberías con accesorios y soportes					
Circuito de aceite de transferencia de calor				cs API-SL SCHEDULA STD		
Agua de refrigeración				cs		
N2				cs		
INS-330	Instrumentación				Emusa	DD
	Termopares TT	N°	1			

	Transmisor de presión PT	N°	1			
	Válvula de seguridad de presión PSV	N°	1			
	PI indicadora de presión (local)	N°	1			
DPD-330	Instrumentación				DC-K	
DPB-330	Caja neumática descentralizada	N°	1		DC-K	
331	STW suelo				Emusa	DD
Detalle	Conductos N2 con bridas, accesorios y soportes					
Material	Galvanizado cs					
Detalle	Ductos, con bridas, accesorios y soportes desde el absorbedor de tamices moleculares hasta el módulo 100/150					
Material	Galvanizado cs					

Fuente: Donau Carbon Technologies

## Unidad 400

### Servicios públicos

Tabla 40.

#### Detalle de modulo 410 Torre de regeneración - SKID

Código	Nombre	Descripción					
400	Unidad	Servicios públicos					
410	Módulo	Torre de regeneración - SKID					
Artículo	Descripción	Und.	Cantidad	Potencia Kw	Peso kg	Suministrado por	Ing. Por DCT
TE-401 A/B	Torre de refrigeración	N°	2	2X18.5		Emusa	TS
Detalle	Lograr el acondicionamiento del agua para enfriar el SLA, para condensar el solvente y enfriar el refrigerador.						
Detalle	Compuesto de dos módulos con estructura y accesorios y cada uno con ventiladores axiales de baja velocidad tanque de fibra de vidrio o galvanizado cs arranque y parada automática de ventiladores, accionando por VSD						
	Potencia máxima			kcal/h 2.000.000			
	Potencia instalada			kW 18.5 x 2			
	Temperatura del agua			°C 30/35			
INS-410	Instrumentación					Emusa	TS
	Interruptor de nivel	N°	1				
DPD-410	Dispositivo periférico descentralizado	N°	1			DC-K	
DPB-410	Caja neumática descentralizada	N°	1			DC-K	

Fuente: Donau Carbon Technologies

Tabla 41.

*Detalle de modulo 420 Bomba de torre de refrigeración - SKID*

<b>Código</b>	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>					
400	Unidad	Servicios públicos					
420	Módulo	Bomba de torre de refrigeración - SKID					
<b>Artículo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Potencia Kw</b>	<b>Peso kg</b>	<b>Suministrado por</b>	<b>Ing. Por DCT</b>
P-403-A	Bomba	N°	1	1X22		DC-C	TS
Detalle	Para la circulación del agua de la torre de enfriamiento, tipo centrifugo, motor de base común						
	Caudal cada uno			220 m3/h			
	Encabezamiento			Bar 2.0			
	Consumo eléctrico			19 Kw			
P-403-B	Bomba	N°	1	1X22		DC-C	TS
Detalle	Para la circulación del agua de la torre de enfriamiento, tipo centrifugo, motor de base común						
	Caudal cada uno			220 m3/h			
	Encabezamiento			Bar 2.0			
	Consumo eléctrico			19 Kw			
STW-420	Planta siderúrgica					Emusa	DD
	Estructura, tuberías con accesorios y portes cs			Galvanizado cs			
INS-420	Instrumentación					DC-K	
	Termopares TT	N°	1				
	PI indicadora de presión (local)	N°	1				
DPD-420	Dispositivo periférico descentralizado	N°	1			DC-K	
DPB-420	Caja neumática descentralizada	N°	1			DC-K	

Fuente: Donau Carbon Technologies

Tabla 42.

*Detalle de modulo 430 Enfriador - SKID*

<b>Código</b>	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>					
400	Unidad	Servicios públicos					
430	Módulo	Enfriador - SKID					
<b>Artículo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Potencia Kw</b>	<b>Peso kg</b>	<b>Suministrado por</b>	<b>Ing. Por DCT</b>
K-401	Enfriador	N°	1	150		DC-C	TS

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
RECUPERACIÓN DE VAPOR DE SOLVENTES PARA MEJORAR  
LA CALIDAD DE AIRE DEL ÁREA DE IMPRESIÓN  
FLEXOGRÁFICA, EN LA EMPRESA ENVASES MULTIPLES  
PERU S.A.C., PERIODO 2020

Energía térmica					kW 350
Temperatura					°C-12
Potencia absorbida					kW 130
C.O. P					2.65
Sistema de variación de potencia					25/100%
Detalle	Condensador tubular para agua de torre, sistema de regulación y seguridad armario de potencia de control.				
K-402	Enfriador	N°	1		150
Energía térmica					kW 460
Temperatura					°C-1
Potencia absorbida					kW 130
C.O. P					3.5
Sistema de variación de potencia					25/100%
Detalle	Condensador tubular para agua de torre, sistema de regulación y seguridad armario de potencia de control.				

Fuente: Donau Carbon Technologies

Tabla 43.

*Detalle de modulo 440 Bombas y tanques de refrigeración - SKID*

Código	Nombre	Descripción					
400	Unidad	Servicios públicos					
440	Módulo	Bombas y tanques de refrigeración - SKID					
Artículo	Descripción	Und.	Cantidad	Potencia Kw	Peso kg	Suministrado por	Ing. Por DCT
P-405	Bomba centrífuga	N°	1	22		DC-C	TS
	Caudal cada uno			140 m3/h			
	Encabezamiento			2.4 bar			
	Consumo eléctrico			18 Kw			
V-405	Tanque, tapón de agua con glicole	N°	1	22		Cliente	TS
	Envergadura			1 m3			
STW-430	Planta siderúrgica					Cliente	DD
	Estructura			Galvanizado	cs		
	Detalle	Tubería con soporte y accesorios agua de refrigeración.					
	Glicole H2O			cs			
INS-430	Instrumentación					DC-C	TS
	Instrumentador de nivel LG (local)	N°	1				

Instrumentador de nivel PI (local)	Nº	2
Interruptor de límite de flujo (local)	Nº	2

Fuente: Donau Carbon Technologies

### Unidad 600

Tuberías de interconexión

Tabla 44.

*Detalle de unidad 600 Tuberías de interconexión*

Código	Nombre	Descripción					
600	Unidad	Tuberías de interconexión					
Artículo	Descripción	Und.	Cantidad	Potencia Kw	Peso kg	Suministrado por	Ing. Por DCT
STW-600	STW suelo					Emusa	
	Estructura					Galvanizado	cs
	Detalle					Tubería con bridas, accesorios, válvulas para la interconexión entre los patines dentro de los límites de la batería de la planta	
	Circuito de aceite de transferencia de calor					cs API-SL SCHEDULA STD	
	Agua de refrigeración					cs	
	N2					cs	
	Glicole H2O					cs	
	Respiradero					cs	

Fuente: Donau Carbon Technologies

### Unidad 700

Plantas eléctricas y sistema de análisis

Tabla 45.

*Detalle de unidad 710 Cuadros eléctricos -SKID*

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
RECUPERACIÓN DE VAPOR DE SOLVENTES PARA MEJORAR  
LA CALIDAD DE AIRE DEL ÁREA DE IMPRESIÓN  
FLEXOGRÁFICA, EN LA EMPRESA ENVASES MULTIPLES  
PERU S.A.C., PERIODO 2020**

<b>Código</b>	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>					
700	Unidad	Plantas eléctricas y sistema de análisis					
710	Modulo	Cuadros eléctricos -SKID					
<b>Artículo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Potencia Kw</b>	<b>Peso kg</b>	<b>Suministrado por</b>	<b>Ing. Por DCT</b>
PP	Panel de potencia	N°	1			DC-C	TS
Detalle	Para unidad 100-200-300-400 compuesto por:						
QD-001	Sección de distribución QD-001 distribución mediante barras colectoras en columnas, Pintado cs RAL 7035, Protección IP54						
CIV	La selección contendrá VSD para la conducción de los correspondientes sistemas eléctricos						
QE-001	Sección de potencia QE-001, Distribución mediante alimentación de bus-bares en columnas. Pintado cs RAL 7035. Protección IP54, La sección alimentará los motores eléctricos instalados dentro de la unidad 100-200-300-400						
QCC-001	Panel de control	N°	1			DC-K	
Detalle	Para unidad 100-200-300-400 compuesto por:						
S7-400	PLC Siemens S7-400, completo con PROFIBUS						
	Alimentador de bus-bares en columnas. Pintado cs RAL 7035. Protección IP54, El panel contendrá un PLC, Siemens S7, con software DC para el funcionamiento automático del DC-MSR						
	Sistema de supervisión						
SS	DCT y PC (máquina de interfaz humana), autómatas SUPERFLASH	Glb	1			DC-K	
Detalle	El panel está diseñado para la futura actualización y está provisto de:						
	Selector de interruptores para uso manual, condición de avance semiautomático o automático						
	Indicación de diferentes pasos de los programas						
	Visualización de las principales condiciones de funcionamiento (posición de válvulas, adsorber en el análisis, adsorber en la regeneración, etc.)						
	Alarmas de seguridad						
Detalle	Se proporcionarán las siguientes alarmas principales y apagados:						
	Carbono de regeneración de absorción						
	Alta presión en los filtros de aire						
	Falta de agua de refrigeración						
	Alta temperatura y presión de nitrógeno						
	Alarma por falta de energía eléctrica						
	Falta de válvulas absorbentes de funcionamiento						
	Falta de presión del aire comprimido						
	Alta concentración de oxígeno						
	Alta temperatura en las camas de carbono						
	TOC alto en la pila de salida						
FID	Analizador FID	N°	1			DC-C	TS
Detalle	Resultado del análisis expresado como TOC, Comprobará la concentración de los adsorbentes y regulará las secuencias de regeneración						
Detalle	Se suministra con un muestreador de 6 canales que se extrae de la salida de cada adsorber, en la pila y en el conducto de entrada.						
	Tiempo de análisis: 60 segundos.						

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
RECUPERACIÓN DE VAPOR DE SOLVENTES PARA MEJORAR  
LA CALIDAD DE AIRE DEL ÁREA DE IMPRESIÓN  
FLEXOGRÁFICA, EN LA EMPRESA ENVASES MULTIPLES  
PERU S.A.C., PERIODO 2020

El sistema de análisis se coloca en un armario IP 55, dentro de la sala de control con expulsiones de gas al exterior.

La unidad para la adquisición de datos se instalará en el gabinete.

AIR-AN	Grupo de tratamiento de aire comprimido para los circuitos de análisis	%	1	Cliente	TS
Detalle	filtros de desgrasado, carbón activado y tamices moleculares				
Detalle	Aire consumido para el sistema de análisis 12 m3/h				
O <sub>2</sub> -AN	Analizador de oxígeno tipo paramagnético	N°	1	DC-C	TS
Detalle	para el control de la concentración de oxígeno dentro del circuito de nitrógeno durante la regeneración.				
	Grupo instalado en el mismo cuadro del FID.				
CO-AN	Analizador de CO (opción)	N°	1	DC-C	Ts
Detalle	Sistema de análisis de monóxido de carbono con detector de rayos infrarrojos, en celda con termostato.				
	Sistema de muestreo común al FID de la fase gaseosa.				
	Grupo instalado en el mismo cuadro del FID.				

*Fuente:* Donau Carbon Technologies

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

Con la experiencia en combinación con los conocimientos obtenidos en la carrera de ingeniería industrial, se obtuvieron los siguientes resultados:

En las siguientes tablas se puede observar la inversión, costos y retorno de inversión del proyecto.

Tabla 46.

### *Costos de gestión*

Descripción	Consumo Especifico	Unidad	Costo	Unidad
Nitrógeno	0.2	Nm3/kg	0.045	USD/kg
Gas natural	2.6	kWh/kg	0.047	USD/kg
Agua de reposición	0.008	m3/kg	0.018	USD/kg
Energía eléctrica	0.95	kWh/kg	0.13	USD/kg
TOTAL			0.24	USD/kg

*Fuente:* Elaboración propia

Tabla 47.

### *Inversión y costos de recuperación de solvente*

	Descripción	USD	Unidad	Valor Total
Inversión	Costo proyecto	3,086,750	1	3,086,750
	Componentes (tanque, torre de enfriamiento, aislamiento)	247,390	1	247,390
	Costo servicios públicos	517,270	1	517,270
	Costos transporte	185,542	1	185,542
	TOTAL			4,036,951
Costos	Descripción	USD	Kg	Valor Total
	Valor recuperado	0.24	1,670,000	400,800
	Costo de compra de solventes	1.57	1,340,000	2,103,800

*Fuente:* Elaboración propia



$$\begin{aligned} \text{Ahorro} &= \text{Costo solvente (USD/año)} - \text{Valor recuperado} \\ \text{Ahorro} &= 2,103,800 - 400,800 = 1,703,000 \text{ USD/año} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ROI} &= \frac{\text{Inversión}}{(\text{Valor recuperado} - \text{Costo solvente}) \left(\frac{\text{USD}}{\text{año}}\right)} \\ \text{ROI} &= \frac{4,036,951}{(2,103,800 - 400,800)} = 2.4 \text{ años} \end{aligned}$$

*Ecuación 2. Valor recuperado y ROI*

*Fuente: Elaboración propia*

El retorno de inversión del proyecto se amortizaría en 2.4 años con un beneficio de 1,703,000 USD/año para una vida útil esperada de 20 años.

### **Actividades para implementar el sistema de recuperación de solvente**

#### **Premontado de SKID por DCT**

El premontado en taller se puede llevar a cabo para los siguientes SKIDs:

Módulo 110.- Succión, filtrado y enfriamiento del SLA de entrada

Módulo 130.- Conductos y amortiguadores – ADSorción SLA/N2 IN-let - SKID

Módulo 140: Conductos y amortiguadores – Adsorción de aire/N2 - SKID

Módulo 150: Intercambiadores de calor de regeneración – SKID

Módulo 160:

- Tubería de regeneración - SKID
- Bombas y válvulas de disolvente – SKID

Módulo 320: Conductos y amortiguadores – deshidratación – SKID

Módulo 330: Ventilador de aire e intercambiadores de calor – deshidratación – SKID

Módulo 420: Bombas de torre de refrigeración

Módulo 430: Enfriador – SKID

Módulo 440: Bombas y tanques de enfriador – SKID

Módulo 710: Paneles eléctricos – SKID

### **Consideraciones del proyecto**

Los SKID premontados tienen dentro del límite de deslizamiento el equipo pertinente, STW (acero estructural, conductos y tuberías, con bridas, soportes, incluidos accesorios, filtros, conectores, juntas de expansión, pernos, juntas, accesorios), instrumentación y sistemas descentralizados, como se describe el cual incluye:

- El suministro e instalación de válvulas manuales, válvulas de retención y filtros dentro del límite de deslizamiento.
- Bandejas de cables y ferrocarriles en cs galvanizados, cables de control y Profibus, material de conexión neumático, dentro del límite de deslizamiento, hasta los dispositivos periféricos pertinentes a bordo.
- El premontado del patín en el taller generalmente no incluye el trabajo de aislamiento. El aislamiento térmico del patín premontado deberá ser, en tal caso, llevado a cabo en el lugar.
- El premontado no incluye el cable de alimentación y bandejas de cables y ferrocarriles relevantes en cs galvanizados dentro del límite de deslizamiento.
- La dimensión de deslizamiento no excederá los límites permitidos para el transporte.

### **Montaje in situ**

Las obras de montaje in situ se tiene las siguientes consideraciones a cargo de Emusa para los suministros de mecánica, eléctrica, neumática y aislamiento térmico:

- Mano de obra (mano de obra - calificada),
- Material
- Servicios dentro del BL, incluyendo la gestión diaria del equipo de montaje
- Suministro de herramientas y servicios pertinentes
- Máquinas de soldadura
- Consumibles
- Andamios y dispositivos de elevación / grúas con operador/s

### **Actividades adicionales (1000)**

1.- Módulo- 1020: Conducto y válvula para conectar la máquina de impresión a la entrada SR; Conductos externos (corriente arriba DC-SR): concepto e ingeniería básica:

- Encuesta técnica y adquisición de datos sobre el terreno, con el fin de identificar la ruta más adecuada.
- Dibujos OL, con la indicación de los diámetros
- Típico de los dispositivos de apoyo
- Típico de la junta de expansión
- Especificación de válvulas
- Suministro de válvulas de paso para máquinas de impresión y regulación por sistema de control de CC (US- BYPASS)

- Suministro de válvula dapo para control de succión y regulación por el sistema de control DCT (US-DAPO)

Válvula dapo para el control de presión de cada máquina de impresión.

Completo con:

- Transmisores de presión
- Convertidores IP
- Actuadores neumáticos proporcionales
- Paneles locales para el control de la válvula de paso y control (con unidad PLC, equipada con aire acondicionado) montaje mecánico y eléctrica excluida para válvulas y paneles (LP)

2.- Módulo- 1030: Gestión de válvulas para máquina de líneas – planta, gestión de la interfaz con planta de recuperación de disolventes:

- Válvulas de paso por máquina
- Válvulas de regulación
- Software de planta de máquinas de intercambiador de señales para la gestión de PLC y PC de SRP
- Puesta en marcha y puesta en marcha de máquinas – Interfaz SRP

### **Asistencia técnica DCT**

DCT pone a disposición la asistencia técnica durante el montaje in situ, puesta en marcha, puesta en servicio, incluida la formación de los operadores, y la prueba de toma de la planta que se calculó sobre la base del número de personas por día.

Para reducir los costos del Emusa se optó por la permanencia de ingenieros de DCT en hospedajes cercanos a la planta esto debido a que Emusa no contaba con el equipo

calificado para poder proporcionar personal y medios hábiles en el montaje, así como personal cualificado para llevar a cabo la puesta en marcha, puesta en servicio y prueba de toma de control del proyecto.

La asistencia técnica en el sitio de la planta se calculó en términos de días-hombre de ausencia de la oficina central de DC y el suministro de DC incluye:

*Tabla 48.*

Horas hombre del proyecto

<b>Descripción</b>	<b>N°</b>	<b>Und.</b>
Asistencia en montaje	40	hombre-días
Asistencia a la puesta en marcha y puesta en servicio y formación del personal	30	hombre-días

*Fuente:* Donau Carbon Technologies

Emusa cubrió directamente los gastos de vuelo de ida y vuelta y todos los gastos locales del personal de asistencia técnica de DCT, es decir, todos los gastos de transporte, tales como taxis y curriers, hotel con WIFI, gastos de vida los cuales fueron bar, restaurante, y todos los demás gastos locales directos razonables en relación con la estancia en el sitio.

La capacitación del operador es llevada a cabo por especialistas del DCT durante las actividades de puesta en marcha y puesta en servicio.

La puesta en marcha de la instalación y la prueba de recepción se realizó bajo la supervisión del DCT para la aplicación de las garantías. Las actividades de puesta en marcha, y formación del operador se llevaron a cabo ininterrumpida.

### **Alcance de piezas de repuesto**

Las piezas de repuesto no fueron incluidas en el alcance del suministro el proveedor DCT emitió una lista detallada de piezas de repuesto con precios detallados y frecuencias estimadas de cambio en una etapa posterior. Las piezas que que presentaron fallas durante la puesta en marcha el proveedor el remplazo de forma gratuita en calidad de garantía.

### **Suministros a cargo de EMUSA**

- Diseño y construcción de obras civiles (fundaciones con revestimiento fundido y enfriador)
- Utilidades para el BL, de acuerdo con la calidad y cantidad requeridas (Emusa proporciono la instrumentación pertinente para verificar dicha calidad y cantidad)
- Acondicionamiento de agua (para tratar el agua que se utilizará en la torre de refrigeración)
- Caldera de aceite térmico y conexión entre caldera y DC-MSR BL
- Ventilador de identificación DC-MSR de conductos SLA
- Cualquier conducto y tubería
- Gases técnicos y puesta en marcha para el sistema de análisis
- Sistema N2 con accesorios
- Aislar material iónico y trabajos de aislamiento
- Lubricantes, aceite térmico, glicol para el sistema de refrigeración y el primer llenado respectivo
- Cables de alimentación y bandejas de cables

- Planta de iluminación, planta de puesta a tierra y sistema de protección contra rayos
- Corrección del factor de potencia
- Aislamiento acústico de los equipos
- Tanques de almacenamiento de cualquier tipo, y el sistema de transferencia y distribución relacionado con válvulas relevantes, si no se indica claramente como suministro DE DCT
- Torre de refrigeración
- Conectividad para que DCT pueda acceder a la placa de control y al PLC de la unidad DC-MSR desde la sede central de DCT
- Dispositivos de elevación y grúas
- Erección in situ (obras y materiales)
- Sistemas de prevención de incendios y lucha contra incendios
- Embalaje y transporte hasta el punto de entrega, si no se indica claramente como suministro de DCT
- Zona de descarga y almacenamiento seguro en el lugar para suministros DCT
- La obtención de permisos, autorizaciones y licencias de cualquier naturaleza en relación con este proyecto
- Todos los equipos y servicios fuera de BL o no claramente indicados como suministro de DCT dentro del presente proyecto de propuesta

## **Garantías de DCT**

### **General**

Garantizo que tanto la fabricación de la planta como las prestaciones del proceso cumplirán con los códigos y estándares vigentes en el momento de la compra.

### **Mecánico**

El proveedor DCT garantizo la mano de obra adecuada para el equipo que está comprendido en su alcance de suministros. Dentro de las cláusulas los defectos resultantes de diseños, materiales o mano de obra, la responsabilidad se limitó, con exclusión de cualquier otro derecho y recurso, a hacer buenos tales defectos ya sea por rectificación o sustitución del equipo defectuoso a nuestro cargo, a nuestra elección, las piezas de desgaste quedan excluidas dentro del alcance.

El equipo suministrado por DCT es garantizado por un período de 12 meses desde el montaje de la planta, pero no más de 18 meses desde la preparación para el envío.

La garantía sólo cubrirá los defectos que puedan desarrollarse a pesar del uso adecuado del equipo en las condiciones de diseño y funcionamiento previstas en el contrato.

No se contempló cubrir ningún defecto causado por una acción química o eléctrica, un desgaste normal o la no observancia de las instrucciones de funcionamiento y mantenimiento.



La responsabilidad por reparaciones y reemplazos fue la misma que para el equipo original entregado, pero no se extenderá más allá de 12 meses a partir de la fecha en que expire la garantía para este último.

**Proceso:**

El cumplimiento de los datos de rendimiento garantizados presupone el montaje y la puesta en marcha de la instalación bajo la supervisión del personal de DCT, su funcionamiento en las condiciones de diseño indicadas, la puesta a disposición por parte de Emusa de que se cuente con suficiente personal operativo capacitado y calificado es puesto a disposición de Emusa, la planta se opera de acuerdo con las instrucciones de funcionamiento de DCT y los servicios públicos están disponibles en cantidad suficiente.

El cumplimiento de las prestaciones con los datos de rendimiento garantizados se verificará durante la prueba de recepción, que se desarrolla al final de la puesta en marcha, inmediatamente después de que DCT informe que el DC-MSR está listo para la prueba recepción.

Aunque el periodo de garantía como se definió anteriormente permanece hasta la expiración, una vez que se haya logrado el éxito de la prueba de recepción, el DC-MSR demuestra su capacidad de alcanzar las prestaciones según el presente documento y no abarca ninguna reclamación al respecto.

En case de fallo, Emusa dará a DCT la oportunidad de llevar a cabo las acciones correctivas y repetir la prueba de toma de control.

Consumos específicos garantizados con una (tolerancia  $\pm 10\%$ ). Las cifras garantizadas se evaluaron según promedio aritmético de todas las lecturas

válidas en un funcionamiento estable de 24 horas, según lo registrado por el

FID.

Las cifras de consumo específicas se evaluarán durante un período de funcionamiento continuo mínimo de 12 h en condiciones nominales del proyecto.

El consumo eléctrico total se entiende como los requisitos de energía eléctrica activa de los componentes suministrados por DCT en la condición nominal de purificación (velocidad de flujo de entrada y concentración de COV).

La puesta en marcha tendrá lugar una vez que el DC-MSR pueda procesar el SLA desde la producción.

La toma preliminar se logra una vez que el límite de emisión y la calidad del solvente destilado es capaz de ser utilizado por el Emusa. El DC-MSR será asumido automáticamente y preliminarmente por Emusa.

La prueba final de recepción se logra una vez que se realiza el protocolo acordado.

### **Diagrama de Gantt de ejecución del proyecto**

El diagrama de Gantt tuvo como objetivo hacer el seguimiento a la implementación de un sistema de recuperación de vapor de solvente en el cual detalla las fechas de ejecución (Visado por el gerente de proyectos Ing. Manuel Mondragon).

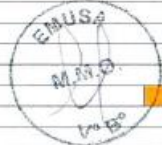
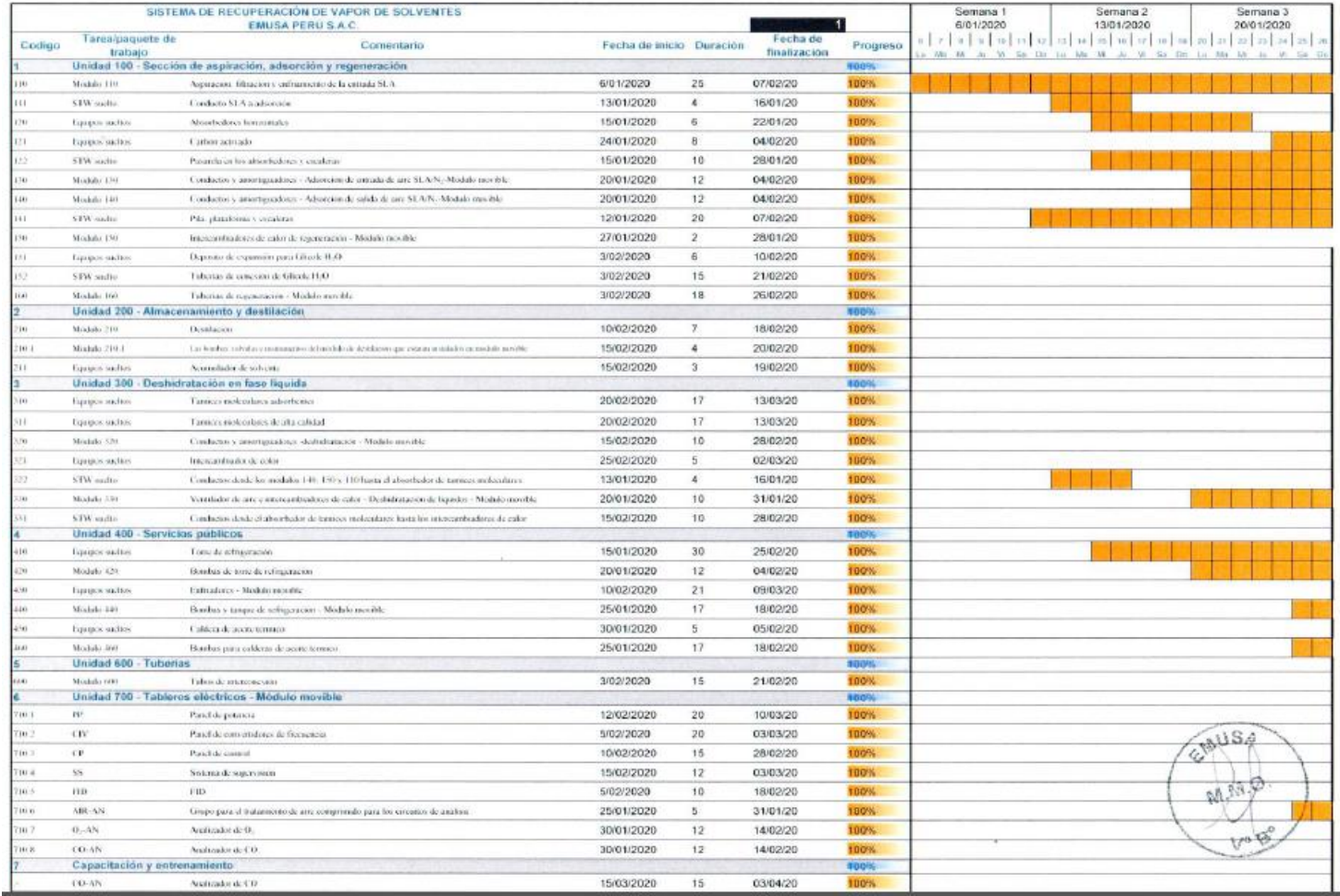


Figura 8. Diagrama de Gantt semana 1 a la 3 ejecución del proyecto  
Fuente: Emusa Perú S.A.C.

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE VAPOR DE SOLVENTES PARA MEJORAR LA CALIDAD DE AIRE DEL ÁREA DE IMPRESIÓN FLEXOGRÁFICA, EN LA EMPRESA ENVASES MULTIPLES PERU S.A.C., PERIODO 2020

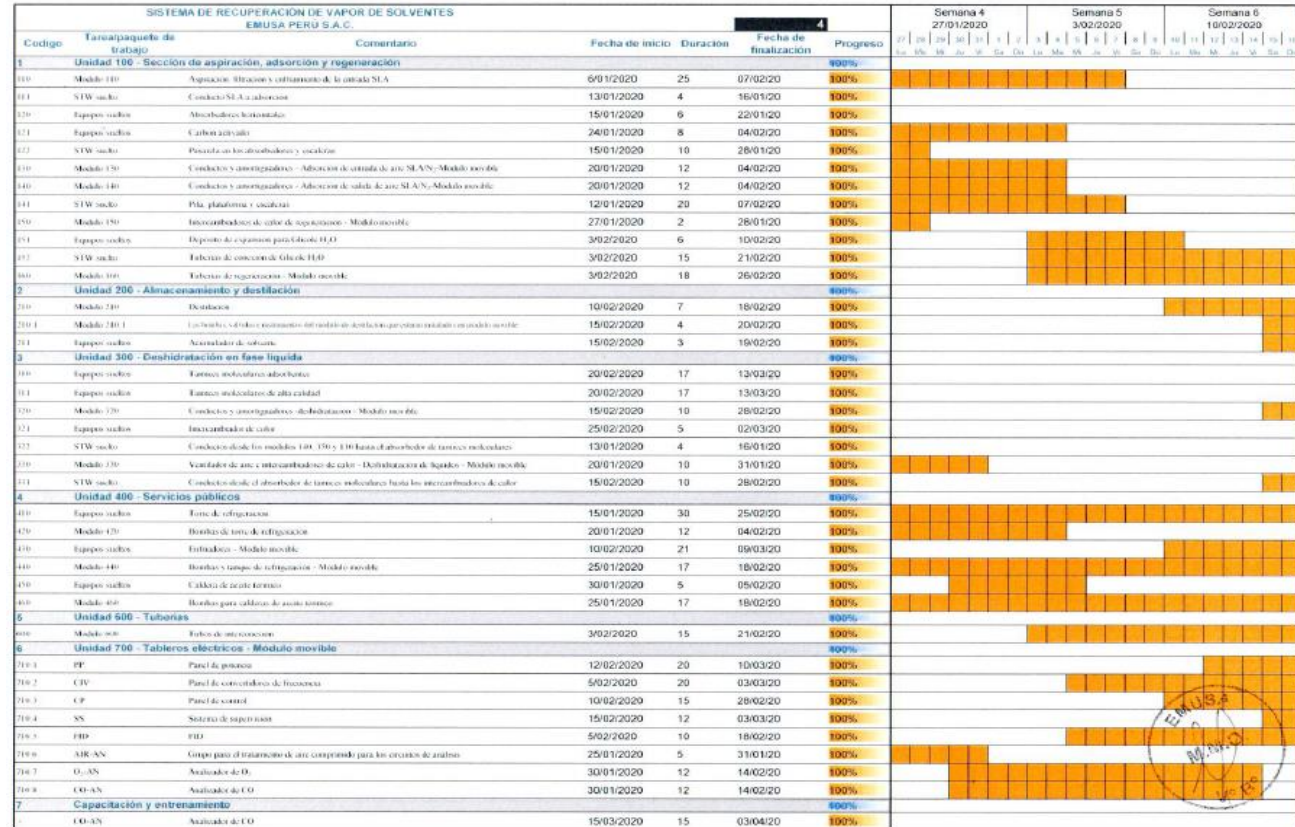


Figura 9. Diagrama de Gantt semana 4 a la 6 ejecución del proyecto

Fuente: Emusa Perú S.A.C.

## IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE VAPOR DE SOLVENTES PARA MEJORAR LA CALIDAD DE AIRE DEL ÁREA DE IMPRESIÓN FLEXOGRÁFICA, EN LA EMPRESA ENVASES MÚLTIPLES PERU S.A.C., PERIODO 2020

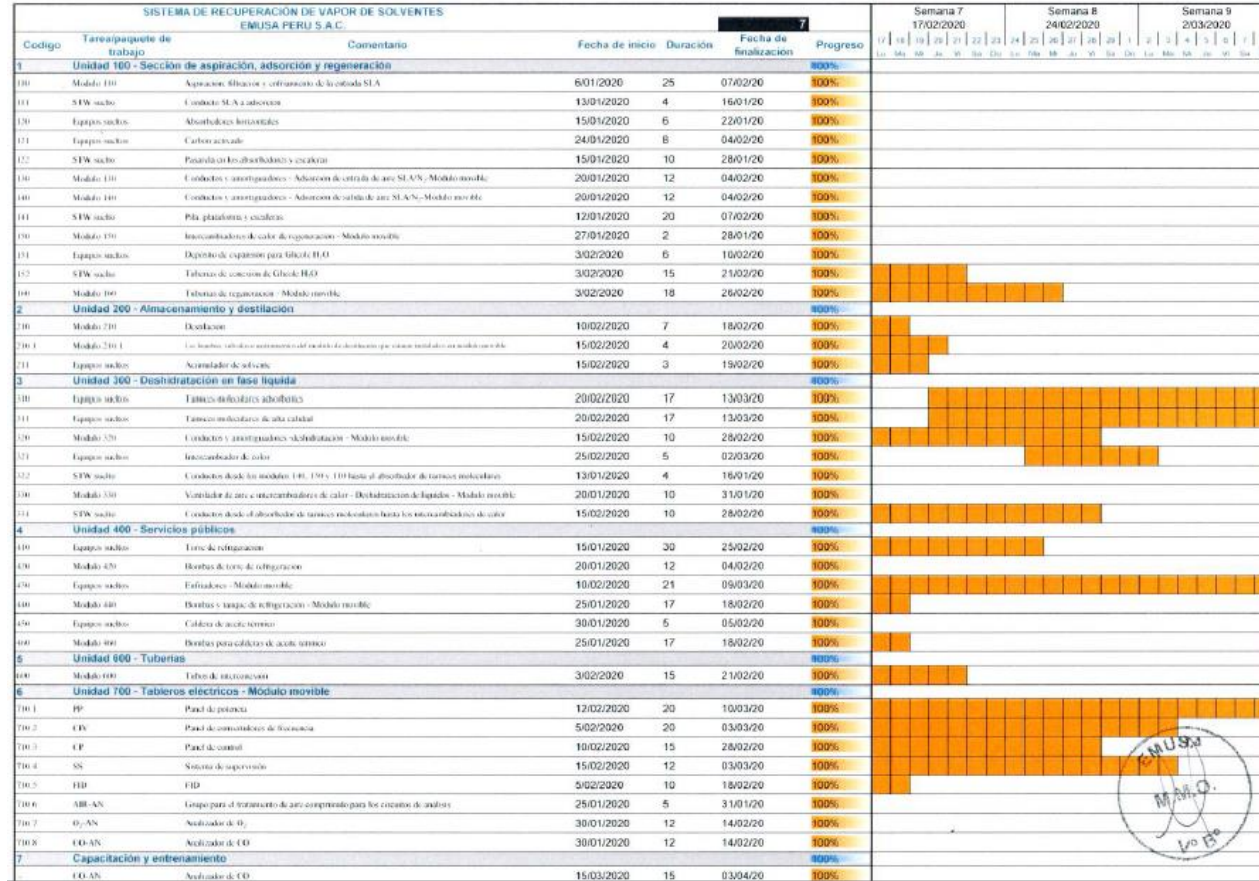


Figura 10. Diagrama de Gantt semana 7 a la 9 ejecución del proyecto

Fuente: Emusa Perú S.A.C.

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE VAPOR DE SOLVENTES PARA MEJORAR LA CALIDAD DE AIRE DEL ÁREA DE IMPRESIÓN FLEXOGRÁFICA, EN LA EMPRESA ENVASES MÚLTIPLES PERU S.A.C., PERIODO 2020

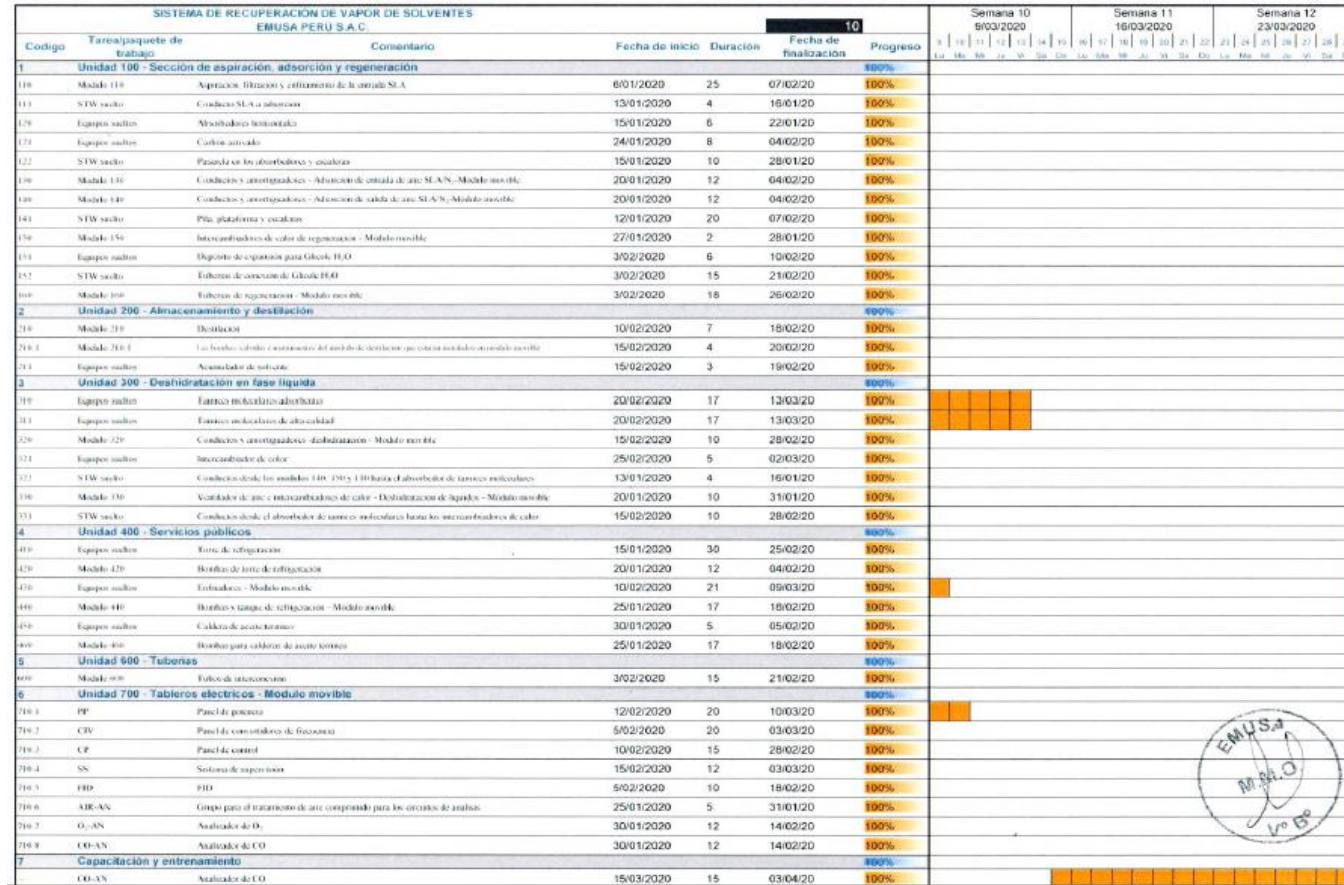


Figura 11. Diagrama de Gantt semana 10 a la 12 ejecución del proyecto

Fuente: Emusa Perú S.A.C.

## Resultados del proyecto

La planta de DC-MSR tiene un diseño basado en los siguientes datos, mínimo, máximo y promedio durante un ciclo de regeneración de los absorbedores N-2 de la planta DC-MSR donde N es el número total de absorbedores, con funcionamiento estable y según las condiciones del diseño.

Tabla 49.

### *Caudal de carga de solvente en el aire (SLA)*

Descripción	Dimensión	Valores
Solvente en el aire	(m <sup>3</sup> /h) Mínimo	15,000
	(m <sup>3</sup> /h) Promedio	85,000
	(m <sup>3</sup> /h) Máximo	110,000

Fuente: Emusa Perú S.A.C.

Tabla 50.

### *Temperatura de la carga del solvente en el aire (SLA)*

Dimensión	Valores
Mínimo	35°C
Promedio	40°C
Máximo	60°C

Fuente: Emusa Perú S.A.C.

Tabla 51.

### *Límites de explosividad de la carga del solvente en el aire (SLA)*

Dimensión	Valores
Promedio	<20%
Máximo	<25%

Fuente: Emusa Perú S.A.C.

Tabla 52.

### *Producción*

Dimensión	Valores
Funcionamiento continuo	24 h/día
Horas/año	8,200 *
Horas producción anuales	5,700 *

Fuente: Emusa Perú S.A.C.

Tabla 53.

*Caudal de solvente de las máquinas*

Descripción	Dimensión	Valores
Solvente total anual utilizado (tinta incluida)	(tn/año)	1,900
Total, anual de solvente enviado a recuperación	(tn/año)	1,750
Promedio de solvente envidado a recuperación	(kg/h)	350
Máximo de solvente envidado a recuperación	(kg/h)	400
Promedio de concentración	(g/m <sup>3</sup> )	~4

Fuente: Emusa Perú S.A.C.

Tabla 54.

*Tipo de contaminantes en la carga de solvente en el aire*

Componentes % Peso	Real	Objetivo
N-propanol	41.50%	80.00%
N-propyl acetato npa	25.00%	20.00%
Etanol	30.00%	rastros
Etoxi	3.50%	rastros

Fuente: Emusa Perú S.A.C.

Tabla 55.

*Condiciones de las instalaciones exterior*

EXTERIOR	
Descripción	Valores
Ubicación	Jr. Pacto andino 124 - Chorrillos
Altitud	37 m
Temperatura	(-5÷35°C)
Humedad relativa a 35°C	<60%
Viento	<150 km/h
Coefficiente de aceleración del área sísmica	De acuerdo al marco legal

Fuente: Emusa Perú S.A.C.

Tabla 56.

*Condiciones de las instalaciones interior*

INTERIOR	
----------	--



Descripción	Valores
Temperatura en el interior de las salas eléctricas	(0÷35°C)
Temperatura en el interior de las salas de control	(10÷27°C)

Fuente: Emusa Perú S.A.C.

Tabla 57.

*Unidad de destilación*

Descripción	Dimensión	Valores
Promedio de caudal de diseño	(kg/h)	350
Máximo de caudal del diseño	(kg/h)	400

Fuente: Emusa Perú S.A.C.

Tabla 58.

*Calidad de solvente destilado*

Descripción	Valor Real	Valor garantizado
Agua	<0.2	<0.3
Ácido acético	≤0.03	≤0.03
Fracción azeotrópica (50% total)	Alcohol	N-Acetato
Composición	~50%	~50%
Fracción de propanol N (50% total)	Alcohol	N-Acetato
Composición	>95%	<5%

Fuente: Emusa Perú S.A.C.

Tabla 59.

*Límites de emisión*

Descripción	Valor Real	Valor garantizado
COT	≤75 mg/Nm <sup>3</sup>	≤100 mg/Nm <sup>3</sup>

Fuente: Emusa Perú S.A.C.

Promedio diario de la emisión media horaria de COT en la chimenea principal con RMSC estable funcionando en las condiciones de diseño enumeradas anteriormente.

Tabla 60.

*Límites de emisión de ruido*

Descripción	Valor garantizado
Ruido	≤85 db(A) a 1,5 m de nivel de ruido en el suelo con DC-MSR apagado ≤80 db(A)

*Fuente:* Donau Carbon Technologies

**Consumos específico**

Las cifras indicadas se refieren al consumo medio por cada Kg de disolvente crudo recuperado en las condiciones del proyecto medio.

Tabla 61.

*Valores medios de proyecto*

CONDICIONES MEDIAS DEL PROYECTO	Valor
Caudal SLA	70.000 m <sup>3</sup> /h
SLA Temperatura	40 °C
Presión SLA en B.L.	0 mmH <sub>2</sub> O
Caudal de disolvente Promedio	270 kg/h
Temperatura Ambiente	25 °C
Emisión de COT según cuadro límites de emisiones	≤ 100 mg/Nm <sup>3</sup>
Tipo de los principales contaminantes en SLA	Según cuadro contaminantes en SLA

*Fuente:* Donau Carbon Technologies

Tabla 62.

*Valores medios de proyecto*

CIFRAS ESPECIFICAS DE CONSUMO (con columna de destilación, deshidratación)	Real	Esperado
Energía eléctrica (kWh/kg)	0.95	0.85
Energía térmica (kWh/kg) <sup>(1)</sup>	2.6	2.4
Agua de reposición (m <sup>3</sup> /kg)	0.008	0.007
N <sub>2</sub> para regeneración AC (Nm <sup>3</sup> /kg)	0.2	0.15

*Fuente:* Donau Carbon Technologies

Las condiciones medias del proyecto serán las cifras medias durante un ciclo de regeneración total de los absorbedores N-2 de la instalación, siendo N el número total de absorbedores.

Cualquier pico dentro de dicho periodo deberá estar por debajo de los valores máximos especificados en el presente proyecto.

Nota <sup>(1)</sup>: neto a la planta; excluido el rendimiento de la caldera térmica.

### Resultados de DC-MSR a “primera vista”

Tabla 63.

#### *Valores de aspiración y acondicionamiento del aire*

Aspiración y acondicionamiento del aire	Valor
Numero de ventiladores	1
Caudal total @ 40°C	110.000 m <sup>3</sup> /h
Presión de colector de succión en BL	2 mbar
Numero de filtros	1
Intercambiador de calor para enfriar el aire de escape	1

*Fuente:* Emusa Perú S.A.C.

Tabla 64.

#### *Valores de adsorción*

Adsorción	Valor
Numero de filtros carbón activo adsorbentes	4
Cantidad de carbón activado	13.500 x 5 54.000 kg
Duración de ciclo de regeneración	Valor
Tiempo para cada regeneración aprox.	3 h ca
Temperatura mínima de condensación	.-12 °C
Temperatura máxima de nitrógeno en el reciclaje	195 °C

*Fuente:* Emusa Perú S.A.C.

Tabla 65.

*Valores de destilación y almacenamiento*

Destilación y almacenamiento	Valor
Capacidad máxima de la destilación	400 kg/h
Numero de columnas	1
N° 1 lote de columna	CAJERO
Mezcla de disolventes crudos	20 m <sup>3</sup>
Mezcla de disolventes azeotrópicos deshidratados	12 m <sup>3</sup>
Destilado	10 m <sup>3</sup>
Alcohol destilado	10 m <sup>3</sup>
Alto punto ebullición	4 m <sup>3</sup>
Espacio para la planta	~700 m <sup>2</sup>

Fuente: Emusa Perú S.A.C.

### Comparativo de consumo de solvente

Se ha realizado un análisis del consumo y compra de solvente en los últimos seis meses posteriores a la puesta en marcha del sistema de recuperación de vapor de solvente donde refleja una disminución promedio de 20% de N-propyl acetato npa, 30% de N-propanol y 15% de Etanol con respecto al año 2019 esto debido al solvente recuperado por el sistema con lo cual se optimizo recursos y asegurando la calidad del solvente a utilizar en proceso.

Tabla 66.

*Comparativo % de consumo de solvente N-propyl acetato npa de la empresa Emusa*

Mes	N-propyl acetato npa	
	% Consumo del Mes 2019	% Consumo del Mes 2020
1-Ene	28.30%	-
1-Feb	27.80%	-
1-Mar	26.20%	-
1-Abr	24.70%	19.76%
1-May	25.50%	20.40%
1-Jun	25.10%	20.08%
1-Jul	21.40%	17.12%
1-Ago	28.00%	22.40%

1-Set	25.40%	20.32%
1-Oct	25.82%	-
1-Nov	24.18%	-
1-Dic	25.15%	-

Fuente: Emusa Perú S.A.C.

Tabla 67.

Comparativo % de consumo de solvente N-propanol de la empresa Emusa

Mes	N-propanol	
	% Consumo del Mes 2019	% Consumo del Mes 2020
1-Ene	42.00%	-
1-Feb	40.10%	-
1-Mar	41.80%	-
1-Abr	36.20%	25.34%
1-May	45.20%	31.64%
1-Jun	36.50%	25.55%
1-Jul	44.60%	31.22%
1-Ago	40.00%	28.00%
1-Set	40.03%	28.02%
1-Oct	40.83%	-
1-Nov	39.93%	-
1-Dic	40.63%	-

Fuente: Emusa Perú S.A.C.

Tabla 68.

Comparativo % de consumo de solvente Etanol de la empresa Emusa

Mes	Etanol	
	% Consumo del Mes 2019	% Consumo del Mes 2020
1-Ene	20.50%	-
1-Feb	25.00%	-
1-Mar	27.60%	-
1-Abr	28.80%	24.48%
1-May	33.60%	28.56%
1-Jun	23.30%	19.81%
1-Jul	35.70%	30.35%
1-Ago	22.90%	19.47%
1-Set	29.40%	24.99%
1-Oct	24.37%	-
1-Nov	27.13%	-
1-Dic	28.65%	-

Fuente: Emusa Perú S.A.C.

Estudio de reducción de componentes químicos volátiles en el área de impresión;

El estudio reveló referente al índice de riesgo de los agentes químicos evaluados para el 2020, se concluye el 20.5%, presentan un nivel de riesgo alto, el 8.33%, presentan un nivel de riesgo medio, el 16.67%, presentan un nivel de riesgo bajo y el 54.17%, presentan un nivel de riesgo inapreciable.

Tabla 69.

*Comparativo de cálculo de índices de riesgos - COV: Compuesto Orgánico Volátil*

<b>Nivel de Riesgo</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
Riesgo Alto	28.60%	20.00%
Riesgo Medio	14.30%	8.33%
Riesgo Bajo	7.10%	16.67%
No presenta Riesgo	50.00%	55.00%

*Fuente:* Emusa Perú S.A.C.

Tabla 70.

*Cálculo de índices de riesgos - COV: Compuesto Orgánico Volátil*

Código	2butoxietanol	2propanol	2etoxietanol	Acetato de Etilico	Etanol	Isopropanol	Butanol	Ciclohexano	N- heptano	Hexano	N- propilacetato	Octano	Querosene	Tolueno	Xileno
COV-13	0.34	0.11	1.21	0.04	0.04	0.16	1.32	0.07	-	0.4	0.33	-	-	0.04	0.04
COV-14	0.1	0.03	0.35	0.001	0.01	0.05	0.38	0.02	-	0.11	0.09	-	-	0.01	0.01
COV-15	0.38	0.12	1.3	0.05	0.05	0.17	1.41	0.07	-	0.43	0.35	-	-	0.05	0.05
COV-16	0.55	0.18	1.99	0.07	0.07	0.26	2.16	0.11	-	0.66	0.54	-	-	0.07	0.07
COV-17	0.5	0.16	1.82	0.07	0.07	0.24	1.97	0.1	-	0.6	0.49	-	-	0.06	0.06
COV-18	0.31	0.1	-	0.04	0.04	-	-	-	-	0.37	0.3	-	-	0.04	0.04
COV-19	-	0.04	-	0.02	-	-	-	0.02	0.01	0.14	0.12	0.01	0.02	0.02	0.02
COV-20	0.05	0.02	-	0.01	0.01	-	-	-	-	0.06	0.06	-	-	0.01	0.01
COV-21	0.17	0.05	-	-	0.02	0.08	0.66	-	-	-	-	-	-	-	-
COV-22	0.24	0.08	-	-	0.03	0.94	0.94	-	-	-	-	-	-	-	-
COV-23	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COV-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*Fuente:* Informe de monitoreo de agentes químicos Emusa Perú S.A.C. (2020).

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMEDADIONES**

### **CONCLUSIONES**

El proyecto se propuso para la implementación de un sistema de recuperación de vapor de solventes para mejorar la calidad de aire en la empresa Emusa Perú S.A.C., se evaluó e identificó como área crítica al área de impresión flexográfica, esto de debido a los altos consumos de materia prima (Solvente), alto índice de descansos médicos del personal por problemas respiratorios, entre otros dichos problemas venían en incremento en los últimos 3 años, es por ello que se opta por la recuperación de vapor de solventes de acuerdo a las necesidades del negocio y se diseña el sistema en conjunto con el proveedor estratégico Donau Carbon Technologies.

Se evidencia en el monitoreo de agentes químicos volátiles del periodo 2020, posterior a la implementación del sistema de recuperación de vapor de solvente que el 20.00%, presentan un nivel de riesgo alto 8.6% menos con respecto al año 2019, 8.33%, presentan un nivel de riesgo medio 5.9% menos con respecto al año 2019, el 16.67%, presentan un nivel de riesgo bajo y el 55.00%, presentan un nivel de riesgo inapreciable, esto quiere decir que el 14.50% han bajado a un nivel de riesgo bajo o inapreciable.

Analizando las compras de solvente virgen entre el periodo 2019 y 2020 se identifica que en los últimos seis meses periodo desde que se puso en marcha el sistema de recuperación de solvente en estado vapor se disminuyó en promedio mensual las compras de N-propyl acetato npa en 20%, N-propanol en 30% y Etanol en 15%.



Se aplico técnicas y herramientas de Ingeniería Industrial donde se identificó que la eficiencia de la inversión (ROI) tiene un horizonte de 2.4 años.

Se determinó que la implementación del sistema de recuperación de vapor de solvente en su primer semestre de producción, redujo la compra total de solvente mensual en promedio en un 25%.

Se regulariza documentación de sustento para presentar a los entes reguladores tales como produce y Sunafil con los resultados obtenidos con la implementación del sistema.

Se estandariza las buenas prácticas de difundir y actualizar procedimientos de trabajo mediante las capacitaciones, logrando aplicar las diferentes técnicas aprendidas en el curso de ingeniería de métodos, tales como diagrama de flujo, DOP, DAP, estudio de tiempos entre otros.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda a la empresa Emusa Perú S.A.C. realizar un correcto seguimiento a las operaciones del sistema para poder llegar a los niveles óptimos ofrecidos por el proveedor Donau Carbon Technologies.

Enforzar esfuerzos en seguir estrictamente los mantenimientos preventivos para evitar y minimizar el desgaste del sistema y posibles paradas de maquina por falta de mantenimiento y control.

Estandarizar procedimiento de trabajo y capacitación constante para el personal asignado al manejo del sistema de recuperación de solvente en estado vapor, para evitar y minimizar posibles fallas por factor humano.

Revisar los sistemas de ventilación del área, con el fin de evitar exponer a los trabajadores a compuestos orgánicos volátiles hasta que llegue a reducir los niveles de riesgo a bajo o inapreciable.

Continuar con los monitoreos de agentes químicos con una mayor frecuencia para evaluar el desempeño del sistema de recuperación de vapor de solvente.

Estandarizar los procesos de evaluación de proyectos, con las herramientas aplicadas en el presente proyecto con la finalidad de optimizar los recursos.

## COMPETENCIAS

Se aplicaron herramientas aprendidas en la carrera de Ingeniería Industrial para poder identificar las posibles causas, efecto e impacto en la empresa, estas herramientas nos ayudaron a tener un mejor panorama del área en la cual se presentaron problemas críticos, estas fueron;

- Diagrama Ishikawa
- Pareto
- Diagrama de correlación

El diagrama de Gantt, esta herramienta nos ayudó a que se defina las actividades necesarias para completar el proyecto en un plazo determinado y poder hacer un seguimiento de las actividades a ejecutar, esta herramienta la aprendí en el curso de innovación y emprendimiento empresarial.

Así mismo durante el desarrollo del proyecto utilice conocimientos adquiridos en los cursos como,

- Mecánica y resistencia de materiales, para poder supervisar el montaje del sistema.
- Ingeniería de métodos, con ello pude establecer el procedimiento de trabajo.
- Ingeniería eléctrica, revisar unifilares y verificar conexiones eléctricas y consumos de energía del sistema.
- Seguridad y Salud Ocupacional/Medio ambiente; alinear los procedimientos y condiciones de acuerdo al marco legal del país.
- Control estadístico de calidad, con este conocimiento delimitamos los limites inferior superior y estándar del solvente a recuperar para el retorno al proceso.
- Logística; para poder abastecer todos los suministros y servicios que se requirieron en el proyecto.

## REFERENCIAS

- Arias, L. Tamayo, M. (2017). *Desarrollo de una propuesta de recuperación de residuos de solventes en la empresa Golden Flex S.A.* (Tesis para optar al título de Ingeniero Químico). Fundación Universidad de América, Bogotá, Colombia. Recuperado de: <http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6562/1/6112748-2017-2-IQ.pdf>
- Bravo, J. (2008). *Gestión de procesos*. Santiago de Chile: Evolución.
- Cárdenas et al., (2017). Exposición a Solventes Orgánicos y Efectos Genotóxicos en Trabajadores de Fábricas de Pinturas en Bogotá. *Revista de Salud Pública*, 9 (2), 275-288. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/422/42219056011.pdf>
- Casals, R. (agosto, 2010). La flexografía continúa ganando cuota de mercado. *Revista Canales sectoriales* (42563). Recuperado de: <https://www.interempresas.net/Graficas/Articulos/42563-La-flexografia-continua-ganando-cuota-de-mercado.html>
- Collazos, C. (2015). *Diseño de un protocolo para la reducción de los tiempos improductivos en el área de impresión de una empresa productora de empaques flexibles*. (Tesis para optar el grado de Magister en Ingeniería Industrial). Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de: <http://bdigital.unal.edu.co/51184/1/1026261558-2015.pdf>
- Contaduría General de la Nación: Marco de referencia para la implantación del sistema de costos en las entidades del sector público. *República de Colombia*. Recuperado de: <http://www.contaduria.gov.co/wps/wcm/connect/f6178d42-abf3-4a9f-a78e->

[52470d242414/MarocRefencia\\_SistCostos.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=f617](https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6538/1/2011639x-2017-2-52470d242414/MarocRefencia_SistCostos.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=f617)

[8d42-abf3-4a9f-a78e-52470d242414](https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6538/1/2011639x-2017-2-8d42-abf3-4a9f-a78e-52470d242414)

Correa, F. Tamayo, M. y Arias, L. (2017). Recuperación de solventes de una empresa del sector flexográfico. *Revista de Investigación*, 10 (2), 77- 90. Recuperado de: <http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6538/1/2011639x-2017-2-IQ..pdf>

Cubillos, J. González, Y. Ruiz, A. Vélez, M. Paredes, D. (2015). Estrategias de producción más limpia para el adecuado manejo y reducción en el origen de residuos peligrosos: caso de estudio industrias litográficas y tintorerías. *Revista Scientia Et Technica*, 20 (4), 396-405. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/849/84946834011.pdf>

D'Alessio, F. (2012). *Administración de las operaciones productivas*. Lima: Pearson

Echeverría, R. (2015). *Estrategia de Manejo Ambiental para una Industria Gráfica*. (Tesis para optar al título de Ingeniero Ambiental). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. Recuperado de:

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2147/P01-A934-T.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Figuroa, D. Vecchietti, A. Espinoza, J. (2016). Análisis económico y ambiental de tecnologías de tratamiento y recuperación de solventes. *Revista Simposio Argentino de Informática Industrial*, 5 (3), 131- 142. Recuperado de:

[http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/58431/Documento\\_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/58431/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

González, J. (2017). *Gestión de la recuperación de disolventes en una empresa Farmoquímica*. (Tesis para optar al grado de Maestro en Calidad Ambiental, en la

Universidad Autónoma del Estado de México), México D.F., México. Recuperado de:

[http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/67637/Proyecto\\_JulioC%20%20%20GonzalezMendoza.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/67637/Proyecto_JulioC%20%20%20GonzalezMendoza.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

Guía para el Control y Prevención de la Contaminación Industrial. (2001). *Comisión Nacional del Medio Ambiente-Región Metropolitana*. Recuperado de:

<https://www.achs.cl/portal/trabajadores/Capacitacion/CentrodeFichas/Documents/control-y-prevenci%C3%B3n-de-riesgos-en-la-industria-grafica.pdf>

Informe de Monitoreo de Agentes Químicos (2018). *Evaluación de agentes ocupacionales: Emusa Perú S.A.C. Planta 1*. p.1-24.

Ministerio de Salud (2005). Valores límite permisibles de agentes químicos en el ambiente de trabajo. Recuperado de: [http://bvs.minsa.gob.pe/local/minsa/1170\\_DIGESA44.pdf](http://bvs.minsa.gob.pe/local/minsa/1170_DIGESA44.pdf)

Norma Ambiental de Calidad del Aire. (2017). Secretaría de estado de medio ambiente y recursos naturales. Recuperado de: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/dom60781.pdf>

Nuyo, P. (4 de septiembre de 2017). Costes operativos. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://www.emprendepyme.net/costes-operativos.html>

Palma, M. Briceño, L. Idrovo, A. Varona, M. (2015). Evaluación de la exposición a solventes orgánicos. *Biomédica*, 35(2), 66-76. Recuperado de:

<http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v35i0.2268>.

Querol, X. (2018). *La calidad del aire en las ciudades Un reto mundial*. Madrid: Fundación Gas Natural Fenosa. Recuperado de:

<http://www.fundacionnaturgy.org/wp-content/uploads/2018/06/calidad-del-aire-reto-mundial.pdf>

Rodríguez, D. (7 de septiembre de 2011). Flexografía. [Mensaje de un blog]. Recuperado

de: <https://prezi.com/1s4csagpqmy-/flexografia/>

Rodríguez, Y. (2018). *Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en el área de impresión de la empresa Envases Industriales SAC.* (Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial). Universidad Cesar Vallejo. Recuperado de:

[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/23276/Rodriguez\\_CHY.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/23276/Rodriguez_CHY.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Rincón, C. Villarreal, F. (2014). *Contabilidad de Costos I: componentes del costo.* Bogotá: Ediciones de la U. Recuperado de:

<https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:oU5ZreNNDMsJ:https://download.e-bookshelf.de/download/0003/5742/39/L-G-0003574239-0006890492.pdf+&cd=3&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe>

Rincón, H. (2015). Contabilidad de costos y de gestión en la industria farmacéutica venezolana: estudio de un caso. *Revista Venezolana de Gerencia*, 10 (30), 267- 287. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/290/29003006.pdf>

Sánchez, J. Alcántara A. (2003). *Compuestos orgánicos volatilizan el medio ambiente.* Recuperado de:

<https://www.analesranf.com/index.php/mono/article/download/605/622>

Servicio Nacional De Meteorología E Hidrología Del Perú. SENAMHI: Calidad de aire. (Noviembre, 2019). Ministerio del Ambiente. Recuperado de:

<https://web2.senamhi.gob.pe/?p=calidad-de-aire-aprendiendo>

Urcia, G. y Zavaleta, J. (2016). *Implementación de un sistema vapor flash para reducción*

*del consumo de vapor en área de cocción empresa pesquera centinela S.A.C.* (Tesis para optar el título de Ingeniero en Energía). Universidad Nacional del Santa, Perú.

Recuperado de:

<http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2635/42916.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Vargas, J. González, Y. Ruiz, A. Vélez, M. Paredes, D. (2015). Estrategias de Producción Más Limpia para el Adecuado Manejo y Reducción en el Origen de Residuos Peligrosos: Caso de Estudio Industrias Litográficas y Tintorerías. *Scientia et Technica*, 20 (04), p 396-405.

Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/849/84946834011.pdf>

Velásquez, F. (2016). *Guía de diseño de una unidad de recuperación de vapor.* (Tesis para optar el título de Ingeniero Químico). Universidad Simón Bolívar en Venezuela.

Recuperado de: <http://159.90.80.55/tesis/000172782.pdf>

Vives, M. (2016). Implementación de los plásticos en el grabado y la estampación. *Revista el Artista*, 3 (7), 98-119. Recuperado de:

<https://www.redalyc.org/pdf/874/87417258007.pdf>



## ANEXOS

### Anexo N° Cuadro de operacionalización

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	VARIABLE GENERAL	DIMENSIONES	INDICADORES
¿De qué manera la implementación de un sistema de recuperación de vapor de solventes mejora la calidad de aire del área de impresión flexográfica, en la empresa EMUSA PERU S.A.C., periodo 2020?	Diseñar una propuesta de implementación de un sistema de recuperación de vapor de solventes para mejorar la calidad de aire del área de impresión flexográfica, en la empresa EMUSA PERU S.A.C., periodo 2020	<b>Sistema de recuperación de vapor de solventes</b>	<b>Indicadores de productividad</b>	Caudal real y promedio <b>m<sup>3</sup>/h</b> Consumo de solvente y tinta <b>tn/año</b> Solvente recuperado <b>tn/año</b> Merma <b>tn/año</b> Entrada de solvente (solvente + solvente en tinta) a la planta de recuperación <b>tn/año</b> Compra solvente <b>\$/año</b> Valor recuperado <b>\$/año</b> Calculo huella de carbono
			<b>Costos</b>	Emisión gases efecto invernadero GEI = Nivel Actividad x Factor Emisión
			<b>Huella de carbono</b>	Niveles de concentración de partículas respirables
¿De qué manera la implementación de un sistema de recuperación de vapor de solventes disminuye los agentes químicos volátiles en el área de impresión flexográfica, en la empresa EMUSA PERU S.A.C., periodo 2020?	Establecer de qué manera la implementación de un sistema de recuperación de vapor de solventes disminuye los agentes químicos volátiles en el área de impresión flexográfica, en la empresa EMUSA PERU S.A.C., periodo 2020	<b>Calidad de aire</b>	<b>Agentes químicos</b>	Cálculo del índice de riesgos IR/IE = Concentración reportada/TLV valor límite
¿De qué manera la implementación de un sistema de recuperación de vapor de solventes disminuye la compra de agentes químicos en el área de impresión flexográfica, en la empresa EMUSA PERU S.A.C., periodo 2020?	Establecer de qué manera la implementación de un sistema de recuperación de vapor de solventes disminuye la compra de agentes químicos en el área de impresión flexográfica, en la empresa EMUSA PERU S.A.C., periodo 2020			

Fuente: Emusa Perú S.A.C.



EMUSA PERU S.A.C. - PLANTA 1

---

# MONITOREO DE AGENTES QUÍMICOS



---

AGOSTO - 2020

ELABORADO POR:  
INGENIEROS AMBIENTALES S.A.C.



IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
RECUPERACIÓN DE VAPOR DE SOLVENTES PARA MEJORAR  
LA CALIDAD DE AIRE DEL ÁREA DE IMPRESIÓN  
FLEXOGRÁFICA, EN LA EMPRESA ENVASES MULTIPLES  
PERU S.A.C., PERIODO 2020



	<b>INFORME DE MONITOREO DE AGENTES QUÍMICOS</b>		Código: INF-QUIM-21 Versión: 01
---	---	--	------------------------------------

ÍNDICE



CAPITULO I.....	3
GENERALIDADES.....	3
1.1. PRESENTACIÓN.....	3
1.2. OBJETIVOS.....	3
1.3. ALCANCE.....	3
CAPITULO II.....	4
AGENTES QUÍMICOS.....	4
2.1. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES.....	4
2.1.1. Metodología de Evaluación.....	4
2.1.2. Estándares.....	4
2.1.3. Equipos y accesorios de medición.....	5
2.1.4. Valores límites permisibles.....	5
2.1.5. Cálculo del índice de riesgo.....	6
2.1.6. Número de muestra.....	6
2.1.7. Estaciones y resultados de monitoreo.....	6
2.1.8. Resultados.....	15
2.1.9. Conclusiones.....	20
2.1.10. Recomendaciones.....	21
2.2. PARTÍCULAS RESPIRABLES.....	22
2.2.1. Estándares.....	22
2.2.2. Equipo y accesorios de medición.....	22
2.2.3. Consideraciones del muestreo.....	23
2.2.4. Nivel permisible.....	23
2.2.5. Índice del nivel de exposición.....	23
2.2.6. Cálculos – NIOSH 0600.....	24
2.2.7. Número de muestra.....	24
2.2.8. Estaciones de monitoreo.....	24
2.2.9. Resultados de monitoreo.....	26
2.2.10. Conclusiones.....	27
2.2.11. Recomendaciones.....	27
2.3. PARTÍCULAS INHALABLES.....	28
2.3.1. Estándares.....	28
2.3.2. Equipos y accesorios de medición.....	28
2.3.3. Consideraciones del muestreo.....	28
2.3.4. Nivel permisible.....	29
2.3.5. Índice del nivel de exposición.....	29
2.3.6. Cálculos – NIOSH 0600.....	29
2.3.7. Número de muestra.....	30
2.3.8. Estaciones de monitoreo de partículas inhalables.....	30

EVALUACIÓN DE AGENTES QUÍMICOS

Página | 1

	<b>INFORME DE MONITOREO DE AGENTES QUÍMICOS</b>		Código: INF-QUIM-21 Versión: 01
---	---	--	------------------------------------

2.3.9. Resultados del monitoreo.....	31
2.3.10. Conclusión.....	32
2.3.11. Recomendaciones.....	32
ANEXO 01.....	33
CERTIFICADO DE ACREDITACIÓN DE LABORATORIO.....	33
ANEXO 02.....	35
INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO.....	35
ANEXO 03.....	42
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS.....	42

	<p align="center"><b>INFORME DE MONITOREO DE AGENTES QUÍMICOS</b></p>		<p>Código: INF-QUIM-21 Versión: 01</p>
---	---	--	--

## CAPITULO I GENERALIDADES

### 1.1. PRESENTACIÓN

La empresa de servicios ambientales, seguridad y salud ocupacional **INGENIEROS AMBIENTALES S.A.C.**, presenta a solicitud de la empresa **EMUSA PERÚ S.A.C.**, con número R.U.C. 20536733419, el informe del monitoreo de agentes químicos realizado en las instalaciones de la **PLANTA 1**, ubicada en Jr. Pacto Andino N° 124, Chomillos, Lima – Perú. El servicio de monitoreo de agentes químicos se dio el 26, 27 y 28 de agosto del 2020.

El informe solicitado comprende la medición de diferentes agentes químicos que influyen en los trabajadores, así como una breve descripción física del área evaluada; además de las acciones de control recomendadas para minimizar el nivel de riesgo. Considerando los procedimientos establecidos por normativas nacionales e internacionales (como referencia).

**INGENIEROS AMBIENTALES S.A.C.** garantizan la fidelidad de los resultados gracias a que emplea equipos de medición de última tecnología y está conformado por un grupo profesional multidisciplinario de gran experiencia en este tipo de evaluaciones.

Finalmente, expresa su compromiso de confidencialidad de los resultados presentados en este informe.

### 1.2. OBJETIVOS



- Evaluar mediante el uso de distintas técnicas de muestreo los riesgos a los cuales se encuentran expuestos los trabajadores de la empresa **EMUSA PERÚ S.A.C. – PLANTA 1** en el desempeño de sus labores cotidianas, dentro de las instalaciones de la empresa.
- Proponer acciones para la minimización y control de los agentes químicos que superen los límites permisibles establecidos por las legislaciones vigentes.

### 1.3. ALCANCE

Son los descritos en la tabla N° 1.3-1 Matriz de evaluación de agentes químicos.

Tabla N° 1.3 -1 Matriz de evaluación de agentes químicos

	Agentes Químicos	N° de puntos a medir
PLANTA 1	Compuestos Orgánicos Volátiles	24
	Partículas Respirables	04
	Partículas Inhalables	04

	<p><b>INFORME DE MONITOREO DE AGENTES QUÍMICOS</b></p>		<p>Código: INF-QUIM-21 Versión: 01</p>
---	--	--	--

## CAPITULO II AGENTES QUÍMICOS

### 2.1. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES

#### 2.1.1. Metodología de Evaluación

La metodología empleada se sustenta en las especificaciones indicadas por la OSHA Technical Manual OTM, Sección II, Chapter 3 "TECHNICAL EQUIPMENT: ON – SITE MEASUREMENTS".

TN – 106: A Guideline For PID Instrument Response "Factores de corrección, energías de ionización" y características de la calibración".

##### Proceso de medición

Las mediciones se efectuaron a nivel de ambiente general y en el puesto de trabajo más desfavorable, según la operación normal durante el periodo de monitoreo.

Se utilizó un equipo de lectura directa con una bomba automática integrada para detección de Gases Tóxicos y COV's que trabaja con un sensor PID (Fotoionizador) marca RAE Systems, Inc. modelo MultiRAE Plus. Las mediciones fueron tomadas por un lapso de 15 minutos continuos, válida técnica y estadísticamente (STEL), debido a que el ambiente es constante. Antes de la medición se realizó el Zero con un Filtro Zero para eliminar la humedad en la lámpara y así evitar una lectura errónea por la humedad.

Los detectores de fotoionización no determinan exactamente la concentración del compuesto, sino que dan la concentración de compuestos orgánicos medidos en ISOBUTILENO en el ambiente de trabajo. Para determinar la concentración de un compuesto en específico hay que recurrir al factor de corrección según la Norma Técnica NT106, de esta forma obtenemos la concentración del compuesto que se quiere evaluar.

#### 2.1.2. Estándares

- D.S. N° 015-2005-SA, Reglamento sobre Valores Límite Permisible para Agentes Químicos en Ambientes de Trabajo.
- Air Sampling Methods, Guide NIOSH (National Institute Occupational Safety and Health), Métodos de Muestreo de Aire, Guía NIOSH
- TLV and BELs, Threshold Limit Values American Conference of Governmental Industrial Hygienists - ACGIH. (Límites Permisibles de la ACGIH-Conferencia del Gobierno de Higienistas Industriales).
- Manual del Fabricante de Equipos Medición: Medidor de Lectura Directa, sensores específicos.

	<b>INFORME DE MONITOREO DE AGENTES QUÍMICOS</b>		Código: INF-QUIM-21
			Versión: 01

### 2.1.3. Equipos y accesorios de medición

Medidor de compuestos tóxicos en ambientes de trabajo con las siguientes especificaciones técnicas:

- Tipo de Monitor: Personal Multi-Gas y COV's, Inicio/No Inicio, lectura directa, registro automático.
- Sensores Intercambiables, Sensores Inteligentes.
- Puntos de Alarma: Altamente Tóxico/LEL/Oxígeno, bajo Oxígeno, TWA Tóxico, STEL Tóxico (15 Minutos), Batería Baja.
- Modos de Operación: Aprobación/Falla, Básico, Higiene Industrial.

Tabla N° 2.1.3-1. Equipos utilizados

Equipo	Código	Marca	Modelo	Serie	Fecha de calibración
Equipo medidor de COVs	IA-031	RAE SYSTEM INC	MultiRAE LITE - PGM6208	MAB3Z26605	04-07-2019

### 2.1.4. Valores límites permisibles

Según el reglamento sobre los Valores Límites Permisibles para Agentes Químicos aprobado por el D.S. N° 015-2005 SA y Valores Umbral Límite de la ACGIH 2019 en el ambiente de Trabajo, el Valor Límite Permissible es:

Tabla N°2.1.4-1. Valores Límite Permissible de Compuestos Tóxicos

Agente químico	CAS	TLVs-TWA ppm	TLVs-STEL ppm	Factor de corrección	Normativa
2-Butoxi-etanol	111-76-2	20	50	1.2	D.S. N° 015 – 2005 SA
2-propanol	67-63-0	200	600	4.6	ACGIH-2019
2-etoxi-etanol	110-80-5	5	15	1.3	D.S. N° 015 – 2005 SA
Acetato de etilo	141-78-6	400	1200	3.8	D.S. N° 015 – 2005 SA
Alcohol etílico (Etanol)	64-17-5	1000	3000	9.6	D.S. N° 015 – 2005 SA
Alcohol isopropílico (Isopropanol)	67-63-0	200	400	4.6	D.S. N° 015 – 2005 SA
Alcohol n-butílico (Butanol)	71-36-3	20	50	4.7	D.S. N° 015 – 2005 SA
Ciclohexano	110-82-7	100	300	1.4	D.S. N° 015 – 2005 SA

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
RECUPERACIÓN DE VAPOR DE SOLVENTES PARA MEJORAR  
LA CALIDAD DE AIRE DEL ÁREA DE IMPRESIÓN  
FLEXOGRÁFICA, EN LA EMPRESA ENVASES MULTIPLES  
PERU S.A.C., PERIODO 2020

	<b>INFORME DE MONITOREO DE AGENTES QUÍMICOS</b>		Código: INF-QUIM-21
			Versión: 01

Agente químico	CAS	TLVs-TWA ppm	TLVs-STEL ppm	Factor de corrección	Normativa
N-heptano	142-82-5	400	1200	2.8	D.S. N° 015 – 2005 SA
Hexano	110-54-3	50	150	4.3	D.S. N° 015 – 2005 SA
N-propil acetato	109-60-4	200	600	3.5	ACGIH-2019
Octano	111-65-9	300	900	1.8	D.S. N° 015 – 2005 SA
Querosene	8008-20-6	28.78	86.34	0.33	ACGIH-2019
Tolueno	108-88-3	50	150	0.45	D.S. N° 015 – 2005 SA
Xileno	1330-20-7	100	150	0.46	D.S. N° 015 – 2005 SA

TWA: Media Ponderada en el Tiempo / STEL: Exposición de corta duración

#### 2.1.5. Cálculo del índice de riesgo

Para cada caso calculamos el índice de riesgo mediante:

$$IR/IE = \frac{\text{Concentración reportada}}{TLV \text{ (valor límite)}}$$

Tabla N° 2.1.5-1. Índice de riesgo

Índice de riesgo (IR)	Clasificación
0 – 0.25 Inapreciable	No existe riesgo para la salud del personal expuesto.
0.25 – 0.5 Bajo	La exposición al riesgo se puede considerar como leve por lo que se recomienda evaluar y cuantificar la concentración ambiental si se presenta algún cambio en el proceso.
0.5 – 1 Medio	La exposición al riesgo requiere del uso de elementos de protección personal. Se requerirá del uso de elementos de protección personal, evaluación y control periódico del ambiente.
Superior a 1 Alto	La exposición podría considerarse como severa y el control de riesgo en la fuente debe ser prioritario a cualquier otro control. Mientras el riesgo es controlado deberá realizarse un control médico frecuente a los trabajadores expuestos.

#### 2.1.6. Número de muestra

Se han considerado evaluar veinticuatro (24) muestras de COV's, de acuerdo con las condiciones de exposición del personal de la empresa EMUSA PERÚ S.A.C. – PLANTA 1.

#### 2.1.7. Estaciones y resultados de monitoreo

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
RECUPERACIÓN DE VAPOR DE SOLVENTES PARA MEJORAR  
LA CALIDAD DE AIRE DEL ÁREA DE IMPRESIÓN  
FLEXOGRÁFICA, EN LA EMPRESA ENVASES MÚLTIPLES  
PERU S.A.C., PERIODO 2020





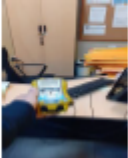


	INFORME DE MONITOREO DE AGENTES QUÍMICOS		Código: INF-QUM-21 Versión: 01
---	--	---	-----------------------------------




Tabla N° 2.1.7-1. Estaciones y resultados del monitoreo

Cód.	Área / Puesto	Datos del personal	Descripción de actividades	Fuente de COV's	Controles	EPP	Fotos
COV-01	Grabación / Lavador de planchas	Nombre: Cristófer Farfan Quiñonez DNI: 73188594 Edad: 19 años Tiempo en el puesto de trabajo: 7 meses	Limpieza y lavado de planchas.	- Alcohol etílico 70* - Mema - Tanques con residuos de proceso - Solventes - NPA (N propil acetato) - N propanol	Espacio cerrado con ventilación en parte alta no se observa sistema de ventilación como ventilador o campana extractora de humos	- Respirador MSA Advantage 420 - Filtro GMA P-100	
COV-02	Grabación / Almacén / Digitadora de cliché	Nombre: Magaly Vidal Arunátequi DNI: 09882807 Edad: 47 años Tiempo en el puesto de trabajo: 2 años	- Empaquetado de planchas. - Manejo y ubicación de planchas.	- Planchas con olor a solventes - NPA (N propil acetato) - N propanol - Alcohol etílico 70%	Ventilador en área de trabajo	Respirador 3M 8246	
COV-03	Grabación / Supervisor de área	Nombre: Luis Ramirez Chocano DNI: 41393953 Edad: 36 años Tiempo en el puesto de trabajo: 2 meses	Supervisión y control de área de grabación	- Planchas impregnadas con solventes por limpieza de los mismos - Alcohol 70* - NPA (N propil acetato)	- Exposición del personal a todas las áreas de grabación - Ventilación en sala principal de grabación	Respirador 3M 8246	

EVALUACIÓN DE AGENTES QUÍMICOS

Página | 7

	INFORME DE MONITOREO DE AGENTES QUÍMICOS		Código: INF-QUM-21 Versión: 01
---	--	---	-----------------------------------




COV-04	Grabación / Supervisor y operador de máquina insoleadora	Nombre: Cristina Lescano Caballero DNI: 71886590 Edad: 27 años Tiempo en el puesto de trabajo: 1 año	Manejo control y limpieza de máquina insoleadora	- Alcohol etílico 70* - Solvente de respaldo - Solvente para acabado de plancha	2 Campanas extractores	Respirador 3M 8246	
COV-05	Grabación / Supervisor y operador de procesadora Kodak	Nombre: Cristina Lescano Caballero DNI: 71886590 Edad: 27 años Tiempo en el puesto de trabajo: 1 año	Manejo control y limpieza de procesadora kodak	- Alcohol etílico 70* - Solvente de respaldo - Solvente para acabado de plancha - NPA (N propil acetato) - N-propanol	2 Campanas extractores	Respirador 3M 8246	
COV-06	Grabación / Supervisor y operador de grabadora	Nombre: Cristina Lescano Caballero DNI: 71886590 Edad: 27 años Tiempo en el puesto de trabajo: 1 año	Manejo control y limpieza de máquina grabadora	- Alcohol etílico 70% - Solvente de respaldo - Solvente para acabado de plancha NPA (N propil acetato)	2 Campanas extractores	Respirador 3M 8246	

EVALUACIÓN DE AGENTES QUÍMICOS

Página | 8



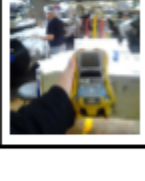


IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
RECUPERACIÓN DE VAPOR DE SOLVENTES PARA MEJORAR  
LA CALIDAD DE AIRE DEL ÁREA DE IMPRESIÓN  
FLEXOGRÁFICA, EN LA EMPRESA ENVASES MÚLTIPLES  
PERU S.A.C., PERIODO 2020

IASAC		INFORME DE MONITOREO DE AGENTES QUÍMICOS			EMUSA		Código: INF-QUM-21
							Versión: 01
COV-07	Laboratorio Asequeamiento de la calidad / Analista de la laboratorio	Nombre: Cynthia Ruiz Garcia DNI: 43248880 Edad: 33 años Tiempo en el puesto de trabajo: 9 años	- Análisis de laboratorio calibración de equipos - Análisis de solvente residual por cromatografía	Etanol, 1Propanol, 2 metoxietanol, Cloro, benceno, Acetileno, Solventes	Aire acondicionado	Respirador 3M 8046	
COV-08	Planta 1 Grabación Mesa de trabajo / Operador de recepción de polimeros	Nombre: Rafael Abendaño De la Cruz DNI: 42517911 Edad: 40 años Tiempo en el puesto de trabajo: 8 años	Grabación de recepción de polimeros	- Olor de ambiente por sustancias químicas en otras áreas de grabación - Alcohol 70* - Solvente para acabado de plancha NPA (N propil acetato)	No hay evidencia de un sistema de ventilación	Respirador 3M 8046	
COV-09	Planta 1 / Impresora P10 Solventes	Planta 1 / Impresora P10 Solventes	Máquina de impresiones	- Tintas y solventes NPA (N propil acetato) - Tanques de almacenamiento de solventes	Ventiladores en parte alta de planta	- Respirador MSA Advantage 420 - Filtro GMA P-100	

EVALUACIÓN DE AGENTES QUÍMICOS



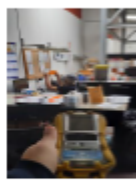
Página | 9

IASAC		INFORME DE MONITOREO DE AGENTES QUÍMICOS			EMUSA		Código: INF-QUM-21
							Versión: 01
COV-10	Planta 1 Impresiones / Operario máquina corel	Nombre: Norberto Morello Arias DNI: 07158908 Edad: 56 años Tiempo en el puesto de trabajo: 8 años	Manejo, control y abastecimiento máquina corel	- Solventes - NPA (N propil acetato) - N propanol - Alcohol etílico 70% - Tintas Flexiprint Indubres	Ventiladores en parte alta de planta	- Respirador MSA Advantage 420 - Filtro GMA P-100	
COV-11	Planta 1 Impresiones / Entre máquina P8 y P9	Planta 1 Impresiones / Entre máquina P8 y P9	Impresiones	- Solventes - NPA (N propil acetato) - N propanol - Alcohol etílico 70% - Tintas Flexiprint	Ventiladores en parte alta y en piso de área	- Respirador MSA Advantage 420 - Filtro GMA P-100	
COV-12	Planta 1 Laminado / Operario maquinaria Nexus	Nombre: Johan Fernandez Rojas DNI: 40838424 Edad: 39 años Tiempo en el puesto de trabajo: 9 años	Control, abastecimiento y manejo de máquina de laminado Nexus	- Solventes - NPA (N propil acetato) - N propanol - Tintas Flexiprint - Indubres - Adesivos	Ventiladores en parte alta	- Respirador MSA Advantage 420 - Filtro GMA P-100	

EVALUACIÓN DE AGENTES QUÍMICOS




Página | 10

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
RECUPERACIÓN DE VAPOR DE SOLVENTES PARA MEJORAR  
LA CALIDAD DE AIRE DEL ÁREA DE IMPRESIÓN  
FLEXOGRÁFICA, EN LA EMPRESA ENVASES MÚLTIPLES  
PERU S.A.C., PERIODO 2020

IASAC		INFORME DE MONITOREO DE AGENTES QUÍMICOS			EMUSA		Código: INF-QUM-21
							Versión: 01
COV-13	Planta 1 Tintas y solventes Mesa de trabajo / Repetidor en mesa de trabajo	Nombre: Luis Alvarado Ramirez DNI: 74940611 Edad: 20 años Tiempo en el puesto de trabajo: 6 meses	- Llenado de tintas - Devolución de tintas - Abastecimiento de tintas a maquinarias	- Solventes - NPA (N propil acetato) - N propanol - Tintas Flexiprint	Ventiladores	Respirador 3M 8246	
COV-14	Planta 1 Tintas y solventes / Oficina de tintas	Planta 1 Tintas y solventes / Oficina de tintas	Actividades administrativas para solventes y tintas	- Solventes - NPA (N propil acetato) - N propanol - Catalizador Siegwer - Tintas Flexiprint Tinfube	Ventiladores	Respirador 3M 8246	
COV-15	Planta 1 Tintas y solventes / Supervisor evaluación de tintas	Nombre: Jimmy Torres Villafuerte DNI: 41133575 Edad: 39 años Tiempo en el puesto de trabajo: 14 años	- Revisión de tintas - Supervisión de preparación de tintas - Control de preparación de tintas	- Solventes - NPA (N propil acetato) - N propanol - Tintas - Marca Flexiprint - Tinfube - Barniz Flint	Ventiladores	Respirador 3M 8246	

EVALUACIÓN DE AGENTES QUÍMICOS




Página | 11

IASAC		INFORME DE MONITOREO DE AGENTES QUÍMICOS			EMUSA		Código: INF-QUM-21
							Versión: 01
COV-16	Planta 1 Tintas y solventes / Mezcladora 1	Planta 1 Tintas y solventes / Mezcladora 1	Mezcla de tintas	- Solventes - NPA (N propil acetato) - N propanol - Tintas Flexiprint	Ventiladores	Respirador 3M 8246	
COV-17	Planta 1 Tintas y solventes / Mezcladora 2	Planta 1 Tintas y solventes / Mezcladora 2	Mezcla de tintas	- Solventes - NPA (N propil acetato) - N propanol - Tintas Flexiprint	Ventiladores	Respirador 3M 8246	
COV-18	Planta 1 Tintas y solventes Recuperadora de solventes / Operario de máquina de solventes	Nombre: Juan Navarro Davila DNI: 05845437 Edad: 50 años Tiempo en el puesto de trabajo: 7 años	- Manejo y control de máquina - Recuperación de solvente	- Solventes - NPA (N propil acetato) - N propanol	Ventilador en parte alta y en piso	Respirador 3M 8246	

EVALUACIÓN DE AGENTES QUÍMICOS



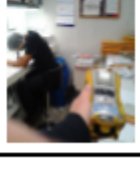
Página | 12

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
RECUPERACIÓN DE VAPOR DE SOLVENTES PARA MEJORAR  
LA CALIDAD DE AIRE DEL ÁREA DE IMPRESIÓN  
FLEXOGRÁFICA, EN LA EMPRESA ENVASES MÚLTIPLES  
PERU S.A.C., PERIODO 2020

IASAC		INFORME DE MONITOREO DE AGENTES QUÍMICOS			EMUSA		Código: INF-QUM-21
							Versión: 01
COV-19	Planta 1 Laminadora PLC / Operador de laminadora	Nombre: Johan Fernandez Rojas DNI: 40838424 Edad: 39 años Tiempo en el puesto de trabajo: 9 años	- Manejo y control de máquina laminadora PLC - Pesado de láminas	- Solventes - NPA (N propil acetato) - N propanol - Adesivos - Removedor X7000 Anypsa - Alcohol 70* - Aflojador - WD 40	Ventilador en parte alta y en piso	- Respirador MSA Advantage 420 - Filtro GMA P-100	
COV-20	Planta 1 Preparación / Operario de preparación	Operario de preparación	- Limpieza de ollas - Limpieza de carnecas - Limpieza de máquinas - Respado de sobrante de pinturas	- Solventes - NPA (N propil acetato) - Npropanol Adesivos Residuos de tintas	Ventilador en parte alta y en piso	- Respirador MSA Advantage 420 - Filtro GMA P-100	
COV-21	Planta 1 Liquidación / Liquidador ot	Nombre: Jimmy Sierra Coorehua DNI: 10663551 Edad: 42 años Tiempo en el puesto de trabajo: 1 mes	Balace de toda operación de impresión y laminado	- Solventes - NPA (N propil acetato) - N propanol - Tintas - Alcohol 70*	Ventilador en parte alta y en piso	Respirador 3M 8246	

EVALUACIÓN DE AGENTES QUÍMICOS

Página | 13



IASAC		INFORME DE MONITOREO DE AGENTES QUÍMICOS			EMUSA		Código: INF-QUM-21
							Versión: 01
COV-22	Planta 1 Montaje Headfor / Operario de montaje	Nombre: Gerson Melesquez Huapaya DNI: 41166474 Edad: 37 años Tiempo en el puesto de trabajo: 12 años	- Corte de planchas - Limpieza de mangas - Limpieza de parte lisa de planchas	- Solventes - NPA (N propil acetato) - N propanol - Alcohol 70*	Ventilador en parte alta y en piso	Respirador 3M 8246	
COV-23	Planta 1 Mantenimiento / Mecánico	Nombre: Jose Apolinario Huanan DNI: 06168504 Edad: 59 años Tiempo en el puesto de trabajo: 13 años	- Arreglo de piezas - Mantenimiento de maquinarias - Manejo de torno - Manejo de taladro	- Aceite hidráulico Móvil DTE25 - Alcohol 70* - Mr Bril - Gasolina sin indicacion procedencia	Ventilador en parte alta y en piso	Respirador 3M 8246	
COV-24	Planta 1 Oficina estándares / Administrador de estándares	Nombre: Jose Lescano Silva DNI: 70387592 Edad: 30 años Tiempo en el puesto de trabajo: 12 años	- Elaborar patrones de impresión - Ingreso de datos	- Alcohol industrial 70% - Acetato para limpieza	Aire acondicionado	Respirador 3M 8246	

Fuente: Elaborado por Ingenieros Ambientales S.A.C.

EVALUACIÓN DE AGENTES QUÍMICOS

Página | 14

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
RECUPERACIÓN DE VAPOR DE SOLVENTES PARA MEJORAR  
LA CALIDAD DE AIRE DEL ÁREA DE IMPRESIÓN  
FLEXOGRÁFICA, EN LA EMPRESA ENVASES MÚLTIPLES  
PERU S.A.C., PERIODO 2020

	<b>INFORME DE MONITOREO DE AGENTES QUÍMICOS</b>		Código: INF-QUM-21
			Versión: 01



2.1.8. Resultados

Tabla N° 2.1.8-1. Concentraciones de compuestos orgánicos volátiles – Planta 1

Código	STEL (ppm)	2- butoietanol	2- propanol	2- etoietanol	Acetato de etilo	Etolol	Isopropanol	Butanol	Ciclohexano	N- heptano	Hexano	N-propil acetato	Octano	Querosene	Tolueno	Xileno
COV-01	15	18.0	69.0	19.5	57.0	144.0	69.0	70.5	21.0	-	64.5	52.5	-	-	6.75	6.9
COV-02	11	-	50.0	-	41.8	-	-	-	15.4	-	47.3	38.5	-	-	4.95	5.06
COV-03	1	-	4.6	-	3.8	-	-	-	1.4	-	4.3	3.5	-	-	0.45	0.46
COV-04	6	-	27.6	-	22.8	-	-	-	8.4	-	25.8	-	-	-	2.7	2.76
COV-05	5	-	23.0	-	19.0	-	-	-	7.0	-	21.5	17.5	-	-	2.25	2.3
COV-06	8	-	36.8	-	30.4	-	-	-	11.2	-	34.4	28.0	-	-	3.6	3.66
COV-07	1	-	4.6	-	3.8	-	-	-	-	-	4.3	-	-	-	0.45	0.46
COV-08	1	-	4.6	-	3.8	-	-	-	1.4	-	4.3	3.5	-	-	0.45	0.46
COV-09	8	-	36.8	-	30.4	-	-	-	11.2	-	34.4	28.0	-	-	3.6	3.66
COV-10	10	-	46.0	-	38.0	-	-	-	14.0	-	43.0	35.0	-	-	4.5	4.6
COV-11	4	-	18.4	-	15.2	-	-	-	5.6	-	17.2	14.0	-	-	1.8	1.84
COV-12	8	-	36.8	-	30.4	-	-	-	11.2	-	34.4	28.0	-	-	3.6	3.66
TLV-STEL (ppm) para 15 min		60	600	16	1200	3000	400	60	800	1200	160	800	800	88.34	160	160

EVALUACIÓN DE AGENTES QUÍMICOS

Página | 15

	<b>INFORME DE MONITOREO DE AGENTES QUÍMICOS</b>		Código: INF-QUM-21
			Versión: 01

Código	STEL (ppm)	2- butoietanol	2- propanol	2- etoietanol	Acetato de etilo	Etolol	Isopropanol	Butanol	Ciclohexano	N- heptano	Hexano	N-propil acetato	Octano	Querosene	Tolueno	Xileno
COV-13	14	16.8	64.4	18.2	53.2	134.4	64.4	65.8	19.6	-	60.2	49.0	-	-	6.3	6.44
COV-14	4	4.6	18.4	5.2	15.2	38.4	18.4	18.8	5.6	-	17.2	14.0	-	-	1.8	1.84
COV-15	15	18.0	69.0	19.5	57.0	144.0	69.0	70.5	21.0	-	64.5	52.5	-	-	6.75	6.9
COV-16	23	27.6	105.8	29.9	87.4	220.8	105.8	108.1	32.2	-	98.9	80.5	-	-	10.35	10.58
COV-17	21	25.2	96.6	27.3	79.8	201.6	96.6	98.7	29.4	-	90.3	73.5	-	-	9.45	9.66
COV-18	13	15.6	59.8	-	49.4	124.8	-	-	-	-	55.9	45.5	-	-	5.85	5.98
COV-19	5	-	23.0	-	19.0	-	-	-	7.0	14.0	21.5	17.5	9.0	1.65	2.25	2.3
COV-20	2	2.4	9.2	-	7.6	19.2	-	-	-	-	8.6	7.0	-	-	0.9	0.92
COV-21	7	8.4	32.2	-	-	67.2	32.2	32.9	-	-	-	24.5	-	-	-	-
COV-22	10	12.0	46.0	-	-	96.0	46.0	47.0	-	-	-	35.0	-	-	-	-
COV-23	1	-	4.6	-	3.8	9.6	-	-	1.4	-	-	-	-	-	0.45	0.46
COV-24	1	-	-	-	3.8	9.6	-	-	-	-	-	-	-	-	0.45	0.46
TLV-STEL (ppm) para 15 min		60	600	16	1200	3000	400	60	800	1200	160	800	800	88.34	160	160

Fuente: Elaborado por Ingenieros Ambientales S.A.C.

EVALUACIÓN DE AGENTES QUÍMICOS

Página | 16

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
RECUPERACIÓN DE VAPOR DE SOLVENTES PARA MEJORAR  
LA CALIDAD DE AIRE DEL ÁREA DE IMPRESIÓN  
FLEXOGRÁFICA, EN LA EMPRESA ENVASES MÚLTIPLES  
PERU S.A.C., PERIODO 2020





	<b>INFORME DE MONITOREO DE AGENTES QUÍMICOS</b>		Código: INF-QUM-21
			Versión: 01

Tabla N° 2.1.8-2. Cálculo del índice de riesgo – Planta 1

Código	2- butoxi-etanol	2- propanol	2- etoxi-etanol	Acetato de etilo	Etanol	Isopropanol	Butanol	Ciclohexano	N- heptano	Hexano	N-propil acetato	Octano	Querosene	Tolueno	Xileno
COV-01	0.36	0.12	1.30	0.05	0.05	0.17	1.41	0.07	-	0.43	0.35	-	-	0.05	0.05
COV-02	-	0.08	-	0.03	-	-	-	0.05	-	0.32	0.26	-	-	0.03	0.03
COV-03	-	0.01	-	0.00	-	-	-	0.00	-	0.03	0.02	-	-	0.00	0.00
COV-04	-	0.05	-	0.02	-	-	-	0.03	-	0.17	-	-	-	0.02	0.02
COV-05	-	0.04	-	0.02	-	-	-	0.02	-	0.14	0.12	-	-	0.02	0.02
COV-06	-	0.06	-	0.03	-	-	-	0.04	-	0.23	0.19	-	-	0.02	0.02
COV-07	-	0.01	-	0.00	-	-	-	-	-	0.03	-	-	-	0.00	0.00
COV-08	-	0.01	-	0.00	-	-	-	0.00	-	0.03	0.02	-	-	0.00	0.00
COV-09	-	0.06	-	0.03	-	-	-	0.04	-	0.23	0.19	-	-	0.02	0.02
COV-10	-	0.06	-	0.03	-	-	-	0.05	-	0.29	0.23	-	-	0.03	0.03
COV-11	-	0.03	-	0.01	-	-	-	0.02	-	0.11	0.09	-	-	0.01	0.01
COV-12	-	0.06	-	0.03	-	-	-	0.04	-	0.23	0.19	-	-	0.02	0.02

EVALUACIÓN DE AGENTES QUÍMICOS

Página | 17



	<b>INFORME DE MONITOREO DE AGENTES QUÍMICOS</b>		Código: INF-QUM-21
			Versión: 01

Código	2- butoxi-etanol	2- propanol	2- etoxi-etanol	Acetato de etilo	Etanol	Isopropanol	Butanol	Ciclohexano	N- heptano	Hexano	N-propil acetato	Octano	Querosene	Tolueno	Xileno
COV-13	0.34	0.11	1.21	0.04	0.04	0.16	1.32	0.07	-	0.40	0.33	-	-	0.04	0.04
COV-14	0.10	0.03	0.35	0.01	0.01	0.05	0.38	0.02	-	0.11	0.09	-	-	0.01	0.01
COV-15	0.36	0.12	1.30	0.05	0.05	0.17	1.41	0.07	-	0.43	0.35	-	-	0.05	0.05
COV-16	0.55	0.18	1.99	0.07	0.07	0.26	2.16	0.11	-	0.66	0.54	-	-	0.07	0.07
COV-17	0.50	0.16	1.82	0.07	0.07	0.24	1.97	0.10	-	0.60	0.49	-	-	0.06	0.06
COV-18	0.31	0.10	-	0.04	0.04	-	-	-	-	0.37	0.30	-	-	0.04	0.04
COV-19	-	0.04	-	0.02	-	-	-	0.02	0.01	0.14	0.12	0.01	0.02	0.02	0.02
COV-20	0.05	0.02	-	0.01	0.01	-	-	-	-	0.06	0.05	-	-	0.01	0.01
COV-21	0.17	0.05	-	-	0.02	0.08	0.66	-	-	-	0.16	-	-	-	-
COV-22	0.24	0.08	-	-	0.03	0.12	0.94	-	-	-	0.23	-	-	-	-
COV-23	-	0.01	-	0.00	0.00	-	-	0.00	-	-	-	-	-	0.00	0.00
COV-24	-	-	-	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaborado por Ingenieros Ambientales S.A.C.

EVALUACIÓN DE AGENTES QUÍMICOS

Página | 18

	<b>INFORME DE MONITOREO DE AGENTES QUÍMICOS</b>		Código: INF-QUIM-21
			Versión: 01

**Selección de protección respiratoria:**

De acuerdo a la Guía para la Selección de Respiradores de 3M, se indican los pasos a seguir para determinar el tipo de respirador de acuerdo a los contaminantes presentes en el aire, a su concentración y a los límites de exposición ocupacional (OEL-TLV).

Una vez determinada esta información, se halla el Factor de Exposición mediante la siguiente fórmula:



$$\text{Factor de Exposición} = \frac{\text{Concentración del contaminante en el aire}}{\text{OEL - TLV}}$$

Finalmente, la Guía indica que se debe seleccionar un respirador con un factor de protección asignado mayor o igual al factor de exposición.

**Tabla N° 2.1.8-3. Factores de protección asignados**

Tipos de respiradores		Factor de Protección*
Respiradores purificadores de aire	Media máscara (libre de mantenimiento y reutilizable)	10
	Máscara completa	50
Respirador purificador de aire forzado	Máscara de ajuste holgado	25
	Media máscara	50
	Máscara completa, casco o capucha	1000
Respirador con suministro de aire	Flujo continuo: Máscara con ajuste holgado	25
	Flujo continuo: Media máscara	50
	Flujo continuo: Máscara completa, casco o capucha	1000
	Presión a demanda con máscara completa	1000
Línea de aire de presión a demanda con escape	SCBA (sustancias desconocidas y concentraciones IDLH)	10000
	SCBA de presión a demanda (sustancias desconocidas y concentraciones IDLH)	10000

(\*) De acuerdo a OSHA 29 CFR 1910.134

	<b>INFORME DE MONITOREO DE AGENTES QUÍMICOS</b>		Código: INF-QUM-21
			Versión: 01

De acuerdo a los resultados obtenidos y las mediciones realizadas, se presenta la siguiente tabla, en la cual se encuentran las estaciones con el agente químico cuya concentración es la más alta.



Tabla N° 2.1.8-4. Factores de protección asignados por estación monitoreada

Estación	Agente Químico	Concentración	TLV-STEL	Factor de exposición	Factor de Protección*
COV-01	Butanol	70.5	50	1.41	10
	2-etoxietanol	19.5	15	1.3	10
COV-13	Butanol	65.8	50	1.32	10
	2-etoxietanol	18.2	15	1.21	10
COV-14	Butanol	18.8	50	0.38	10
	2-etoxietanol	5.2	15	0.35	10
COV-15	Butanol	70.5	50	1.41	10
	2-etoxietanol	19.5	15	1.3	10
COV-16	Butanol	108.1	50	2.16	10
	2-etoxietanol	29.9	15	1.99	10
COV-17	Butanol	98.7	50	1.97	10
	2-etoxietanol	27.3	15	1.82	10
COV-21	Butanol	32.9	50	0.66	10
COV-22	Butanol	47.0	50	0.94	10

Según los datos obtenidos en la Tabla N° 2.1.8-4, se evidencia que el equipo de protección respiratoria debe tener un factor de protección menor (10).

#### 2.1.9. Conclusiones

- Se evaluaron veinticuatro (24) puestos de trabajo en la Planta 1, en los cuales se analizaron los siguientes compuestos orgánicos volátiles: 2-butoxietanol, 2-propanol, 2-etoxietanol, acetato de etilo, alcohol etílico (etanol), isopropanol, butanol, ciclohexano, N-heptano, hexano, N-propil acetato, octano, querosene, tolueno y xileno, de los cuales dos (02) registraron valores de concentración que superaron los TLV-STEL según lo especificado por la normativa nacional (D.S. N°015-2005-SA) y los estándares internacionales (ACGIH 2019), siendo estos: 2-etoxietanol y butanol.

 <p>IASAC HIGIENE, PRODUCTIVIDAD Y AMBIENTE</p>	<p><b>INFORME DE MONITOREO DE AGENTES QUÍMICOS</b></p>	 <p>EMUSA EMUSA PERU S.A.C. Great packaging for great ideas</p>	Código: INF-QUIM-21
			Versión: 01
			Fecha:

- Referente al índice de riesgo de los agentes químicos evaluados, se concluye que cinco (05) estaciones, representadas por el 20.0%, presentan un nivel de riesgo alto, dos (02) estaciones, representadas por el 8.33%, presentan un nivel de riesgo medio, cuatro (04) estaciones, representadas por el 16.67%, presentan un nivel de riesgo bajo, y trece (13) estaciones, representadas por el 55.0 %, presentan un nivel de riesgo inapreciable.
- Según las evaluaciones realizadas se puede concluir que la mayor exposición a los niveles de COVs se encuentran en el área de Impresión.
- Cabe señalar que la empresa brinda al personal equipos de protección respiratoria de media cara: Respirador MSA Advantage 420 con el filtro GMA P-100 y Respirador 3M 8246, para compuestos orgánicos volátiles como medida de control a los agentes químicos.

#### 2.1.10. Recomendaciones

- Se recomienda seguir con el programa de mantenimiento preventivo de los extractores de gases, equipos y maquinarias, así como la verificación de la funcionalidad de los mismos.
- Continuar con las medidas de control (uso de mascarilla, ventilación del área), con el fin de evitar exponer a los trabajadores a compuestos orgánicos volátiles.
- Supervisar el uso obligatorio de los equipos de protección respiratoria en las áreas que superan los TLV-STEL, según lo especificado por la normativa nacional (D.S. N°015-2005-SA) y los estándares internacionales (ACGIH 2019).
- Brindar una capacitación periódica del manejo adecuado y mantenimiento de los equipos de protección respiratoria.



NTP ISO/IEC 17025



**Certificado de Calibración**  
**CYVLF032-051218**

---

**1.- SOLICITANTE**

Razón social : INGENIEROS AMBIENTALES S.A.C.  
Dirección : AV. LA MARINA N°365 URS. BENJAMIN DÍAZ LOSSIO ET. UND.  
PROV. CONST. DEL CALLAO - PROV. CONST. DEL CALLAO - LA PERLA

**2.- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** Caudalímetro

Marca : Gilson Intervalo de medición : 0,5 Litros a 4 Litros  
Modelo : BQX II Resolución : 0,5 Litros  
N° Serie : 20181102120 Procedencia : USA  
Codigo : IA-112

**3.- PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se efectuó según el ME-009 1° Ed., "Procedimiento Calibración de Caudalímetros de Aire" del Centro Español de Metrología.

**4.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN**

\* El instrumento fue calibrado el 2018-12-05  
\* La calibración se realizó en el Área de Flujo y Caudal del Laboratorio Cyvlab

**5.- PATRONES DE REFERENCIA**

N° de Certificado	Equipo	Marca	Modelo	Número de Serie
LPS-170-2018 INACALIDM	Fujimetro	BIOS	Defender 530+ H	154409

**6.- CONDICIONES AMBIENTALES**

	Temperatura	Humedad Relativa	Presión Atmosférica
INICIO	18,9 °C	61,1 %hr	1010,1 mbar
TERMINO	20,9 °C	64,4 %hr	1010,1 mbar

Este certificado de Calibración documenta la trazabilidad a los patrones Nacionales ( INACAL ) y/o Internacionales.  
Cyvlab custodia, conserva y mantiene sus patrones en Áreas con condiciones ambientales controladas , realiza mediciones metrologicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del sistema legal de unidades del medio del Perú.  
Cyvlab, no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.  
Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario debe tener un control de mantenimiento y recalibraciones apropiadas para cada instrumento.

Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos y/o modificaciones requieren la autorización del Laboratorio de Metrología CYVLAB. Certificado sin firma y sello carece de validez.

Los resultados de este certificado no deben utilizarse como certificado de conformidad de producto

Fecha de emisión: 2018-12-05

Coordinador de Laboratorio

Jefe de Laboratorio





Bryan Yauri Coiqui



Juan Antiseplata Huaman

Pág. 1 de 2

(511) 454 3009 RPC: 983 731 672 | 987 287 637  
info@cyvlab.com | cyvlab@gmail.com  
Av: La Marina 365, La Perla - Callao  
www.cyvlab.com

FQC-043/JUNIO2018/Rev.03

Fuente: Ingenieros ambientales S.A.C.

Anexo N° Informe Final Huella de Carbono de Emusa 2019



**A<sub>2</sub>G**  
Sostenibilidad y  
Cambio Climático

**Informe Final**  
Huella de Carbono de Emusa 2019

 **EMUSA**  
Great packaging for great ideas

Preparado por:  
A2G S.A.C. Sostenibilidad y Cambio  
Climático  
Calle las Orquídeas 565, piso 13  
Edificio Flim - San Isidro  
h2@acru2@a2g.pe  
www.a2g.com

## Contenido

1. Introducción.....	2
2. Descripción de la Empresa.....	3
3. Límites de la Huella de Carbono.....	3
4. Metodología.....	5
4.1 Principios de Cálculo:.....	5
4.2 Fuentes de emisión y niveles de actividad:.....	6
4.3 Factor de emisión:.....	7
5. Responsables de la entrega de la Información.....	9
6. Cálculo de la huella de carbono.....	10
6.1 Emisiones netas de GEI:.....	10
6.2 Emisiones de GEI según alcances:.....	11
6.3 Emisiones de GEI según fuentes:.....	12
6.3.1 Consumo de combustible en maquinaria fija propia.....	12
6.3.2 Consumo de combustible en maquinaria móvil propia.....	12
6.3.3 Aire acondicionado.....	12
6.3.4 Uso de equipos extintores.....	13
6.3.5 Consumo de energía eléctrica de la Red Nacional.....	13
6.3.6 Consumo de agua.....	13
6.3.7 Consumo de papel.....	13
6.3.8 Traslado casa – trabajo de colaboradores.....	14
6.3.9 Viajes terrestres.....	14
6.3.10 Viajes aéreos.....	14
6.3.11 Movilidad local.....	15
6.3.12 Generación de residuos sólidos.....	15
7. Combustión por biomasa y refrigerante r-22.....	16
8. Incertidumbre y declaraciones.....	17
9. Calidad de datos e Integridad.....	18
10. Comparativa de resultados 2018 y 2019.....	19
11. Conclusiones.....	21

## Índice de Tablas

Tabla 1: Total de Emisiones de GEI de Emusa	1
Tabla 2: Límites Operacionales	4
Tabla 3: Fuentes de emisión de GEI y niveles de actividad utilizados	6
Tabla 4: Factores de emisión de GEI utilizados	7
Tabla 5: Emisiones de GEI de según fuentes y alcances	10
Tabla 6: Consumo de combustible por maquinarias fijas	12
Tabla 7: Consumo de combustible por maquinarias móviles	12
Tabla 8: Aire acondicionado	12
Tabla 9: Equipos extintores	13
Tabla 10: Consumo de energía eléctrica	13
Tabla 11: Consumo de agua	13
Tabla 12: Consumo de papel	14
Tabla 13: Viajes terrestres	14
Tabla 14: Viajes aéreos	15
Tabla 15: Generación de residuos sólidos	15
Tabla 16: Biomasa (emisiones de GEI Informativas)	16
Tabla 17: Gases refrigerantes (emisiones de GEI Informativas)	16
Tabla 18: Supuestos aplicados por tipo de fuente de emisión	18

## RESUMEN EJECUTIVO

Emusa Peru S.A.C. (en adelante Emusa) es una empresa dedicada a la elaboración de empaques flexibles en los sectores Food, Non Food y Agro con altos estándares de calidad. Tienen operaciones en Brasil, Perú y Guatemala con una cobertura de más de 22 países. Pertenecen al holding de empresas con presencia a nivel mundial con negocios en los mercados de papel, químicos, agroindustrial, energía, gestión portuaria, entre otros.

En cumplimiento de su estrategia de sostenibilidad corporativa, buscó conocer su Huella de Carbono. Así, podrá determinar sus principales actividades generadoras de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) e implementar sus estrategias de reducción/compensación de emisiones de GEI.

El presente informe tiene como objetivo dar a conocer el resultado del cálculo elaborado, explicando la metodología utilizada, así como la inclusión de los factores de emisión, procedimientos, niveles de actividad, límites y alcances de la Huella de Carbono. La información utilizada para la elaboración de este Informe corresponde al año 2019.

El total de emisiones de GEI generadas por las actividades de Emusa durante el periodo en estudio fueron de 4,787 tCO<sub>2</sub>e, tal como se detalla a continuación:

Tabla 1: Total de Emisiones de GEI de Emusa

Fuente	Dióxido de carbono [t CO <sub>2</sub> ]	Metano [kg CH <sub>4</sub> ]	Oxido Nítrico [kg N <sub>2</sub> O]	Emisiones de GEI [t CO <sub>2</sub> e]	Participación [%]
<b>Alcance 1</b>	<b>818</b>	<b>18</b>	<b>2</b>	<b>1,447</b>	<b>30.36%</b>
Consumo de combustible - maquinaria fija	782	14	1	783	16.43%
Consumo de combustible - maquinaria móvil	130	5	1	131	2.74%
Aire acondicionado	0	-	-	533	11.18%
Uso de extintores	0.3	0	0	0.3	0.01%
<b>Alcance 2</b>	<b>1,838</b>	<b>28</b>	<b>3</b>	<b>1,840</b>	<b>34.41%</b>
Consumo de energía eléctrica de la RED	1,638	29	3	1,640	34.41%
<b>Alcance 3</b>	<b>1,014</b>	<b>23,124</b>	<b>1,276</b>	<b>1,880</b>	<b>36.24%</b>
Traslado casa - trabajo de colaboradores	750	-	-	750	15.73%
Consumo de agua	0	-	-	7	0.14%
Consumo de papel	11	-	-	11	0.23%
Viajes terrestres	2	1	20	2	0.05%
Viajes aéreos	251	14	1,255	252	5.29%
Movilidad local	-	-	-	10	0.22%
Generación de residuos sólidos	0	23,110	0	647	13.57%
<b>Total</b>	<b>3,688</b>	<b>23,173</b>	<b>1,281</b>	<b>4,787</b>	<b>100.00%</b>
Combustión por biomasa	4.40	0.00	0.00	4.51	-
R-22	0.00	0.00	0.00	201.34	-

## 1. INTRODUCCIÓN

El cambio climático representa actualmente la mayor amenaza ambiental, social y económica del planeta. La temperatura media de la tierra sigue aumentando, rompiendo records en distintos puntos del mundo. Estos cambios han ocurrido debido a actividades humanas, sobre todo en la utilización de combustibles en la generación de electricidad y el transporte, así como la fabricación de diversos productos y la deforestación.

De mantenerse las tendencias actuales de las emisiones de gases de efecto Invernadero (GEI), es posible que en el año 2050 la variación media de la temperatura de la tierra haya superado los 2°C, lo que supondría, además de los importantes impactos sociales y medioambientales, enormes esfuerzos económicos de mitigación y adaptación por los países y las empresas.

Conocer el aporte individual frente al cambio climático con el cálculo formal de las emisiones de los gases de efecto Invernadero, lo que comúnmente se conoce como la cuantificación de la "Huella de Carbono" de una empresa del sector financiero viene siendo un estándar cada vez más común. Las corporaciones lo están tomando como parte imprescindible de sus estrategias de responsabilidad social corporativa. Siendo un proceso que va a seguir escalando prioridades a medida que se vayan evidenciando más los problemas climáticos, los riesgos frente a estos cambios van generando mayor interés y compromiso por parte de empresas no solo como parte de su responsabilidad ambiental y social, sino también como parte de la responsabilidad fiduciaria que tienen frente a sus accionistas e inversionistas.

Medir su impacto le permitirá identificar sus principales fuentes de emisión de GEI y determinar las acciones y estrategias que reducirán sus impactos, generando a su vez otros beneficios de tipo ambiental, social y económicos, pudiendo inclusive poder presentar su reporte ante la iniciativa mundial del Carbon Disclosure Project CDP [www.cdproject.net](http://www.cdproject.net) y que este a la altura de otras empresas de nivel internacional que hacen este tipo de reportes, e incluso convertirse en una empresa Carbono Neutro® a través de la compensación de su huella de carbono (carbon footprint offsetting).

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Emusa Peru S.A.C. (en adelante Emusa) es una empresa dedicada a la elaboración de empaques flexibles en los sectores Food, Non Food y Agro con altos estándares de calidad. Tienen operaciones en Brasil, Perú y Guatemala con una cobertura de más de 22 países. Pertenecen al holding de empresas con presencia a nivel mundial con negocios en los mercados de papel, químicos, agroindustrial, energía, gestión portuaria, entre otros.

## 3. LÍMITES DE LA HUELLA DE CARBONO

Debido a las características de Emusa, como parte de la metodología para delimitar el límite se aplicó el enfoque de control operacional.

### » Límite Operacional:

Para la Huella de Carbono Corporativa de Emusa se han tomado en cuenta todas las fuentes generadoras de emisiones de GEI, de forma directa e indirecta de las áreas que se encuentran bajo el control y administración de Emusa.

### ALCANCES

**ALCANCE 1:** Emisiones de GEI directas de fuentes propias y que están controladas por la empresa.

**ALCANCE 2:** Emisiones de GEI asociadas al consumo de energía eléctrica del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN).

**ALCANCE 3:** Emisiones de GEI Indirectas de Emusa distintas al consumo de energía eléctrica.

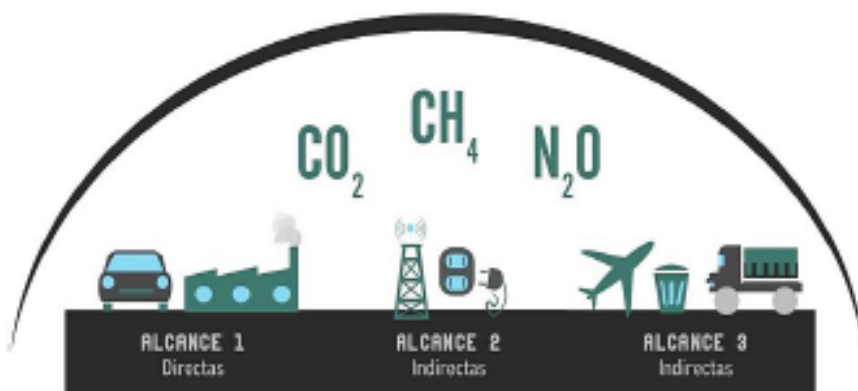


Tabla 2: Límites Operacionales

Alcance	Fuentes de emisión identificadas	Descripción
1	Consumo de combustible por maquinaria fija propia	Corresponde al consumo de combustible por la maquinaria fija propia de la empresa.
	Consumo de combustible por maquinaria móvil propia	Corresponde al consumo de combustible por la maquinaria móvil propia de la empresa.
	Aire acondicionado	Corresponde a las emisiones de GEI fugitivas debido a la recarga de gas refrigerante usado en los equipos de aire acondicionado.
	Uso de extintores	Corresponde a las emisiones de GEI fugitivas debido a la recarga de gases en los equipos extintores
2	Consumo de energía eléctrica de SEIN	Corresponde al consumo de electricidad, proveniente de la red nacional (SEIN).
3	Traslado casa – trabajo	Corresponde a las emisiones de GEI indirectas generadas por el transporte de los trabajadores (desde su vivienda al centro de trabajo y viceversa).
	Consumo de agua potable	Corresponde a las emisiones de GEI generadas por las bombas de agua utilizadas por la red pública de agua para enviar este recurso a los usuarios finales.
	Consumo de papel	Corresponde a las emisiones de GEI generadas por el papel consumido en oficinas y usado en actividades de impresión, así como el consumo de papel higiénico y papel toalla.
	Viajes terrestres	Corresponde a las emisiones de GEI indirectas generadas por los viajes terrestres nacionales, realizados por el personal por asuntos laborales.
	Viajes aéreos	Corresponde a las emisiones de GEI indirectas generadas por los viajes aéreos, realizados por el personal por asuntos laborales.
	Movilidad local	Corresponde a las emisiones de GEI generadas por los colaboradores en el uso de servicio de taxi por motivos laborales.
	Generación de residuos sólidos	Corresponde a las emisiones de GEI debido a la generación de residuos sólidos.
Transporte de residuos sólidos	Corresponde a las emisiones de GEI debido al transporte de residuos sólidos desde la empresa hacia su disposición final.	

» [Periodo de reporte cubierto](#)

Las emisiones de GEI estimadas en el presente Informe corresponden al año 2019.

## 4. METODOLOGÍA

La Huella de Carbono Corporativa de Emusa ha sido elaborada siguiendo el cumplimiento de los principios del ISO 14064, así como las orientaciones y principios del Protocolo de GEI, este protocolo es reconocido como la herramienta de contabilidad Internacional más utilizada en el sector empresarial y gubernamental para entender, cuantificar y gestionar las emisiones de GEI. Este es el estándar Internacional más ampliamente aceptado a nivel global.

### 4.1 Principios de Cálculo:

Seguendo el Protocolo de GEI, el Informe se basó en los siguientes principios:

<b>RELEVANCIA</b>	El cálculo de emisiones (llamado también inventario) debe abarcar todas las actividades de la empresa, de tal manera que se reflejen sus emisiones de manera apropiada.
<b>INTEGRIDAD</b>	Para el cálculo de la Huella de Carbono deben considerarse todas las fuentes de emisiones de GEI. En el supuesto de que se excluyan algunas fuentes del cálculo esto debe ser justificado debidamente.
<b>TRANSPARENCIA</b>	Tanto los cálculos como la información de los procesos, actividades y servicios deberán ser presentados en forma concisa, neutral y coherente. Tanto los métodos y factores empleados como cualquier suposición necesaria para el cálculo deben estar debidamente documentados.
<b>PRECISIÓN</b>	Debe quedar asegurado que la cuantificación de las emisiones se ajusta lo máximo posible a la realidad, reduciendo al mínimo el margen de error y la incertidumbre.
<b>CONSISTENCIA</b>	Para el cálculo deben utilizarse métodos unitarios. Toda desviación de los factores establecidos, las fronteras organizacionales, etc. debe ser expuesta y justificada debidamente.

Respecto a los métodos de cálculo, se siguieron principalmente las metodologías señaladas en las Directrices para la elaboración de inventarios nacionales del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). Estas Directrices son mundialmente usadas por los países que reportan inventarios nacionales de GEI por lo que son altamente calificadas.





#### 4.2 Fuentes de emisión y niveles de actividad:

Una fuente de emisión de GEI, es cualquier proceso o actividad que libera uno o más GEI (tal como CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O) a la atmósfera. Los niveles de actividad son datos sobre la magnitud de la actividad humana, resultante en emisiones que ocurren durante un periodo de tiempo determinado. En el caso de Emusa se tomaron en cuenta las siguientes fuentes de emisión y niveles de actividad:

Tabla 3: Fuentes de emisión de GEI y niveles de actividad utilizados

Alcance	Fuentes de emisión identificadas	Nivel de actividad	Unidades	Símbolo
1	Consumo de combustible - maquinaria fija propia	Consumo de diésel B5 y gasolina por fuentes fijas	Galones	gal
	Consumo de combustible - maquinaria móvil propia	Consumo de diésel B5 fuentes móviles	Galones	gal
	Aire acondicionado	Cantidad cargada de gas refrigerante	Kilogramo	kg
	Uso de equipos extintores	Cantidad cargada de gas	Kilogramo	kg
2	Consumo de energía eléctrica del SEIN	Cantidad de KiloWatts hora consumida	KiloWatts hora	KWh
	Traslado casa – trabajo	Distancia recorrida	Kilómetro/hora	km/h
	Consumo de agua potable	Cantidad de agua consumida	Metro cúbico	m <sup>3</sup>
3	Consumo de papel	Cantidad de papel consumido	Kilogramo	kg
	Viajes terrestres	Distancia recorrida	Kilómetro	km
	Viajes aéreos	Distancia recorrida	Kilómetro	km
	Movilidad local	Distancia recorrida	Kilómetro	km
	Generación de residuos sólidos	Cantidad de residuos sólidos generados	Kilogramo	kg
	Transporte de residuos sólidos	Distancia recorrida	Kilómetro	km

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
RECUPERACIÓN DE VAPOR DE SOLVENTES PARA MEJORAR  
LA CALIDAD DE AIRE DEL ÁREA DE IMPRESIÓN  
FLEXOGRÁFICA, EN LA EMPRESA ENVASES MULTIPLES  
PERU S.A.C., PERIODO 2020

#### 4.3 Factor de emisión:

Los factores de emisión son valores numéricos que relacionan los niveles de actividad con la cantidad del compuesto químico (GEI) que será emitido específicamente por una fuente de emisión. Los factores de emisión a ser utilizados en este cálculo son los que se detallan a continuación:

Tabla 4: Factores de emisión de GEI utilizados:

Alcance	Fuente de emisión de GEI	Indicador	Valor	Unidad	Fuente
1	Consumo de combustibles - maquinaria fija propia	Diésel (DB5)	74,100	kg CO <sub>2</sub> /TJ	Directrices del IPCC – 2006 Volumen 2 Energía
			3.00	kg CH <sub>4</sub> /TJ	
		0.60	kg N <sub>2</sub> O/TJ		
		Gasolina (Gasohol)	69,300	kg CO <sub>2</sub> /TJ	
			3.00	kg CH <sub>4</sub> /TJ	
		0.60	kg N <sub>2</sub> O/TJ		
	Consumo de combustibles - maquinaria móvil propia	Diésel (DB5)	74,100	kg CO <sub>2</sub> /TJ	
			3.90	kg CH <sub>4</sub> /TJ	
		3.90	kg N <sub>2</sub> O/TJ		
		Gasolina (Gasohol)	69,300	kg CO <sub>2</sub> /TJ	
			3.80	kg CH <sub>4</sub> /TJ	
		5.70	kg N <sub>2</sub> O/TJ		
Aire acondicionado	R-410	1,924	Kg CO <sub>2</sub> / kg U	IPCC: The Fifth Assessment Report (AR5)	
	R-22	1,760	Kg CO <sub>2</sub> / kg U		
Equipos extintores	CO <sub>2</sub>	1	Kg CO <sub>2</sub> / kg U	IPCC: The Fifth Assessment Report (AR5)	
2	Consumo de energía eléctrica	Emisiones de CO <sub>2</sub>	0.17	tCO <sub>2</sub> /MWH	Elaboración propia en base de Datos obtenidos del Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional (COES).
		Emisiones de CH <sub>4</sub>	0.00	tCH <sub>4</sub> /MWH	
		Emisiones de N <sub>2</sub> O	0.00	tN <sub>2</sub> O/MWH	
Consumo de agua potable	Emisiones de CO <sub>2</sub> e	0.3440	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	DEFRA 2019	
Consumo de papel	Virgen	952.68	kgCO <sub>2</sub> /ton papel	DEFRA 2019	
	Reciclado	794.24			
3	Transporte casa-trabajo	Ómnibus	0.12	kgCO <sub>2</sub> e / km-persona	Miles per gallon for typical vehicles based on averages from US - EPA 2001 Guide
		Auto propio - D2	0.34		
		Auto propio - Gasolina	0.26		
		Auto propio - GLP	0.24		
		Auto propio - GNV	0.21		
		Taxi	0.12		
		Motocicleta	0.09		
		Combi	0.03		
		Mototaxi	0.09		
		Custer	0.04		
		Caminata	-		
Bicicleta	-				

## IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE VAPOR DE SOLVENTES PARA MEJORAR LA CALIDAD DE AIRE DEL ÁREA DE IMPRESIÓN FLEXOGRÁFICA, EN LA EMPRESA ENVASES MULTIPLES PERU S.A.C., PERIODO 2020



Huella de Carbono Corporativa 2019 de  
Emusa



Alcance	Fuente de emisión de GEI	Indicador	Valor	Unidad	Fuente
	Viajes terrestres	Pasajero promedio Pasajero/km	0.12076	kgCO <sub>2</sub> e / km-persona	DEFRA 2019
	Viajes aéreos	Pasajero promedio Pasajero/km	0.18078	kgCO <sub>2</sub> e / km-persona	DEFRA 2019
	Generación de residuos sólidos	Papel y textiles	0.40		
		Jardín, desechos de parques u otros elementos orgánicos putrescibles	0.17	% COD*	Directrices del IPCC - 2006 Volumen 5 Desechos
		Alimentos	0.15		
		Madera o paja	0.30		
	Potencial de Calentamiento Global <sup>1</sup> (PCG)	CO <sub>2</sub>	1		IPCC: The Fifth Assessment Report (AR5)
		CH <sub>4</sub>	28		
		CH <sub>4</sub> biomasa	30		
		N <sub>2</sub> O	265		
		HFC - 22	1,760		
		R410A	1,924		
<b>VCN</b>					
	Combustible	No-Biocombustible	Biocombustible	Unidad	Fuente
	Diésel (DBS)	1.42E-04	9.05E-05	[TJ/gal]	INFOCARBON O - MINAM
	Gasolina (Gasohol)	1.22E-04	9.05E-05	[TJ/gal]	

Fuente: Elaboración propia, las fuentes se indican en cada ítem.  
\*Compuesto orgánico degradable



Huella de Carbono Corporativa 2019 de  
Emusa



### 5. RESPONSABLES DE LA ENTREGA DE LA INFORMACIÓN

El primer paso para la medición de la Huella de Carbono Corporativa consiste en designar y organizar a los responsables de la información considerando la clasificación por Alcance y las fuentes de emisión identificadas en el desarrollo de la Huella de Carbono, dando especial control a las fuentes con mayores emisiones de GEI.

Como parte de las actividades generales del responsable de la entrega de información, se considera lo siguiente:

El Responsable General, Jessica López, estuvo encargado de la recopilación y llenado de los formatos según cada fuente de emisión de GEI, realizando su respectivo control de calidad, para luego reportar directamente al responsable general, para que este envíe la información de manera sintetizada al equipo de A2G.

El Responsable General, tuvo a su cargo la coordinación directa con el equipo de A2G, así como el establecimiento del Plan de Trabajo para la entrega de información utilizando los formatos establecidos para tal fin, así mismo mantuvo comunicación con los tomadores de decisión de Emusa, a quienes mantuvo informado del desarrollo del plan de trabajo.

El responsable general propuesto por Emusa fue:

Responsable General	Área	Correo electrónico	Teléfono
Jessica López	Analista de Operaciones de Producción	<a href="mailto:jessica.lopez@emusa.com.pe">jessica.lopez@emusa.com.pe</a>	935 923 675

## 6. CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO

La Huella de Carbono Corporativa o Inventario de Emisiones de GEI se estima mediante el uso de información (niveles de actividad) de Emusa y la aplicación de distintos factores de emisión, específicos para cada fuente de emisión de GEI identificada. Esta huella de carbono considera dos plantas que opera Emusa.

### 6.1 Emisiones netas de GEI:

Las emisiones de GEI generadas por las actividades de Emusa durante el año 2019 fueron de:

**4,767 Toneladas de CO<sub>2</sub>e.**

Tabla 5: Emisiones de GEI de según fuentes y alcances

Fuente	Dióxido de carbono [t CO <sub>2</sub> ]	Metano [kg CH <sub>4</sub> ]	Óxido Nitrroso [kg N <sub>2</sub> O]	Emisiones de GEI [t CO <sub>2</sub> e]	Participación [%]
<b>Alcance 1</b>	<b>813</b>	<b>18</b>	<b>2</b>	<b>1,447</b>	<b>30.36%</b>
Consumo de combustible - maquinaria fija	782	14	1	783	16.43%
Consumo de combustible - maquinaria móvil	130	5	1	131	2.74%
Aire acondicionado	0	-	-	533	11.18%
Uso de extintores	0.3	0	0	0.3	0.01%
<b>Alcance 2</b>	<b>1,838</b>	<b>29</b>	<b>3</b>	<b>1,840</b>	<b>34.41%</b>
Consumo de energía eléctrica de la RED	1,638	29	3	1,640	34.41%
<b>Alcance 3</b>	<b>1,014</b>	<b>23,124</b>	<b>1,276</b>	<b>1,880</b>	<b>36.24%</b>
Traslado casa - trabajo de colaboradores	750	-	-	750	15.73%
Consumo de agua	0	-	-	7	0.14%
Consumo de papel	11	-	-	11	0.23%
Viajes terrestres	2	1	20	2	0.05%
Viajes aéreos	251	14	1,255	252	5.29%
Movilidad local	-	-	-	10	0.22%
Generación de residuos sólidos	0	23,110	0	647	13.57%
<b>Total</b>	<b>3,688</b>	<b>23,173</b>	<b>1,281</b>	<b>4,787</b>	<b>100.00%</b>

Emusa desarrolla sus procesos productivos mediante la utilización de 2 fuentes de energía: la energía eléctrica y los combustibles (gas natural y GLP). La principal fuente de generación de GEI es el consumo de energía eléctrica con el 34.41% de la Huella total. Para el año 2019 se consumieron 72 m<sup>3</sup> menos de GLP y 78,624 m<sup>3</sup> más de gas natural, lo que en su balance originó que la fuente de emisión Consumo de combustible en equipos fijos sea la segunda fuente más importante con 16.43% del total de la Huella de este año.

## IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE VAPOR DE SOLVENTES PARA MEJORAR LA CALIDAD DE AIRE DEL ÁREA DE IMPRESIÓN FLEXOGRÁFICA, EN LA EMPRESA ENVASES MULTIPLES PERU S.A.C., PERIODO 2020



Huella de Carbono Corporativa 2019 de Emusa



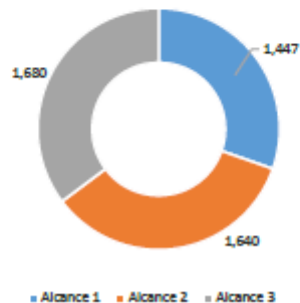
Gráfico 1: Participación de las emisiones de GEI



### 6.2 Emisiones de GEI según alcances:

Al agrupar las emisiones de GEI según alcances, en el presente gráfico, podemos observar que el Alcance 1, es decir las emisiones directas, representa el 30.35% (1,447 tCO<sub>2</sub>e), mientras que las emisiones indirectas de Emusa representan, en el Alcance 2 (emisiones provenientes del consumo de energía eléctrica) el 34.41% (1,640 tCO<sub>2</sub>e) y en el Alcance 3 (otras emisiones de GEI Indirectas) el 35.24% (1,680 tCO<sub>2</sub>e) de las emisiones generadas por Emusa. El Alcance 1 y 2 representan el 64.76% (3,087 tCO<sub>2</sub>e) y las emisiones Indirectas de Emusa (Alcance 2 y 3) representan el 69.65% (3,302 tCO<sub>2</sub>e) de su Huella de Carbono Corporativa.

Gráfico 2: Emisiones de GEI por tipo de alcance



### 6.3 Emisiones de GEI según fuentes:

#### 6.3.1 Consumo de combustible en maquinaria fija propia

Esta fuente considera las emisiones de GEI generadas por el consumo de combustible por la maquinaria fija que es propia de Emusa. Para este periodo de estudio se han realizado un consumo total de 60 m<sup>3</sup> de GLP y 341,496 m<sup>3</sup> de gas natural.

Para el cálculo, se convirtió la cantidad de metros cúbicos consumidos a unidades energéticas (Terajoules) para luego multiplicarlo por sus respectivos factores de emisión.

Las emisiones de GEI generadas por las fuentes fijas de Emusa fueron 783 tCO<sub>2</sub>e, tal como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 6: Consumo de combustible por maquinarias fijas

Combustible	Consumo de combustible [ m <sup>3</sup> ]	Energía [ T.J ]	Emisiones de GEI [ tCO <sub>2</sub> e ]
GLP	60	2	105
Gas natural	341,496	12	678

#### 6.3.2 Consumo de combustible en maquinaria móvil propia

Esta fuente considera las emisiones de GEI generadas por el consumo de combustible por maquinaria móvil que son propias de Emusa. Para este periodo de estudio se ha realizado un consumo total de 14,014 galones de diésel.

Para el cálculo, se convirtió la cantidad de galones consumidos a unidades energéticas (Terajoules) para luego multiplicarlo por su respectivo factor de emisión.

Las emisiones de GEI generadas por las fuentes móviles de Emusa fueron de 131 tCO<sub>2</sub>e, tal como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 7: Consumo de combustible por maquinarias móviles

Combustible	Consumo de combustible [ Gal ]	Energía [ T.J ]	Emisiones de GEI [ tCO <sub>2</sub> e ]
Diésel	14,014	2	131

#### 6.3.3 Aire acondicionado

Durante el periodo de estudio, Emusa recargó gases refrigerantes a sus equipos de aire acondicionado, las emisiones de GEI fugitivas generadas por la carga de este gas refrigerante se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 8: Aire acondicionado

Tipo de gas	Equipos	Recarga anual [ Kg ]	Emisiones de GEI [ tCO <sub>2</sub> e ]
R410	25	257	494
R134	13	30	39

#### 6.3.4 Uso de equipos extintores

Durante el periodo de estudio, Emusa recargó los equipos extintores con gases de CO<sub>2</sub>, las emisiones de GEI fugitivas generadas por la carga de este gas refrigerante se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 9: Equipos extintores

Tipo de gas	Recarga anual [ Kg ]	Emisiones de GEI [ tCO <sub>2</sub> e ]
CO <sub>2</sub>	326.3	0.3

#### 6.3.5 Consumo de energía eléctrica de la Red Nacional

Esta fuente considera las emisiones de GEI generadas por el consumo de electricidad sólo por Emusa proveniente de la red nacional (SEIN).

De acuerdo con la información proporcionada, en Emusa se consumió 9,371,819 kWh de energía eléctrica. Así, debido a esta actividad, Emusa, durante el periodo en estudio, generó 1,640 tCO<sub>2</sub>e.

Tabla 10: Consumo de energía eléctrica

Consumo de energía [ kWh ]	Emisiones de GEI [tCO <sub>2</sub> e]
9,371,819	1,640

#### 6.3.6 Consumo de agua

Esta fuente considera las emisiones de GEI generadas por el consumo de agua sólo por Emusa proveniente de la red pública.

De acuerdo con la información proporcionada, en Emusa se consumió 19,840 m<sup>3</sup> de agua. Así, debido a esta actividad, Emusa, durante el periodo en estudio, generó 7 tCO<sub>2</sub>e.

Tabla 11: Consumo de agua

Consumo de agua [ m <sup>3</sup> ]	Emisiones de GEI [tCO <sub>2</sub> e]
19840	7

#### 6.3.7 Consumo de papel

Esta fuente considera las emisiones de GEI generadas por el consumo de papel (11,557 Kg) en Emusa. Las emisiones indirectas se identifican por la deforestación de las plantaciones y el proceso de fabricación.

Para el cálculo se tomó en cuenta la sostenibilidad del producto, el gramaje, tamaño y cantidad de empaques usados, para luego multiplicarlos por el factor de emisión de papel.

Emusa, durante el periodo en estudio, generó 11 tCO<sub>2</sub>e debido a esta actividad. La información se detalla en la siguiente tabla:

## IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE VAPOR DE SOLVENTES PARA MEJORAR LA CALIDAD DE AIRE DEL ÁREA DE IMPRESIÓN FLEXOGRÁFICA, EN LA EMPRESA ENVASES MULTIPLES PERU S.A.C., PERIODO 2020



Huella de Carbono Corporativa 2019 de  
Emusa



Tabla 12: Consumo de papel

Descripción	Cantidad de empaques [Número]	Proceso	Peso total [kg]	Emisiones de GEI [tCO <sub>2</sub> e]
Papelera	137	Normal	11,557	11

### 6.3.8 Traslado casa – trabajo de colaboradores

Esta fuente considera las emisiones de GEI generadas por el consumo de combustible realizadas por el transporte de los trabajadores de su hogar hacia su centro laboral y viceversa, bajo diferentes modos: auto propio, taxi, metropolitano, bus, etc.

Para el cálculo se realizó una encuesta a los colaboradores de Emusa, tomando en cuenta el medio de transporte utilizado, el tiempo de recorrido y el número de días de trabajo.

El cálculo del factor de emisión se basó en el estudio de EPA 2001 Guide<sup>2</sup>, donde se considera una velocidad media por cada tipo de medio de transporte y su respectiva generación de dióxido de carbono equivalente del kilómetro recorrido por persona.

Emusa durante el periodo en estudio, generó 750 tCO<sub>2</sub>e debido a esta actividad.

### 6.3.9 Viajes terrestres

Esta fuente considera las emisiones de GEI generadas por el kilómetro recorrido en los viajes terrestres realizados al Interior del país por motivo de trabajo.

Para el cálculo de esta actividad se consideró el factor de emisión de acuerdo al rango de longitud en kilómetros, proporcionada por DEFRA<sup>3</sup>.

Emusa, durante el periodo en estudio, generó 2 tCO<sub>2</sub>e debido a esta actividad, la información se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 13: Viajes terrestres

Cantidad de personas que viajaron	Emisiones de GEI [tCO <sub>2</sub> e]
37	2

### 6.3.10 Viajes aéreos

Esta fuente considera las emisiones de GEI generadas por el kilómetro recorrido en los viajes aéreos realizados al exterior e interior del país por motivo de trabajo.

Para el cálculo de esta actividad se consideró el factor de emisión de acuerdo al rango de longitud en kilómetros, proporcionada por DEFRA<sup>4</sup>.

Emusa, durante el periodo en estudio, generó 252 tCO<sub>2</sub>e debido a esta actividad, la información se detalla en la siguiente tabla:

<sup>2</sup> <https://www.epa.gov/guide-to-topical-articles/energy-from-05-epa2001-guide>  
<sup>3</sup> [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/2019](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/2019)  
<sup>4</sup> [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/2019](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/2019)



Huella de Carbono Corporativa 2019 de  
Emusa



Tabla 14: Viajes aéreos

Cantidad de personas que viajaron	Emisiones de GEI [tCO <sub>2</sub> e]
268	252

### 6.3.11 Movilidad local

Esta fuente considera las emisiones de GEI generadas por el uso de combustible de los vehículos utilizados por el servicio de taxi a favor de Emusa. Para el año 2019, los vehículos utilizados para el servicio de taxi recorrieron aproximadamente 49,830 km, generando 11 tCO<sub>2</sub>e.

### 6.3.12 Generación de residuos sólidos

Esta fuente considera las emisiones de GEI generadas por la descomposición y degradación de los residuos sólidos, tales como residuos orgánicos, papel y cartón, que son considerados en el Protocolo de GEI.

Emusa, durante el periodo en estudio, generó 647 tCO<sub>2</sub>e debido a esta actividad, la información se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 15: Generación de residuos sólidos

Total de desechos (solo COD) [t]	Factor de Corrección de Metano (FCM)	Emisiones de GEI [t CO <sub>2</sub> e]	Emisiones de GEI [t CH <sub>4</sub> e]	Emisiones de GEI [t N <sub>2</sub> O]	Emisiones de GEI [t CO <sub>2</sub> e]
520	1	-	20	-	647



## 7. COMBUSTIÓN POR BIOMASA Y REFRIGERANTE R-22

En esta sección se consideran las emisiones de GEI generadas por la combustión de los biocombustibles y el uso de refrigerante R-22. Ambas fuentes de emisión no se consideran dentro de la huella de carbono corporativa de una empresa según los lineamientos de la ISO 14064.

Las emisiones de GEI generadas por el consumo de biodiesel en equipos móviles resultaron ser 5 tCO<sub>2</sub>e. Es así que la combustión por biomasa resultó un total de 5 tCO<sub>2</sub>e. La Información se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 16: Biomasa<sup>2</sup> (emisiones de GEI Informativas)

Tipo de combustible	Biocombustible [ gal ]	Emisiones de GEI [ tCO <sub>2</sub> e ]
Biodiesel	701	5

Las emisiones por la recarga del gas refrigerante R-22 resultó de 201 tCO<sub>2</sub>e. La Información se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 17: Gases refrigerantes (emisiones de GEI Informativas)

Tipo de gas	Equipos	Recarga anual [Kg]	Emisiones de GEI [tCO <sub>2</sub> e]
R-22	2	114	201

## 8. INCERTIDUMBRE Y DECLARACIONES

Para el cálculo del inventario de las emisiones de GEI de Emusa correspondiente al periodo de estudio, la incertidumbre estimada se encuentra en los factores de emisión.

Los factores de emisiones de GEI utilizados para la elaboración del inventario de GEI o Huella de Carbono Corporativa 2019 de Emusa, han sido obtenidos de fuentes oficiales y específicas de acuerdo a cada uno de los tipos de fuentes emisoras. La adecuada selección de los factores de emisión busca minimizar, en la medida de lo posible, la incertidumbre del inventario y hacerlo así, más representativo. Estos factores de emisión han sido aplicados en base a las directrices del IPCC 2006, así como la versión revisada del GHG Protocol.

Para el caso del factor de emisión de generación eléctrica, fue determinado de acuerdo a los combustibles utilizados para la generación de energía eléctrica del país.

En el caso de las fuentes de emisión, en la información brindada del nivel de actividad durante el periodo en estudio por Emusa, no se dispuso de información en dos fuentes de emisión y se realizaron proyecciones en otras dos fuentes de emisión, tal como se indica en el capítulo 9 "Calidad de datos e integridad" del presente Informe.

La información a nivel de actividad ha sido evaluada mediante un control de calidad interno, contrastando esta, con información histórica de Emusa, corroborando la veracidad de la misma, logrando un nivel de aseguramiento de información óptima del nivel de actividad.

El cálculo del inventario de GEI de Emusa ha sido elaborado siguiendo los principios del ISO 14064, así como las orientaciones y principios del GHG Protocol. Este protocolo es reconocido como la herramienta de contabilidad internacional más utilizada en el sector empresarial y gubernamental para entender, cuantificar y gestionar las emisiones de GEI. Este es el estándar internacional más ampliamente aceptado a nivel global.

## 9. CALIDAD DE DATOS E INTEGRIDAD

Cumpliendo con el principio de transparencia en la estimación de las emisiones de GEI aquí reportadas se presenta la evaluación de los niveles de actividad:

Tabla 18: Supuestos aplicados por tipo de fuente de emisión

Fuente de emisión	Nivel de actividad	Supuestos aplicados
Consumo de combustible - maquinaria fija	Data primaria	-
Consumo de combustible - maquinaria móvil	Data primaria	-
Aire acondicionado	Data primaria	-
Uso de equipos extintores	Data primaria	-
Consumo de energía eléctrica de la RED	Data primaria	-
Traslado casa - trabajo de colaboradores	Data secundaria	-
Consumo de agua potable	Data primaria	-
Consumo de papel	Data secundaria	-
Viajes terrestres	Data secundaria	Emusa no dispuso de información de los orígenes y destino de todas las rutas de los viajes terrestres. Se estimó un ratio de soles/km promedio por los viajes que sí disponían de esta información.
Viajes aéreos	Data secundaria	Emusa no dispuso de información de los orígenes y destino de todas las rutas de los viajes aéreos. Se estimó un ratio de soles/km promedio por los viajes que sí disponían de esta información.
Movilidad local	Data secundaria	Emusa no dispuso de información sobre las distancias recorridas de los servicios de taxi utilizados, en su lugar dispónia de información del monto económico asignado para este servicio.
Generación de residuos sólidos	Data secundaria	-

Leyenda:

Debil – Priorizada para mejoramiento
Satisfactoria – Puede ser mejorada
Buena – No se recomiendan cambios

## 10. COMPARATIVA DE RESULTADOS 2018 Y 2019

A continuación, se muestra la comparativa de resultados de la Huella de Carbono Corporativa de Emusa de los años 2018 y 2019, considerando todas las fuentes de emisiones de GEI identificadas, con el objetivo de conocer las variaciones ocurridas y así pueda elaborar mejores estrategias e indicadores de sostenibilidad:

Fuente de emisión de GEI	2018 [ t CO <sub>2</sub> e ]	2019 [ t CO <sub>2</sub> e ]	Variación	Análisis
<b>Alcance 1</b>				
Equipos fijos propios	753	783	4%	Si bien la cantidad de GLP consumido ha disminuido, la cantidad de gas natural consumido ha incrementado a tal medida que la cantidad de emisiones de GEI resultantes varíe mínimamente en referencia al año anterior.
Equipos móviles propios	14	131	857%	En el año 2019, la cantidad de consumo de diésel creció significativamente con respecto al año anterior, esto a causa de la mayor intensidad en operaciones.
Aire acondicionado	533	533	0%	La cantidad de gas refrigerante recargado en el año 2019 fue el mismo que el año anterior.
Uso de extintores	0.3	0.3	15%	En el año 2019, la recarga de gases para extintores aumentó en 43 kg, ese aumento generó una variación positiva de 15% respecto al año anterior.
<b>Alcance 2</b>				
Consumo de energía eléctrica de la RED	1,470	1,640	12%	La cantidad de energía consumida en el año 2019 supera en 736 mil kWh respecto al año anterior, esto genera un aumento de emisiones en esta actividad de 12%. En este caso la variación del factor de emisión ha sido mínimo.
<b>Alcance 3</b>				
Traslado casa - trabajo de colaboradores	846	750	-11%	La cantidad de emisiones de GEI en esta fuente disminuyó del 2018 al 2019 principalmente debido a que la cantidad de personal disminuyó en 61 colaboradores.
Consumo de agua potable	10	7	-32%	Esta fuente de emisión disminuyó con respecto al año anterior debido a que la demanda de agua en el 2019 fue menor.
Consumo de papel	12	11	-7%	La cantidad de papel consumido en el año 2019 fue menor que en el año 2018, por ello se evidencia una reducción de emisiones del 7%.

Viajes terrestres	1	2	95%	Para el año 2019 se recorrieron 10,000 km más que el año anterior en los viajes terrestres (con una cantidad de pasajeros similar). Por ese motivo las emisiones se duplicaron en el año 2019 frente al 2018.
Viajes aéreos	204	252	23%	Para el año 2019 se recorrieron 400,000 km más que el año anterior en los viajes aéreos. Por ese motivo las emisiones se duplicaron incrementaron en 23% frente al 2018.
Movilidad local	11	10	-8%	En el año 2018 se realizó un mayor uso de servicios de taxi, donde se recorrieron en total 5,000 km más que la distancia recorrida por el uso de taxi en el año 2019. Por este motivo esta actividad tiene una reducción de emisiones de 8%.
Generación de residuos sólidos	511	647	27%	La cantidad de residuos generados en el año 2019 frente al 2018 fue mayor en 129 toneladas, esto originó que esta actividad incremente las emisiones en 27%.
<b>Total Huella de Carbono</b>	<b>4,365</b>	<b>4,767</b>	<b>9%</b>	A nivel general, la huella de carbono del año 2018 incrementó en 402 tCO <sub>2</sub> e, lo que origina un aumento del 9%.
Número de colaboradores	540	479	-11%	Las emisiones de GEI per cápita se incrementaron en el año 2019 debido a que la cantidad de colaboradores disminuyó en 61 personas.
Emisiones de GEI per cápita	8.1	10.0	23%	

## 11. REDUCCIÓN DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS POR RECUPERACIÓN DE DISOLVENTES

Emusa, como parte del proceso para la generación de sus productos, utiliza diversos componentes químicos, entre ellos diferentes disolventes. Estos compuestos son sustancias químicas que se utilizan para procesos de disolución, en combinación con adhesivos y tintas presentes en los tipos de empaques fabricados.

Actualmente, la empresa utiliza los siguientes disolventes:

- N-Propanol
- Alcohol etílico
- Etanol (Alcohol Anhidrido)
- Mosstanol
- Metoxi propanol
- Etoxi propanol
- 2 – Propanol
- N propil acetato
- Acetato de etilo
- CipWash ultra
- Anilox Cleaner NF
- Anilox Roll Kleen Plus 3B

Emusa ha identificado como posible proyecto, la recuperación de parte de estos disolventes utilizados en los diferentes procesos productivos, mediante la adquisición de una "Planta Modular para la Recuperación de Disolventes" dentro de su planta de operaciones, con la cual se espera reducir en parte, las emisiones atmosféricas contaminantes producidas en sus procesos productivos.

### 11.1 Emisiones contaminantes

Los disolventes en estado de vapor se traducen en emisiones perjudiciales para el ambiente y la salud. Debido a ello, instancias como el Protocolo de Kyoto y el Protocolo de Montreal, contemplan medidas para disminuir las emisiones de estos compuestos a la atmósfera de manera que eviten sus efectos negativos.

Los disolventes, en su evaporación al ser utilizados, generan la formación de gases en el ambiente, tal como el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), el monóxido de carbono (CO), materiales particulados y contaminantes secundarios de ozono.

Incorporar un recuperador de disolventes en estado de vapor dentro de la planta de EMUSA, contribuirá a la reducción de emisiones contaminantes, al mismo tiempo que reducirán el impacto negativo al ambiente y a la salud. Para conocer los diferentes tipos de contaminantes que se generarían, los volúmenes y el impacto a ser generado/reducido, se recomienda llevar a cabo análisis de laboratorio específicos para cada disolvente.



Huella de Carbono Corporativa 2019 de  
Emusa



### 11.2 Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

El uso y consumo de disolventes no genera emisiones de los gases de efecto invernadero GEI que según el Protocolo de GEI,<sup>6</sup> deben incluirse en un inventario de GEI (medición de una huella de carbono). Si bien los disolventes pueden generar Hidrofluorocarbonos (HCFCs), que son considerados gases de efecto invernadero, en Perú este tipo de compuestos están restringidos desde el año 2017<sup>7</sup>. En nuestro país ya no se permite que este tipo de componentes se incorporen dentro de la estructura química de productos como los disolventes<sup>8</sup>.

El proyecto de recuperación de disolventes en estado de vapor de Emusa, si bien generará una reducción de contaminantes a la atmósfera, ayudando al ambiente y mejorando la salud de sus empleados, no generará una reducción de emisiones GEI en su huella de carbono.

<sup>6</sup> Los GEI a ser contabilizados de acuerdo con el Protocolo de GEI son: CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, O<sub>3</sub> y vapor de agua.

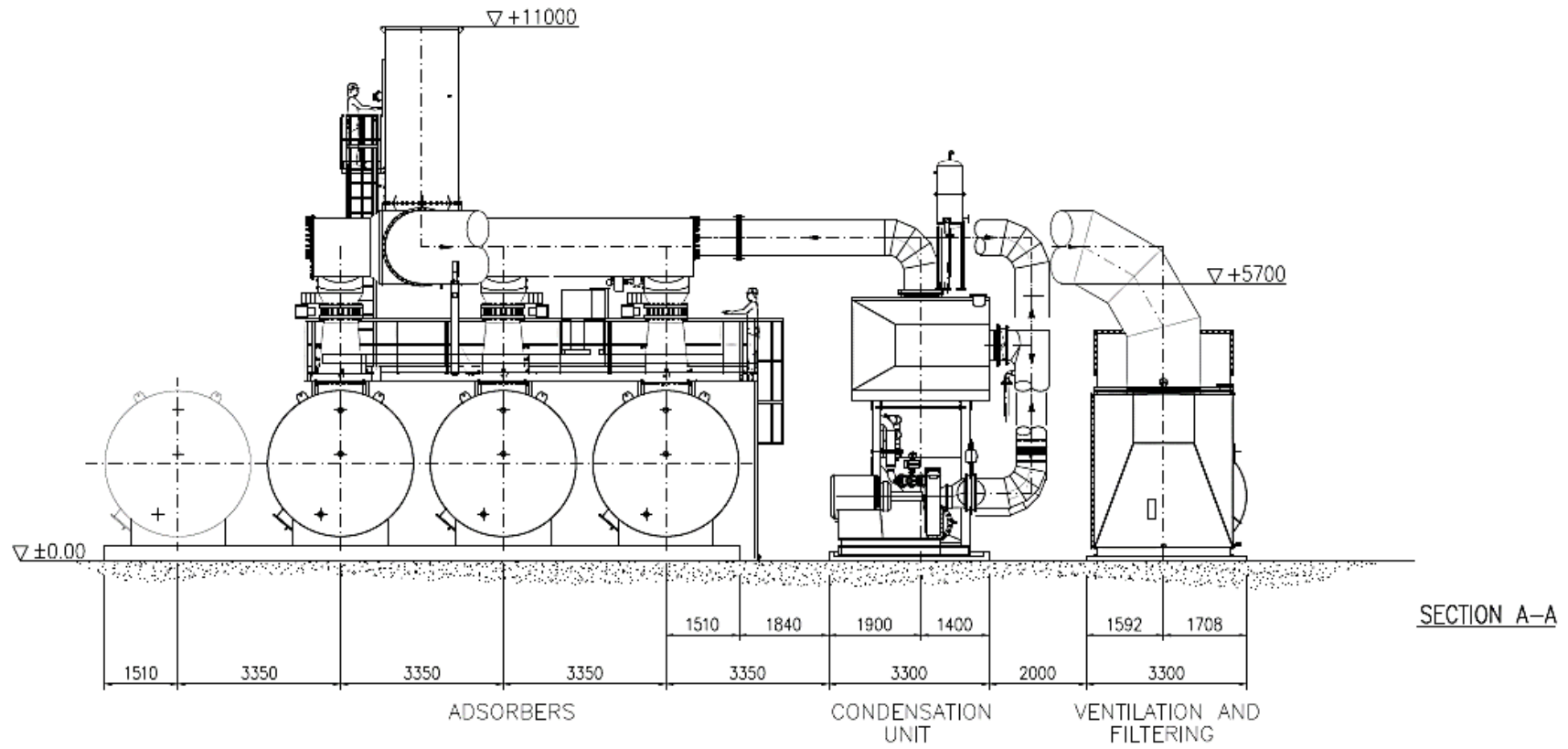
<sup>7</sup> Resolución Directorial N° 486-2017-PRODUCE/DGAAMI.

<sup>8</sup> El estado peruano ratificó el Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono y el Protocolo de Montreal Relativo a las sustancias que Agotan la Capa de Ozono, respectivamente; así como sus Enmiendas de Londres, Copenhague, Montreal y Beijing. Véase las Resoluciones Legislativas N° 24931 y N° 26178.

## 12. CONCLUSIONES

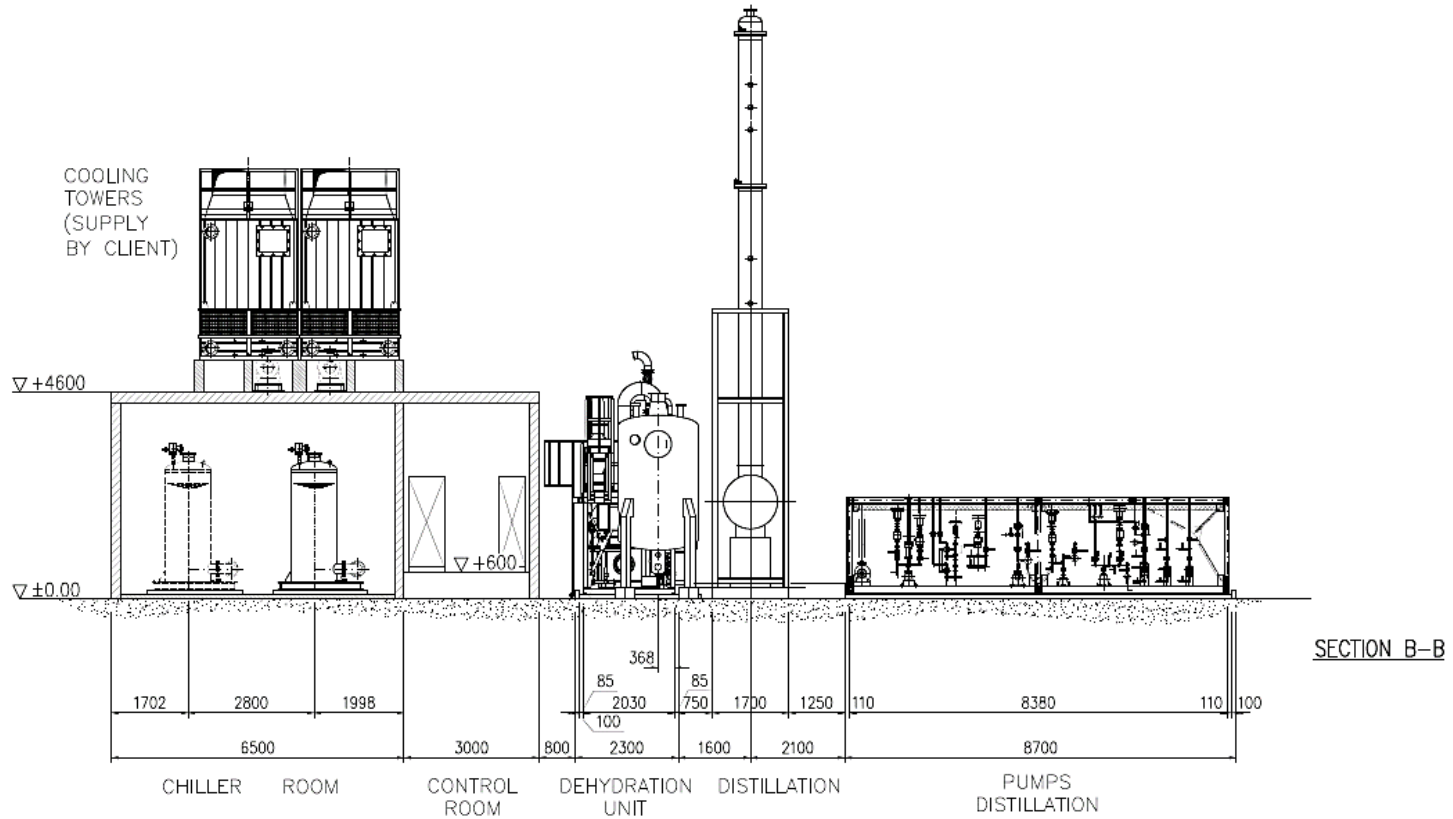
- » Las emisiones de GEI para los alcances 1, 2 y 3 de Emusa, correspondiente a sus actividades durante el periodo de estudio, fueron de 4,767 tCO<sub>2</sub>e. Esto equivale aproximadamente a 400 mil árboles secuestrando CO<sub>2</sub> por un año.
- » La Huella de Carbono Corporativa de Emusa es generada casi en su totalidad de forma indirecta. Las emisiones indirectas son las principales fuentes de generación de emisiones de GEI, contribuyendo con el 69.65%
- » La huella de carbono 2019 de Emusa es mayor que el año anterior en 409 tCO<sub>2</sub>e, esto se debe a que en este año el consumo de combustible en sus equipos móviles (diésel) fue de un 857% mayor que el año anterior.
- » Considerando la cantidad promedio de colaboradores con los que contó Emusa en el año 2019, la huella de carbono per cápita de la planta fue de 9.95tCO<sub>2</sub>e/colaborador. Este valor es superior al del año 2018 debido a que la cantidad de personal disminuyó en 61 colaboradores.
- » La principal fuente de emisión de GEI es el consumo de energía eléctrica de la RED, esta representa el 34.41% de las emisiones de GEI de Emusa.

Anexo: Plano vista sección A-A



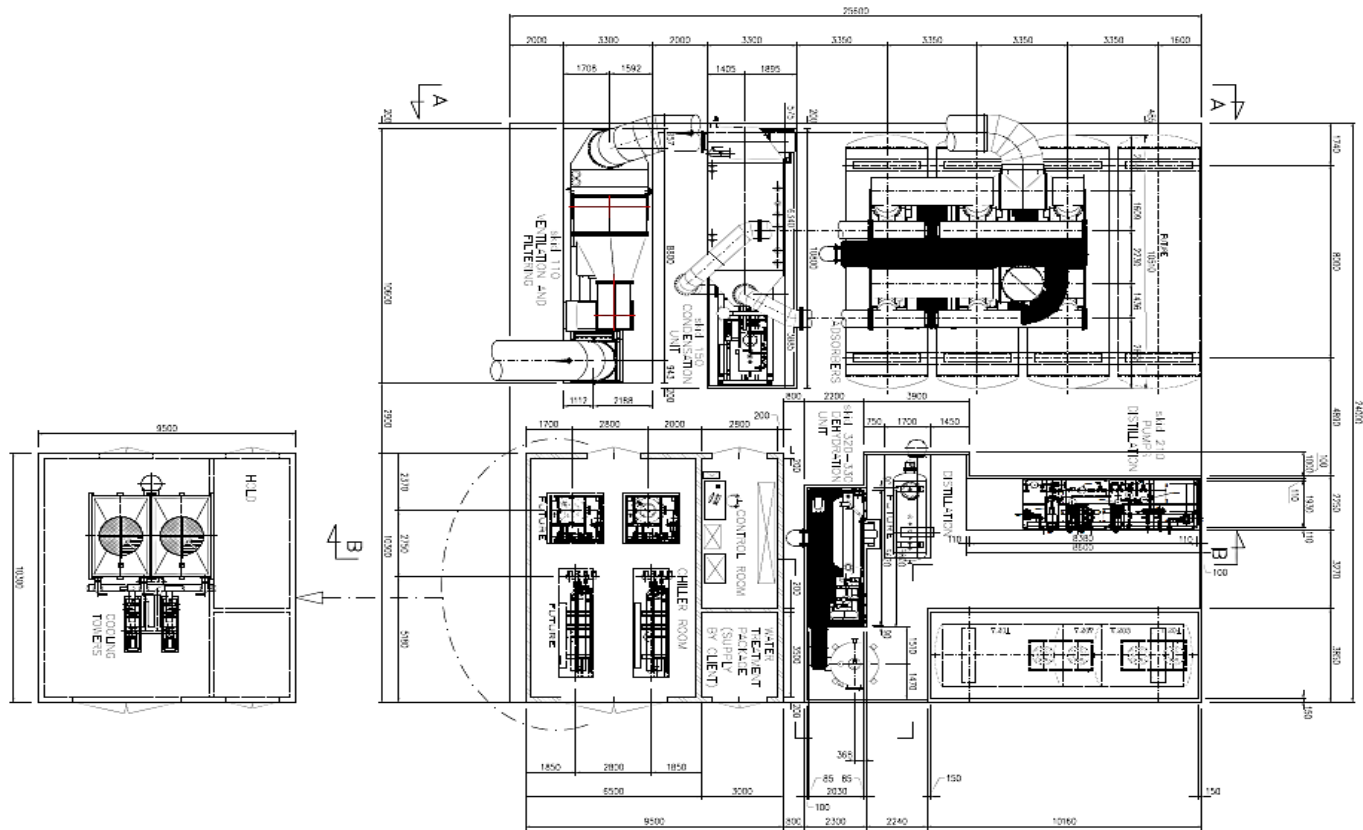
Fuente: Donau carbon technologies SRL

Anexo: Plano vista sección B-B



Fuente: Donau carbon technologies SRL

Anexo: Plano vista sección C-C



Fuente: Donau carbon technologies SRL