



**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL
PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL
BASADO EN LA NORMA ISO 50001**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y
AMBIENTALES**

Trabajo de Fin de Master Titulado:

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL
PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL
BASADO EN LA NORMA ISO 50001”**

Realizado por:

DAVID DELGADO

Director del proyecto:

KATTY CORAL

Como requisito para la obtención del título de:

**MASTER EN ECOEFICIENCIA CON
MENCION EN EFICIENCIA INDUSTRIAL**

Quito, 20 de marzo 2020

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL
PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL
BASADO EN LA NORMA ISO 50001**

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, DAVID ISMAEL DELGADO, con cédula de identidad # 1715899454, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'David Ismael Delgado', is written over a faint horizontal line. The signature is stylized and cursive.

FIRMA

1715899454

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL
PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL
BASADO EN LA NORMA ISO 50001**

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL
PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL
BASADO EN LA NORMA ISO 50001**

Realizado por:

DAVID ISMAEL DELGADO

Como Requisito para la Obtención del Título de:

MASTER EN ECOEFICIENCIA INDUSTRIAL

CON MENCION EN EFICIENCIA ENERGETICA

Ha sido dirigido por el profesor

Ing. KATTY CORAL

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor



FIRMA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL
PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL
BASADO EN LA NORMA ISO 50001**

LOS PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

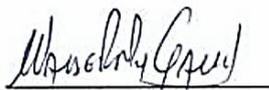
WALBERTO GALLEGOS

JEFFERSON RUBIO

Después de revisar el trabajo presentado,

lo han calificado como apto para su defensa oral ante

el tribunal examinador



FIRMA



FIRMA

Quito, 20 de marzo de 2020

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL
PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL
BASADO EN LA NORMA ISO 50001**

DEDICATORIA

A mi familia.

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL
PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL
BASADO EN LA NORMA ISO 50001**

AGRADECIMIENTO

A mi familia y amigos.

a mi tutor Katty Coral,

A la gestora ambiental por su apoyo y colaboración en el desarrollo de
este trabajo.

Equipo de trabajo:

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL
PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL
BASADO EN LA NORMA ISO 50001**

06/08/2017 23:25:33

Para someter a:

To be submitted:

**Diseño de un sistema de gestión energético en el proceso de incineración de
una gestora ambiental basado en la norma ISO 50001**

David Delgado,

¹ Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales, Quito,
Ecuador. 06/08/2019

*AUTOR DE CORRESPONDENCIA: Ing. Katty Coral MSc., Universidad Internacional SEK,
Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales , Quito, Ecuador.

Teléfono: +593983084617; email: katty.coral@uisek.edu.ec

Título corto o Running title: planificación energética en el proceso de incineración

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001

Resumen.

En este trabajo realizó una planificación energética en el proceso de incineración de desechos sólidos comunes y contaminados de una gestora ambiental, la cual está dedicada al tratamiento y disposición final de los desechos generados en las industrias petroleras. Inicialmente se evaluó las limitaciones del proceso de incineración y las entradas y salidas de materia y energía en cada operación unitaria o equipo auxiliar del incinerador, mediante el levantamiento de información de del proceso de incineración ha sido posible conocer los consumos de energía fósil utilizada en un periodo de 9 meses.

La revisión energética inicial que ha considerado el periodo de tiempo de marzo 2019 a diciembre 2019 ha identificado que el consumo energético de mayor importancia es el consumo de diésel en el incinerador, posteriormente en este estudio se indica las propuestas para la mejora del desempeño energético.

Posteriormente se definió un procedimiento para la implementación de una planificación energética en base a la norma ISO 5001:2011 en el proceso de incineración de la organización, como indica la norma, se ha definido y calculado los indicadores de desempeño energético construcción de línea de base de energía, también se ha establecido los objetivos, metas y planes de gestión de la energía que permitan dar cumplimiento a las metas establecidas, reducir el consumo y costes asociados al diésel utilizado en el proceso de incineración.

PALABRAS CLAVE: Gestión Energética, Planificación, consumo energético.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001

Abstract.

In this work carried out energy planning in the process of incineration of chemical and contaminated waste from an environmental gesture. The quality aimed at the treatment and final disposal of waste generated in the oil industries. Initially, it evaluated the limitations of the incineration process and the inputs and outputs of matter and energy. Each unit operation or auxiliary equipment of the incinerator, by gathering information on the incineration process, it was possible to know the fossil energy consumptions in 9 months.

The initial energy review considered the period from March 2019 to December 2019 identified that the most critical energy consumption is diesel in the incinerator, later the proposals for improvement of energy performance were indicated.

Subsequently, a procedure defined for the implementation of an energy planning based on the ISO 5001: 2011 standard in the organization's incineration process. The energy performance indicators for the construction of the power line have defined and modified the energy base. It has also established objectives, goals, and energy management plans that specified compliance with the established goals, reducing consumption and the costs associated with the diesel used in the incineration process.

KEYWORDS: Energy Management, Planning, energy consumption.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001

Introducción.

La industria dedicada a la gestión ambiental, manejo integral de desechos, incineración y disposición final de desechos sólidos y líquidos no es nueva para el sector industrial, sin embargo, las mejoras significativas en el diseño y la tecnología de los incineradores en las industrias gestoras de desechos, han dado como resultado la disminución de costos operativos y aumento en la rentabilidad (Aguilera, 2011).

El proceso de incineración es una técnica que permite la reducción de volumen y peso de los desechos sólidos a través de la reacción química de oxidación a elevadas temperaturas a las cuales son sometidos. La incineración se puede considerar como una tecnología complementaria a las tecnologías que configuran la gestión integral de residuos (Jeswani, H.k., 2016). Los compuestos orgánicos reaccionan con el oxígeno del aire formando dióxido de carbono y agua, de esta forma, se reduce el volumen y la estructura química inicial de los desechos (Programa & Cient, 2010). Las reacciones de oxidación son reacciones exotérmicas de las cuales se puede aprovechar el poder calorífico para la obtención de energía térmica o generación de electricidad.(Benavides, 2002).

Desde el punto de vista ambiental, la incineración ha sido criticada y cuestionada debido a la generación de gases de efecto invernadero y gases tóxicos como son los furanos y dioxinas. Las normas ambientales cada vez son más estrictas en la limitación de emisiones, de modo que ha sido necesario recurrir al desarrollo de nueva tecnologías y técnicas en los sistemas de combustión para conseguir su cumplimiento(Secretaría de Energía, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Alemana, & Seutsche Geselischaft fur Internationale Zusammenarbeit, 2018).

En el proceso de combustión de residuos sólidos, al igual que en los procesos

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001

de secado, deshidratación, gasificación etc., la alimentación en proceso es heterogéneo. Es por esto que en el proceso de incineración es indispensable operar con un exceso de aire para asegurar una combustión completa y a su vez evitar que la temperatura supere los 1100°C en la combustión y pueda ablandar y fundir las cenizas y residuos (Salvador, 2013).

La Gestora ambiental en la cual se realizó el estudio, presta servicios ambientales que proveen soluciones para el sector industrial en Ecuador, formada por especialistas en recolección, transporte, y disposición final de los desechos sólidos, reciclaje y valoración de materiales, así como remediación de aguas y suelos. Dentro del tratamiento de los desechos peligrosos las actividades que se realizan son una preclasificación para luego entrar al sistema de incineración. Los materiales que se incineran principalmente son plástico, papel, cartón y textiles, ya sean contaminados con hidrocarburos u otro tipo de sustancias peligrosas (Guévert, Bitá Fouda, Mbous, Makoutode, & Bessaoud, 2009).

Debido a que se puede llegar a una combustión del 99.99% medible sin presencia de humo negro, u olor detectable, las compañías dedicadas a la gestión ambiental consideran la incineración como una alternativa rentable y ambientalmente responsable. La incineración también reduce la emisión de gases de efecto invernadero más contaminantes como el metano que es liberado en la descomposición de los desechos sólidos (Bujak, 2015).

En el sector de la gestión ambiental e incineración de desechos sólidos comunes y contaminados, el uso eficiente de combustible se está volviendo necesario debido a que esta actividad genera emisiones de gases tanto por la combustión de los desechos sólidos y la combustión de combustible en el proceso de incineración (Gestión-Calidad, 2013).

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001

Actualmente, muchas empresas están acreditadas con las normas ISO de Calidad y Ambiente, sin embargo, la norma ISO 50001 aporta una diferencia positiva para la competitividad de las organizaciones empresariales, aumentando la eficiencia energética, mejorando el desempeño energético y reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero. Es conveniente señalar la importancia de la implementación de esta norma, sobre todo en el proceso de incineración de la gestora ambiental, ya que tiene un consumo intensivo de energía, esto se debe a la necesidad de estar operativa las 24 horas del día durante todo el año.

El costo de la energía, así como el consumo, va aumentando significativamente año a año y es por ello que progresivamente se está ejerciendo un mejor uso de ella; como consecuencia, la eficiencia energética se la toma en cuenta cada vez más, tanto en nuevos proyectos en la industria como en los proyectos ya existentes, como el presente caso.

El ahorro monetario, cuidado del ambiente, y el agotamiento de las fuentes de energía no renovable, son las razones principales por las cuales la implementación de la eficiencia energética se ha venido familiarizando entre las industrias.(Iván, José, Melitón, & Agustina, 2014). La implementación de un sistema de gestión energética en el proceso de incineración en la gestora ambiental beneficiara a la empresa en muchos aspectos, entre los más importantes:

- Reducción de costes
- Reducción de las emisiones de gases contaminantes al ambiente
- Ahorro de energía
- Ahorro económico que pueden ser destinados a mejoras en la empresa

El diseño de un sistema de gestión de energía es un proceso constante, por lo cual el monitoreo y seguimiento continuo requiere de gran compromiso de parte de la

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001
directiva en la organización.

Al igual que otros estándares ISO, la norma de sistema de gestión energético se enmarca en el ciclo de mejora continua PHVA (planificar, hacer, verificar y actuar), también conocido como Ciclo de Deming, con la diferencia de que la norma 50001, tiene como exigencia la mejora del desempeño energético; para esto se requiere la implementación de herramientas que permitan la identificación del uso significativo de energía, el establecimiento de línea base, el control de la operación de la eficiencia energética, identificación de variables e identificación de oportunidades de mejora (AENOR, 2011) (De Laire, 2015).

Actualmente existe una tendencia en las industrias a la integración de los distintos sistemas de gestión dentro de la organización para lograr una mayor competitividad y poder acceder y alcanzar éxito en los complejos escenarios nacionales e internacionales. En ese sentido existe una proyección de la gestora en estudio, cuya misión es abaratar costos de incineración de desechos peligrosos y comunes. Para esto la organización requiere de un sistema de gestión que garantice la administración eficiente de todos los recursos, identificándose como problema la falta de incorporación de la gestión energética como elemento fundamental en el proceso de incineración, para lograr satisfacer sus necesidades energéticas eficientemente y obtener precios de incineración más competitivos al cumplir los requisitos de los clientes con el menor consumo de energía posible (Bernardo, Casadesus, Karapetrovic, & Heras, 2010).

Desde el año 2019 la empresa en estudio se ha planteado incorporar el sistema de gestión integrado con las normas ISO 9001 e ISO 14001, y estructurar una planificación energética acorde a la norma de gestión energética ISO 50001. Para de esta forma aumentar la competitividad en el mercado de gestión ambiental

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001

incorporando el sistema de gestión en su proceso de incineración.

El objetivo general de este trabajo es estructurar una Planificación energética como indica el numeral 4.4 de la norma de sistemas de gestión de la energía en el proceso de incineración, definiendo los indicadores críticos de consumo de energía y obteniendo una línea base de los indicadores para analizar el desempeño de los mismos e identificar la causa raíz del problema con el fin de proponer mejoras con base al análisis propuesto, implementando mejoras de alto impacto y bajo esfuerzo(AENOR, 2011).

Los objetivos específicos, deberán cumplir los requisitos indicados en la norma mencionada anteriormente los cuales son:

- Generalidades
- Requisitos legales y otros requisitos
- Revisión energética
- Línea de base energética
- Indicadores de desempeño energético
- Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción para la gestión de la energía.

Área de estudio

El centro de tratamiento integrado de la empresa está ubicada en el cantón la Joya de los Sachas provincia de Orellana, en la Amazonia Ecuatoriana, sobre un área de 32 Ha, distribuida entre áreas verdes, administrativas y áreas operativas.

El centro cuenta con infraestructura y equipos de alta tecnología para ofrecer un eficiente y adecuado manejo de desecho, principalmente desechos peligrosos y especiales.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001

El proceso de incineración incluye una variedad de equipos que se los destinan al tratamiento térmico de residuos, además del incinerador que es necesario para la combustión, se efectúa tratamientos previos como clasificación, trituración y separación para así poder manipular de mejor manera el desecho o para poder transformarlo en otras sustancias. Cuando el destino del desecho es simplemente la combustión, estos equipos adicionales vienen a ser parte de la tecnología del proceso. A continuación en la figura 1. Se detalla el flujo correspondiente a los procesos por los que atraviesan los desechos, desde la recepción y almacenamiento, clasificación de los desechos peligrosos y no peligrosos, clasificación de los desechos incinerables con un control de peso para vigilar el flujo de entrada al incinerador, esta información es relevante e importante para identificar los equipos dentro del proceso de incineración con mayor consumo de energía.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001

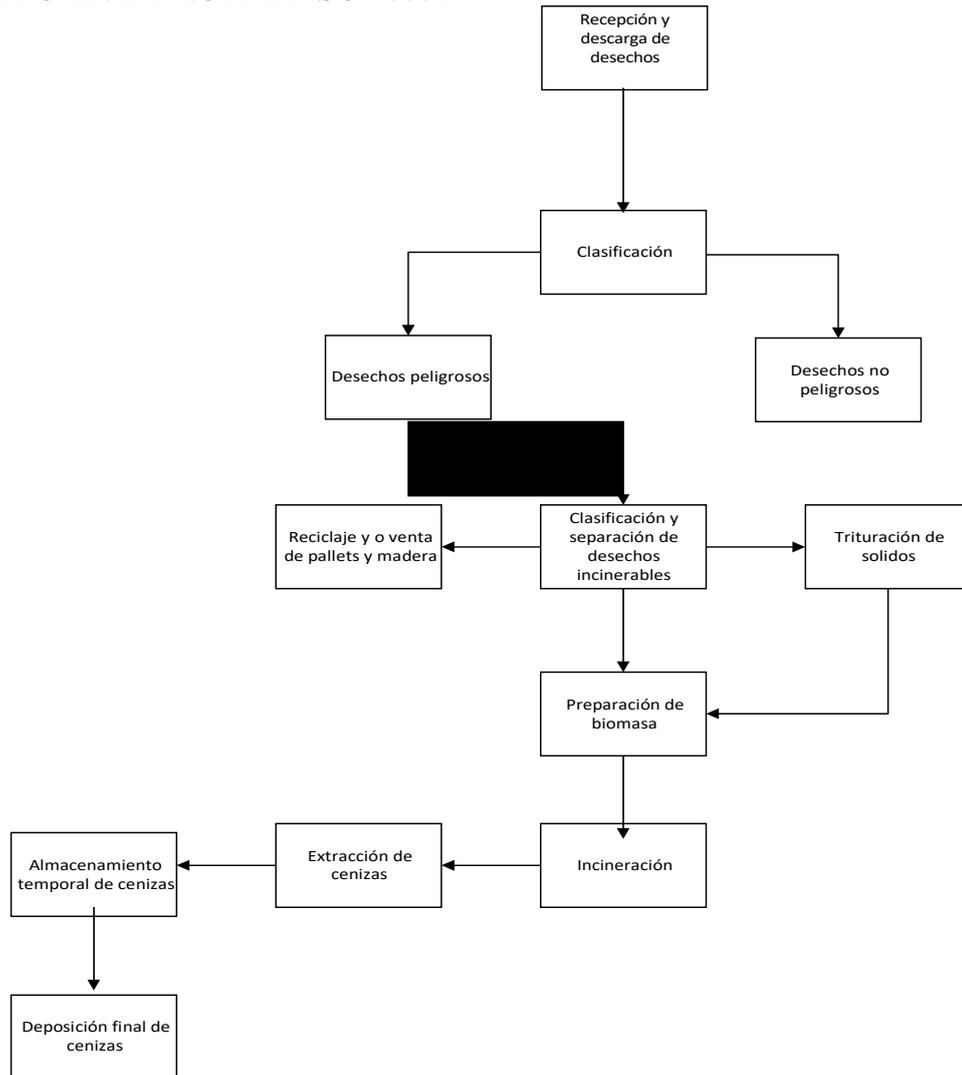


Figura 1 Diagrama de bloques de proceso de incineración

Elaborado por: Delgado, 2019

Proceso de incineración

El área de incineración presenta muchos retos de producción que deben ser enlazados con los requerimientos de seguridad en el trabajo establecidos legalmente en la industria.

Estas son las condiciones de trabajo a las cuales están expuestos los operadores:

- Temperatura ambiente entre 26°C y 30°C
- Todo el personal del área de incineración de usar equipo de protección personal, como orejeras, tyvek, casco, botas, guantes y gafas.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001

Una vez realizado el proceso de clasificación, separando desechos que no se pueden introducir al incinerador como por ejemplo vidrio y chatarra, se cumplen las siguientes actividades:

1. Realizar la carga al incinerador a temperaturas de 790°C -800°C
2. Controlar la temperatura de la cámara de combustión que no sobrepase los 900°C con exceso de aire
3. Bajar la temperatura de la cámara de combustión 790°C -800°C para realizar la siguiente carga
4. Controlar la temperatura de la cámara de post combustión para que este alrededor de 1000°C y 1200°C
5. Controlar la temperatura de los gases de salida de 180°C a 220°C

Una vez dada la incineración, los gases de combustión pasan por un enfriador para ser evacuados por la chimenea a una temperatura promedio de 180°C a 220°C y la ceniza se la almacena para luego ser confinada (Salvador, 2013).

Características generales de operación

Las variables operacionales más relevantes dentro de la operación de incineración, tienen relación con la entrada de combustible y el comportamiento de sus variables referidas al aporte de energía. Es por esto que destacan y son tratados antes y durante la operación de incineración aspectos tales como:

- Consumo de combustible
- Eficiencia de aprovechamiento de calor
- Poder calorífico de masa a incinerar

Desecho procesado

En la tabla 3 se encuentra el detalle de los desechos que ingresan al proceso de incineración y pueden ser incinerados

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL
 PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL
 BASADO EN LA NORMA ISO 50001**

Tabla 1 Desechos procesados

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DESECHO
NE-42	Material adsorbente contaminado con hidrocarburos: waipes, paños, trapos, aserrín, barreras adsorbentes y otros materiales sólidos adsorbentes
NE-44	Material de embalaje contaminado con restos de sustancias o desechos peligrosos
C.19.17	Materiales plásticos contaminados con hidrocarburos o productos químicos peligrosos
A0046	Desechos sanitarios infecciosos (toallas,pañal, papel baño)
Q.86.04	FLUIDOS CORPORALES
NE-30	Equipo de protección personal contaminado con materiales peligrosos
NE-10	Desechos bio peligrosos activos resultantes de la atención médica prestados en centros médicos de empresas
B3020.B	Cartón no reciclable (mojado, sucio,)
NE-43	Material adsorbente contaminado con sustancias químicas peligrosas: waipes, paños, trapos, aserrín, barreras adsorbentes y otros materiales sólidos adsorbentes
C.21.03	Medicamentos, productos farmacéuticos, psicotrópicos, botánicos y veterinarios fuera de especificaciones o caducados
B3150.n	Filtros de agua no contaminados
B3030.C	Textiles solo ropa
C.27.05	Productos químicos caducados o fuera de especificaciones
NE-35	Hidrocarburos sucios o contaminados con otras sustancias
NE-47	Productos farmacéuticos caducados o fuera de especificaciones generados en empresas no farmacéuticas

Elaborado por: Delgado 2019

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001

En el proceso de clasificación previo a la incineración podemos separar un aproximado de 21% de desecho al cual se le puede dar otro tratamiento, en la tabla 4 se detalla el material clasificado con tratamiento o disposición final distinto a la incineración.

Tabla 2 Material no incinerable

MATERIAL	%
Vidrio	5,77
Chatarra	26,39
Suelo	45,22
Fibra de vidrio	1,14
Filtros de aceite	0,57
Envases PET	1,30
Manguera con chatarra	1,25
Geo membrana	13,16
Plástico sin contaminar	4,42
Otros	0,78

Elaborado por: Delgado 2019

Como se puede apreciar en el ANEXO 1 la clasificación de desecho a incinerar no cumplía con una adecuada clasificación para obtener una carga homogénea para el proceso de incineración, lo cual complicaba el procedimiento al momento de incinerar el mismo, esto generaba una gran variación de temperatura en la cámara de combustión, lo cual alargaba el proceso y no se tenía un uso adecuado de energía.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001

Tabla 3 Desechos procesados

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DESECHO
NE-42	Material adsorbente contaminado con hidrocarburos: waipes, paños, trapos, aserrín, barreras adsorbentes y otros materiales sólidos adsorbentes
NE-44	Material de embalaje contaminado con restos de sustancias o desechos peligrosos
C.19.17	Materiales plásticos contaminados con hidrocarburos o productos químicos peligrosos
A0046	DESECHOS SANITARIOS INFECCIOSOS (TOALLAS,PAÑAL, PAPEL BAÑO)
Q.86.04	FLUIDOS CORPORALES
NE-30	Equipo de protección personal contaminado con materiales peligrosos
NE-10	Desechos bio peligrosos activos resultantes de la atención médica prestados en centros médicos de empresas
B3020.B	CARTÓN NO RECICLABLE (MOJADO, SUCIO,)
NE-43	Material adsorbente contaminado con sustancias químicas peligrosas: waipes, paños, trapos, aserrín, barreras adsorbentes y otros materiales sólidos adsorbentes
C.21.03	Medicamentos, productos farmacéuticos, psicotrópicos, botánicos y veterinarios fuera de especificaciones o caducados
B3150.N	FILTROS DE AGUA NO CONTAMINADOS
B3030.C	TEXTILES SOLO ROPA
C.27.05	Productos químicos caducados o fuera de especificaciones
NE-35	Hidrocarburos sucios o contaminados con otras sustancias
NE-47	Productos farmacéuticos caducados o fuera de especificaciones generados en empresas no farmacéuticas

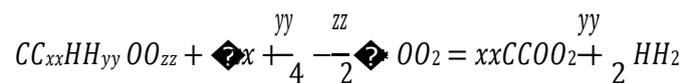
Elaborado por: Delgado 2019

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001

Alimentación de residuos

Es muy inusual que, en el proceso de incineración, la alimentación de residuos sea un solo compuesto orgánico, en realidad la corriente, por lo general, es una mezcla compleja de compuestos orgánicos, sin embargo, esta mezcla es típicamente analizada por sus compuestos de carbono, hidrógeno, oxígeno y otros elementos para los cuales se desarrolla una fórmula que representa la mezcla. La combustión de una mezcla de compuestos orgánicos consta de carbono, hidrógeno y oxígeno se describe por la reacción total exotérmica:

Ecuación 1 Combustion de mezcla orgánica



Fuente: (Programa & Cient, 2010)

Debido al calor liberado en la combustión, se generan las siguientes etapas:

- Evaporación.
- Gasificación de contenido orgánico en los residuos
- Vaporización de compuestos volátiles
- Pirólisis de materia orgánica
- Combustión de la materia orgánica

Dentro del proceso de incineración en la industria, para asegurar una combustión completa, se enriquece al proceso con un exceso de aire, los compuestos a esas temperaturas se habrán combinado con el oxígeno presente en el aire, y toda la fracción inorgánica se reducirá a vidrio, piedras, metales denominados escorias, y cenizas (Katari, Vataavuk, & Wehe, 1987).

Los residuos que recibe esta gestora, se los puede aprovechar energéticamente

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001

mediante el proceso de transformación del poder calorífico en energía, debido a la cantidad de residuos peligrosos recibidos diariamente, este estudio pretende el aprovechamiento al máximo del potencial calorífico de los mismos, para obtener un proceso de incineración energéticamente más eficiente (Bujak, 2009). Para lo cual fue necesario cuantificar el poder calorífico inferior de los residuos mediante el método teórico desarrollado por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS.

Reducir o eliminar las pérdidas de calor, es una consideración muy importante para la disminución del uso de energía en los equipos de procesos de calentamiento. En casos donde es imposible la reducción de pérdidas, se debe considerar recuperar parte de la energía perdida y usarla dentro del proceso mismo o para otros fines útiles (Montiel-Bohórquez & Pérez, 2019).

Las pérdidas de calor dependen de muchos factores, como el sistema de suministro de calor utilizado, el diseño del equipo, las operaciones y el mantenimiento del equipo (Nakatsuka, Kishita, Kurafuchi, & Akamatsu, 2020). Por lo cual se consideró las pérdidas de calor en la planificación energética.

Especificaciones del combustible

El combustible utilizado para el proceso de incineración de la organización es el Diésel N.º 2, también puede utilizar otros de menor calidad, siempre que cumplan con las especificaciones internacionales ASTM D396 (combustible N.º 1 y N.º 2), ASTM D975 (combustible Diésel N.º 1D y N.º 2D), BS2869 (clase C, C1 2 C2 y combustible para quemador clase D), y DIN51601 (combustible Diésel).

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001

Materiales y Métodos

La investigación llevó la modalidad de un proyecto de desarrollo, esto se debe a que los datos recolectados en las visitas a la planta de estudio tales como residuo en las mezclas a incinerar, fuente de energía, horas de operación, zonas de calor en el proceso, equipos auxiliares, flujo de combustible utilizado, flujo de residuo procesado, pérdidas de calor en la operación para obtener el perfil térmico del incinerador, características de los residuos, fueron analizados y procesados para poder evaluar la eficiencia del proceso (Fallis, 2013).

La metodología y el criterio utilizado para estructurar una planificación energética se basó en la norma ISO 50001, enfocándose en los requerimientos medulares aplicables a la empresa en estudio.

Para realizar la revisión energética se analizó el uso y el consumo de la energía basándose en mediciones, identificando las fuentes de energía actual y evaluando el uso y consumo pasado y presente de la energía (Briano, Jesús Baez, & Moya Morales, 2016).

Basándose en el análisis del uso y el consumo de energía, se identificaron los equipos en el proceso de incineración que afectan significativamente al uso y al consumo de energía, se determinó el desempeño energético del proceso de incineración relacionados con el uso significativo y se estimó el uso y consumo futuro de energía (Medianero Burga, 2014).

Se estableció una línea base energética, utilizando la información de la revisión energética considerando un periodo de recolección de datos de un mes de uso y consumo de energía.

La planificación energética del sistema de gestión de energía fue incorporada

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001

en el procedimiento de incineración de desechos sólidos haciendo énfasis en los puntos

4.4.1 generalidades

4.4.2 requisitos legales y otros requisitos

4.4.3 Revisión energética

4.4.4 línea de base energética

4.4.5 Indicadores de desempeño energético

4.4.6 Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción para la gestión de la energía. Como muestra la norma ISO 5001 como parte sustancial e importante para la revisión energética.

Como parte de la revisión energética, la organización estimara los futuros usos y consumo de energía, como indica la norma ISO 50001. La técnica CUMSUM technic o suma acumulada en inglés es una herramienta simple de utilizar pero que entrega información valiosa de analizar el consumo y desempeño de la energía en la revisión energética, dicha herramienta ayudó a realizar los análisis en este estudio. El primer paso consiste en realizar una gráfica de dispersión en la cual se muestra el consumo de diésel consumido por cada kilogramo de desecho incinerado, por medio de la regresión lineal se obtiene la ecuación de la recta que explica cuál es la influencia del desecho incinerado con el consumo de energía(Wei, Xie, & Yang, 2020).

Realizando una mezcla homogénea de residuos a incinerar y obteniendo el poder calorífico de la mezcla se realizó un balance másico y energético del proceso y así se evaluó la posibilidad de mejorar el consumo de combustible aprovechando el poder calorífico del desecho, en el proceso de incineración (Hernández Escobar et al., 2018).

Caracterización del residuo sólido peligroso

Para la recolección de muestras del desecho alimentado actualmente, el método

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001

utilizado se basó en la metodología establecida por el Dr. Kunitoshi Sakurai, esta metodología consistió en la selección de cuatro bultos a ser incinerados, de 25 kg cada uno, para luego homogenizar la masa mezclándola toda; la masa de 100 kg se la divide en cuatro partes iguales de las que se seleccionan dos cuadrantes opuestos, para obtener una muestra menor completamente mezclada, y repetir el proceso para recoger una muestra más pequeña, este procedimiento se repite hasta recolectar 12.5 kg o menos de desechos peligrosos(Sakurai, 2003).

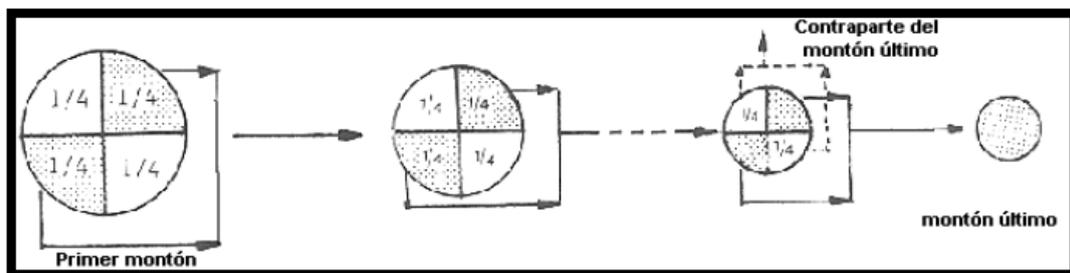


Figura 2 Metodología de Muestreo

Fuente:(Sakurai, 2003)

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001

Determinación de poder calorífico

La metodología utilizada consistió en la estimación de poderes caloríficos de los residuos sólidos urbanos utilizando la fórmula CEPIS, este método tiene como objetivo analizar los residuos sólidos con un método sencillo, de tal manera que facilite el conocimiento de las características de los desechos a incinerar por la gestora ambiental.

Para poder calcular el poder calorífico de los residuos peligrosos a incinerar, se adoptaron los siguientes valores de poder calorífico de cada componente seco en la siguiente tabla.

Tabla 4 Poder Calorífico de materiales

	Material	Poder calorífico kcal/kg
a	papel y cartón	4000
b	trapos	4000
c	madera y follaje	4000
d	restos de alimentos	4000
e	plásticos, caucho y cuero	9000
f	metales	0
g	vidrios	0
h	suelos y otros	0

Fuente: (Sakurai, 2003)

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001

Tabla 5 Calculo de Poder Calorífico superior

	Composició n húmeda (%)	Composició n seca (%)	Poder calorífico Superior (kcal /kg)
a	a+b+c+d+e	a+b+c+d+e- w	$\frac{aa + bb + cc + dd + ee - ww}{100}$
b			
c			
d			
e	e	e	$\frac{ee}{100}$
f	f	f	$\frac{ff + gg + h + ww}{100}$
g	g	g	
h	h	h	
i	-	w	
Total	100%	100%	40*(a+b+c+d+e-w)+90e kcal/kg

Fuente: (Sakurai, 2003)

La determinación del porcentaje de humedad de la masa a ser incinerada fue calculada por el método de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 49, la cual fue de suma importancia, debido a que la eficiencia como combustible de los residuos se verá afectada por este parámetro, ya que a mayor contenido de humedad menor va a ser la aportación del poder calorífico en el proceso de incineración.

Diseño muestral: estratificación y muestreo en planta

Para efectuar la caracterización físico-química de los residuos del proceso de incineración, se realizó un muestreo compuesto del mismo utilizando el método propuesto por Sakurai y anteriormente descrito. De la mezcla homogénea se procedió a tomar tres muestras de 1 kg de los distintos desechos, obteniéndose una muestra representativa. Este proceso se realizó cada 15 días, durante dos meses. Las muestras se almacenaron en fundas plásticas herméticas para evitar contaminación cruzada durante el traslado al laboratorio.

Las muestras obtenidas homogéneas y representativas, fueron posteriormente

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001

caracterizadas con los siguientes parámetros físico-químicos: humedad para poder calcular el poder calorífico teórico mediante la fórmula CEPIS; con el fin de desarrollar la composición de una mezcla homogénea óptima, con un poder calórico constante para el proceso de incineración.

Operacionalización

Para encontrar una oportunidad de mejora en el proceso de incineración, se tomó en cuenta el equipo de mayor consumo energético que es el incinerador(Adobe et al., 2018).

La homogenización de la carga a incinerar es muy significativa en el proceso de incineración, la temperatura y la velocidad del aire inyectado son factores preponderantes en los equipos de combustión, por lo cual es de suma importancia tener en cuenta a que temperatura se realiza la combustión de los desechos y de los gases de combustión(Rodríguez, 2014) .

La variación de temperatura en el aire comburente puede cambiar la cantidad de aire suministrado, por lo cual puede variar el exceso de aire en la combustión. Los niveles bajos de exceso de aire pueden dar lugar a una combustión incompleta, por la cual se desperdiciaría combustible y se vería la presencia de humo negro en la chimenea. El exceso de aire en el proceso daría lugar a pérdidas innecesarias de energía, es por esto que en el proceso de incineración en la empresa se trabaja con un exceso de aire del 10 al 12%. (Goswami & Kreith, 2015).

Uno de los objetivos que se planteó para la planificación energética, fue establecer nuevas condiciones en el proceso de operación, con beneficios asociados a la propuesta de mejora para implementar estas acciones. (Teresa, Jiménez, Medina, & Melchor, 2015) El plan de mejoras se enfocó en:

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001

- Identificar la mezcla correcta de desecho sólido contaminado con el respectivo poder calorífico para poder tener un mejor control de temperatura el momento de la incineración
- realizar un balance energético tanto en la cámara de combustión como en la cámara de post combustión para identificar perdidas innecesarias de energía
- validar las acciones con un estudio estadístico comparativo al inicio del proyecto y una vez implementadas las mejoras.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001

Resultados

Mediante las metodologías detalladas anteriormente, durante seis meses, se obtuvieron resultados que permitieron tener una idea clara de cómo es el proceso de incineración desde la recepción de los desechos, la clasificación, la separación de no incinerables y la incineración, así como su eficiencia en el proceso de incineración.

Como resultado de una planificación energética se identificó como deficiencia en el uso de la energía por la falta de aislamiento térmico en las paredes de las cámaras de combustión, heterogeneidad en la composición de las cargas alimentadas al incinerador, calibración en presión de salida en los quemadores de diésel, obsolescencia tecnológica en termocuplas. A partir de las deficiencias identificadas anteriormente, se plantearon las respectivas acciones para su mejora y optimizar el desempeño energético y facilitar la integración de la planificación energética en el proceso de incineración.

Este estudio se enfoca en la planificación energética en el proceso de incineración de la gestora ambiental basado en la norma ISO 5001 con el propósito de que en el área de incineración se incorpore una planificación energética ya que es el proceso de toda la planta que más consume energía. .

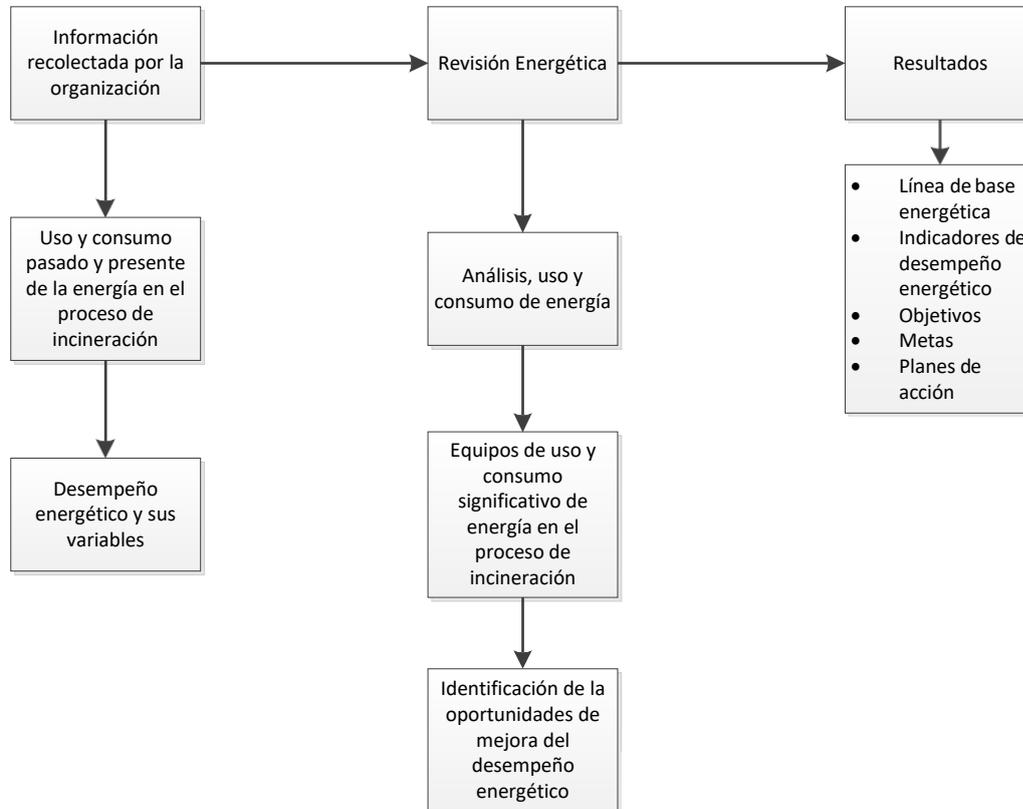
Generalidades

La gestora ambiental define y documenta un proceso de planificación energética para el proceso de incineración la misma que está encaminada en la mejora continua del desempeño energético en la incineración de residuos sólidos contaminados y comunes.

Tal como se muestra en el grafico 2, los objetivos de la planificación energética son a partir de los datos de entrada de los usos y consumos significativos de la energía. En la cual se considera la revisión energética como una línea de base para identificar las

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001
oportunidades de mejora del desempeño energético.

Grafico 1 Diagrama de proceso de planificación energética



Elaborado por: Delgado 2019

La evaluación comparativa es de suma importancia para la revisión energética ya que permite analizar los datos de desempeño energético en el proceso de incineración.

La evaluación del desempeño energético es un proceso de mejora continua y considera varias actividades como son:

- Uso que se da a la energía en el proceso de incineración ya sea energía eléctrica o combustible.
- Situación actual del consumo de energía para ser comparada con los consumos pasados y prever sus futuros consumos.
- Energía necesaria para la combustión de una unidad de desecho incinerado

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001

- Medidas y oportunidades del desempeño energético considerando las variables que afectan su desempeño

Requisitos legales y otros requisitos

La organización asegura la identificación de requisitos legales y otros que en materia energética aplique al alcance de su sistema de gestión, además se compromete a la actualización de información en caso de cambios en la legislación del país. La organización además deberá evaluar el cumplimiento de estos requisitos. En el ANEXO 2 se presenta una identificación inicial.

Revisión energética

Mediante una revisión energética inicial la gestora ambiental ha establecido y registrado una línea base de energía la cual se ha considerado un periodo de 9 meses del año 2019. Se desprecian los años anteriores debido a que no existe una información confiable recopilada en el proceso de incineración.

La línea base es uno de los puntos más importantes técnicos de la norma ISO 50001 y para que refleje correctamente el análisis, uso y consumo de la energía es importante ajustarla adecuadamente. Por esta razón se tomó en cuenta solo el consumo de diésel en proceso.

Tras esta revisión inicial se identificó, priorizo y registró las oportunidades de mejora del desempeño energético.

El intervalo definido por la organización para actualizar la revisión energética es de un año. En el caso de que se produzcan cambios en las instalaciones o procesos, se deberán revisar tanto las instalaciones y/o equipos afectados.

Para desarrollar la revisión energética, se analizó el uso y consumo de energía basándose en identificar las fuentes de energía actuales y evaluando el uso y consumo pasado y presente de la energía.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001

Por tanto en la siguiente tabla se muestra y registra el uso y consumo de pasado y presente del combustible utilizado en el proceso de incineración, el mismo que fue obtenido mediante facturas y registros de compra y uso mensual de diésel para la incineración de desecho.

Fecha	Desecho incinerado	Energía	Indicador real
	Ton	Gal	Gal/Ton
1/1/2019			0,00
1/2/2019			0,00
1/3/2019	23,86	1854,96	77,74
1/4/2019	28,71	2356,98	82,10
1/5/2019	62,52	4786,31	76,56
1/6/2019	56,06	3841,97	68,53
1/7/2019	52,5	3571,36	68,03
1/8/2019	67,18	4501,01	67,00
1/9/2019	70,55	3172,97	44,97
1/10/2019	70,8	4281,94	60,48
1/11/2019	65,67	4319,57	65,78
1/12/2019	62,05	3731,44	60,14

Elaborado por: Delgado 2019

Basándose en el análisis del uso y el consumo de la energía fósil del proceso de incineración de desechos, se identificó que el equipo de mayor consumo de diésel es el quemador **Weishaupt L5T**, mismo que está instalado en la cámara de post combustión en el incinerador

En el grafico 3 podemos observar la relación de diésel consumido en el proceso de incineración por cada tonelada de desecho procesado al mes, el mismo que vendría a ser el indicador de consumo de diésel real.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001

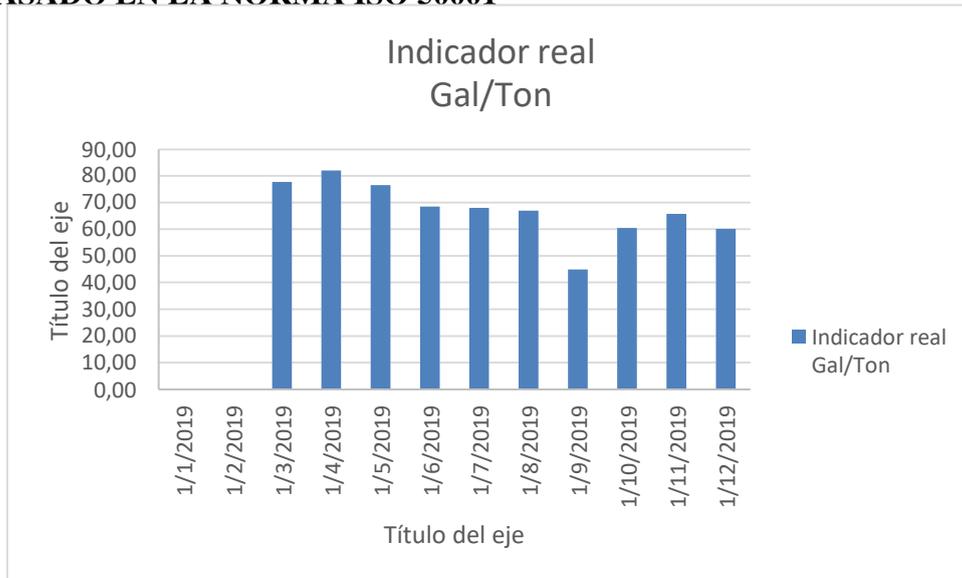


Figura 3 Diésel consumido por tonelada de desecho incinerado

Elaborado por: Delgado 2019

En el grafico 4 se muestra el grafico de dispersión en el cual grafica la relación de galones de diésel consumido por cada tonelada de desecho incinerado en un periodo de un mes, luego trazando la línea de tendencia de los datos obtenidos se obtiene la ecuación de la recta $y = 47,478X + 983,58$ el cual explica cuál es la influencia de la cantidad de desecho procesado en el consumo de diésel y de esta forma se calcula el consumo futuro de diésel mes a mes.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001

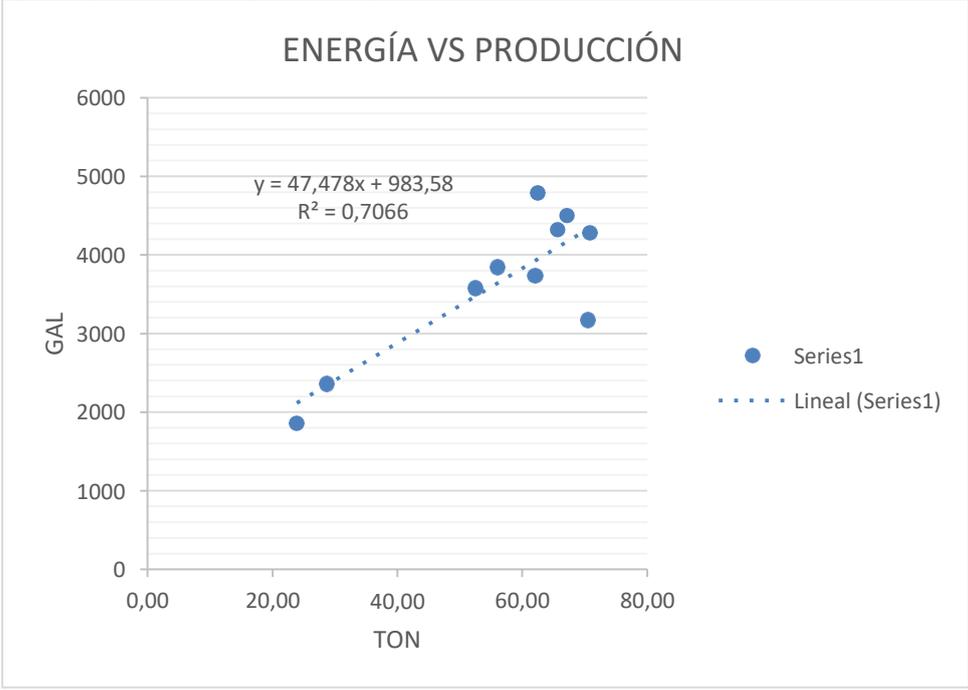


Figura 4. Diagrama de dispersión

Elaborado por: Delgado 2019

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001

En la tabla 6 se muestra el consumo de diésel por cantidad de desecho incinerado según la ecuación de la recta $y = 47,478X+983,58$, la misma que nos servirá para obtener un índice modelado de consumo de diésel por desecho incinerado. Esto nos sirve para el cálculo de la gráfica índice base 100.

Tabla 6 Consumo de diésel por unidad de desecho incinerado

Fecha	Desecho incinerado	Energía	Consumo Modelado
	Ton	Gal	Gal
1/1/2019			
1/2/2019			
1/3/2019	23,86	1854,96	2116
1/4/2019	28,71	2356,98	2347
1/5/2019	62,52	4786,31	3952
1/6/2019	56,06	3841,97	3645
1/7/2019	52,50	3571,36	3476
1/8/2019	67,18	4501,01	4173
1/9/2019	70,55	3172,97	4333
1/10/2019	70,80	4281,94	4345
1/11/2019	65,67	4319,57	4102
1/12/2019	62,05	3731,44	3930
1/1/2020	63	4000	3965
1/2/2020	70	4000	4307
1/3/2020	74	4000	4497

Elaborado por: Delgado 2019

En la gráfico número 5, se puede observar el análisis del indicador de desempeño energético, el mismo que fue calculado con el indicador de consumo de diésel por desecho incinerado real sobre el índice modelado mediante la ecuación de regresión lineal.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001

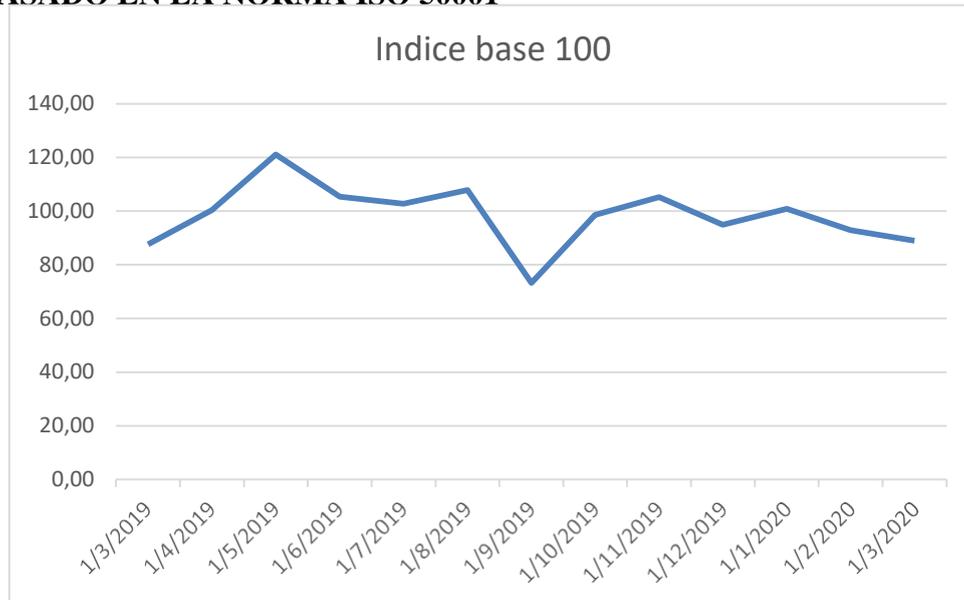


Figura 5. Gráfico de seguimiento indicador base 100

Elaborado por: Delgado 2019

Con la información obtenida de marzo a diciembre del 2019 se puede observar, que con una adecuada clasificación de los desechos y uso correcto de la energía liberada en la incineración del mismo, se estabiliza el uso de combustible con una tendencia hacia el mejor desempeño con un ahorro de 1200 galones de diésel en el periodo de 4 meses. Por esta razón utilizando el método y ecuación CEPIS se pudo llegar a una mezcla más homogénea e idónea para ser cargada al incinerador con un poder calorífico teórico constante.

En la tabla 4 se muestra la composición de desechos clasificados para ser alimentados al incinerador con un poder calorífico teórico más homogéneo y controlado para registrar mejor las variaciones de temperatura al momento de cargar los desechos.

Siendo al humedad un factor que afecta el poder calorífico del desecho, lo que se realizó en el procedimiento de clasificación se separaron los distintos materiales por grupos de plástico, cuero, textiles, absorbentes, papel y cartón, y determinar la humedad del grupo de desecho para poder aplicar la fórmula de la ecuación CEPIS y

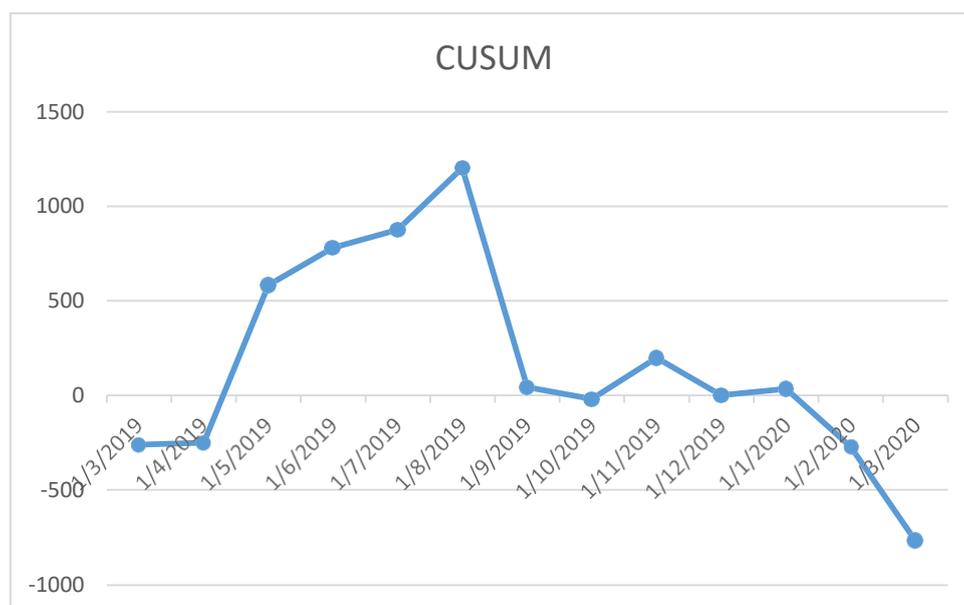
DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001
 poder calcular el poder calorífico inferior teórico.

Tabla 7 Características de desecho a incinerar

Grupo de desecho	Humedad en desecho (%)	composición peso (kg)	Composición de desecho (%)	% humedad	base seca	PCI kcal/kg
Plástico	0,0032	4	13,33	0,0128	3,9872	1471,348
Cuero	0,1337	4	13,33	0,5348	3,4652	
Textil/ Absorbentes	0,0916	17	56,67	1,5572	15,4428	
Papel/ cartón	0,0854	5	16,67	0,427	4,573	
total			30			

Elaborado por: Delgado 2019

En la gráfica número 6, es posible observar el análisis del consumo de diésel por desecho incinerado acumulado en el periodo de marzo a diciembre del año 2019, en la gráfica se puede ver que los números positivo significan el uso excedente de combustible y lo números negativos representan un ahorro de combustible por desecho incinerado.



DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001

Figura 6 Consumo real acumulado de combustible

Elaborado por: Delgado 2019

En la tabla número 8 se puede apreciar el análisis del presupuesto de energía. La empresa tiene un presupuesto de 4000 galones de diésel mensual con lo que hasta finales del año 2019 se ha venido manejando. Con la regresión lineal se ha podido modelar el uso y consumo de diésel en el incinerador y de esta manera graficar el desempeño energético en el proceso.

Tabla 8 Análisis del presupuesto de energía

Fecha	Desecho incinerado (Ton)	Energía presupuestada (Gal)	Energía utilizada (Gal)	Consumo modelado (Gal)	observaciones
1/1/2019					
1/2/2019					
1/3/2019	23,86	4000	1854,96	2116,41	produjo menos y fue más eficiente
1/4/2019	28,71	4000	2356,98	2346,67	produjo menos y fue más eficiente
1/5/2019	62,52	4000	4786,31	3951,71	produjo más y fue menos eficiente
1/6/2019	56,06	4000	3841,97	3645,20	produjo menos y fue menos eficiente
1/7/2019	52,50	4000	3571,36	3476,18	produjo menos y fue menos eficiente
1/8/2019	67,18	4000	4501,01	4173,15	produjo más y fue menos eficiente
1/9/2019	70,55	4000	3172,97	4333,15	produjo más y fue más eficiente
1/10/2019	70,80	4000	4281,94	4345,02	produjo más y fue más eficiente
1/11/2019	65,67	4000	4319,57	4101,60	produjo menos y fue menos eficiente
1/12/2019	62,05	4000	3731,44	3929,59	produjo menos y fue más eficiente

Elaborado por: Delgado 2019

El gráfico 7 muestra el consumo de diésel vs el presupuesto de combustible de la empresa, se puede observar que durante el año 2019 el proceso de incineración tiene picos de consumo y de ahorro irregulares, sin embargo para finales del mismo año, el consumo de diésel está dentro del presupuesto anual de combustible, en los últimos 4 meses del año 2019 se aplicó la clasificación de desechos por grupos y

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001

poderes caloríficos teóricos por lo cual se evidencia una mejora en el consumo de diésel en el proceso de incineración.

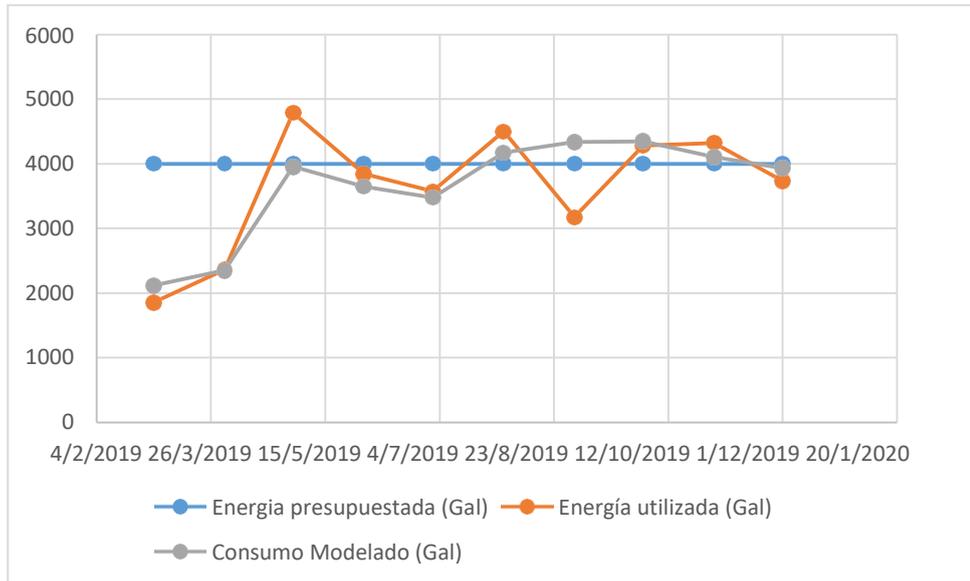


Figura 7. Desviación del presupuesto por eficiencia energética

Elaborado por: Delgado 2019

Se realizó un balance energético del incinerador antes y después de la implementación de un clasificado de desechos apropiado y una reparación de las paredes internas de la cámara del incinerador mejorando su aislamiento térmico, con el cual se puede observar un ahorro importante.

En la tabla a continuación se puede observar las pérdidas de energía que existen en el incinerador tanto en la cámara de combustión como en la cámara de post combustión antes y después de realizar un mantenimiento correctivo.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001

Tabla 9 Balance energético de incinerador

No	Categoría de uso o pérdida de energía	Uso-pérdida de energía (antes)			Uso-pérdida de energía (después)		
		Btu/hora	kCal/hora	%	Btu/hora	kCal/hora	%
1	Material de carga	3.340	842	0,72%	5.011	1.263	1,26%
2	bandejas	0	0	0,00%	0	0	0,00%
3	Perdida de calor por paredes	260.495	65.644	56,30%	232.216	58.518	58,53%
4	Sistema de enfriamiento (agua)	42.509	10.712	9,19%	42.509	10.712	10,71%
5	Ambiente	0	0	0,00%	0	0	0,00%
6	Perdidas por radiación en compuertas	6.433	1.621	1,39%	2.970	748	0,75%
7	Otras pérdidas de calor	37.471	9.443	8,10%	37.471	9.443	9,44%
8	Calor total requerido	350.248	88.261		320.176	80.683	
9	Calor disponible (%)	75,7%	75,7%		80,7%	80,7%	
10	Perdidas por gases de combustión	112.443	28.335	24,30%	76.605	19.304	19,31%
	Procesos exotérmicos	0	0	0,00%	0	0	0,00%
	Calor requerido total	462.691	116.597	100,00%	396.781	99.988	100,00%

Elaborado por: Delgado 2019

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL
PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL
BASADO EN LA NORMA ISO 50001**
Línea base de energía

Mediante la revisión energética inicial levantada en el año 2019, se ha establecido una línea base de energía consumida, la línea base es una representación del escenario más probable que pueda ocurrir en el proceso de incineración en el caso no implementar una sistema de gestión de la energía y su mejora continua.

En base a la revisión energética la gestora ambiental evalúa los avances o retrocesos en cuanto al desempeño energético y registra su línea base energética obtenida a partir del mes de marzo hasta diciembre del 2019, sin embargo la organización actualizara su línea base energética cuando esta ya no sea representativa en su desempeño energético, esto quiere decir que sus indicadores de desempeño energético ya no representen una mejora en el desempeño.

Indicadores de desempeño energético

La organización ha identificado los indicadores de desempeño energético detallados en la tabla número 10, estos indicadores permiten dar el seguimiento y medición del desempeño energético del proceso de incineración. Todos los indicadores junto con el procedimiento deberán ser revisados y actualizados tomando en cuenta la línea base de energía. Al calcular esos indicadores nos permite establecer nuevas oportunidades de mejora.

Los indicadores de desempeño energético que utiliza el proceso de incineración se detallan en la siguiente tabla.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001

Tabla 10 Indicadores de desempeño energético

	INDICADORES DE DESEMPEÑO ENERGETICO	Código:	GA-XX-YY
		Vigente:	FECHA DE VIGENCIA
Gestora ambiental	INCINERACION	Versión:	0

INDICADORES DE DESEMPEÑO ENERGETICO					
#	PROCESO O ACTIVIDAD	FUENTE DE ENERGIA	INDICADOR DE DESEMPEÑO ENERGETICO	UNIDADES	RESULTADOS
1	Quemador cámara de post combustión	Diésel	consumo de diésel por unidad incinerada	gal/kg	permite analizar gastos de diésel en relación al desecho incinerado
2	extractor de gases de combustión	Electricidad	consumo de electricidad para extracción por hora	kwh	permite analizar el gasto de energía eléctrica en relación al día producción
3	Carga de desecho solido	calórica	consumo de calor por unidad de desecho	kcal/kg	permite calcular el calor entregado en el sistema de incineración
4	Incinerador	calórica	perdida de calor por superficie	kcal/m ²	permite calcular el calor perdido conducción, convección y radiación en el incinerador

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001

5			
5	INDICADORES DE PRODUCCION	UNIDADES	RESULTADOS
6	volumen de combustible por unidad de desecho	galones de diésel/kg de desecho	es un indicador que permite identificar el volumen de diésel consumido por cada kilogramo de desecho incinerado
7	INDICADORES ENERGETICOS DE TIPO ECONOMICO	UNIDADES	RESULTADOS
8	costo de galón de diésel por unidad de desecho	USD/kg	permite conocer el costo de la energía fósil por unidad de desecho incinerado
9	costo de energía calórica por metro cuadrado	USD/kcal	permite conocer el costo de la energía calórica por kilo caloría
10			

Elaborado por: Delgado 2019

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001
Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción para la gestión de la energía

Los objetivos son fines generales del departamento de incineración, se implementan para disminuir el consumo de energía en su proceso. Asociado a estos objetivos, se define las metas, que son medidas cuantificables cuya implementación asegure el cumplimiento al objetivo que se encuentra asociado.

Los objetivos serán revisados anualmente adaptándose a las circunstancias en la que se encuentre el periodo bien sean tecnológicas, económicas o normativas.

Los objetivos serán únicamente implementados al proceso de incineración, se podrá establecer a nivel de otros departamentos pues el objetivo a largo plazo es la gestión completa en todos los departamentos de la organización.

A en la tabla número 11 se encuentran los objetivos, metas e indicadores de desempeño energético relacionado para poder hacer seguimiento para la mejora del desempeño energético.

Tabla 11 Objetivos y metas

Objetivo N#	Objetivo	Meta	Indicador de desempeño energético relacionado
1	Reducir el consumo de diésel en el proceso de incineración	Disminuir el consumo de diésel en un 6% en el año 2020	consumo de diésel por unidad de desecho incinerado
			costo de diésel por unidad de desecho incinerado
			calor entregado por desecho en la incineración
2	Cambio tecnológico en equipos auxiliares	Cambio de quemados de cámara de post combustión por uno de mejor desempeño energético	consumo de diésel por unidad de desecho incinerado
3	Reducir las pérdidas de calor en el equipo de incineración	Incorporar un mejor aislamiento térmico en las paredes de las cámaras de combustión	perdida de calor por metro cuadrado

Elaborado por: Delgado 2019

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001

Conclusiones

Se ha propuesto un manual de revisión energética de acuerdo al manual de sistema de gestión de la energía ISO 5001:2011 como un documento base en el cual se describe los requisitos para una planificación energética en el proceso de incineración.

Con una revisión energética se ha identificado las entradas y salidas en el proceso de incineración, también nos ha permitido conocer el aprovechamiento de la materia prima y los usos y consumos significativos de energía en el proceso de incineración

Al mejorar la clasificación de desecho a ser alimentado al incinerador y realizar un mantenimiento correctivo en el aislamiento térmico en las paredes de las cámaras de combustión y post combustión se estima que el ahorro de combustible sea de 3600 galones por año. Esto sin considerar las mejoras para las cuales se requiere de un análisis más profundo.

Se han calculado y definido indicadores de desempeño energético, de tipo productivo y económico, los cuales permitirán dar un seguimiento de desempeño energético.

Se han establecido los objetivos y metas de la planificación energética con los indicadores de desempeño energético.

Recomendaciones

Se recomienda continuar con el levantamiento de información para la construcción de línea de base energética.

Se recomienda realizar levantamiento de una línea de base al uso y consumo de energía eléctrica de los equipos auxiliares del incinerador.

Se recomienda migrar el procedimiento de levantamiento de planificación energética a otros procesos productivos de la gestora ambiental como por ejemplo el tratamiento de aguas

Se recomienda la implementación del sistema de gestión energética en la organización y de ser posible integrarla al sistema de calidad y ambiente para obtener un sistema de gestión

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL
PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL
BASADO EN LA NORMA ISO 50001**
integrado.

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL
 PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL
 BASADO EN LA NORMA ISO 50001
 ANEXO 1 Muestreo de alimentación a incinerador**

composición física de los residuos	
componentes	composición física (% base seco)
	medición 1
Materia Orgánica	0,00
plásticos	44,23
cartón	11,54
papel	0,00
textiles	40,38
vidrio	0,00
metales	0,00
otros	3,85
composición química RSU	
humedad % peso	
peso total (Kg)	26
%	100

composición física de los residuos	
componentes	composición física (% base seco)
	medición 2
Materia Orgánica	0,00
plásticos	46,15
cartón	15,38
papel	0,00
textiles	38,46
vidrio	0,00
metales	0,00
otros	0,00
composición química RSU	
humedad % peso	
peso total (Kg)	26
%	100

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001

composición física de los residuos	
componentes	composición física (% base seco)
	medición 3
Materia Orgánica	0,00
plásticos	19,23
cartón	46,15
papel	0,00
textiles	34,62
vidrio	0,00
metales	0,00
otros	0,00
composición química RSU	
humedad % peso	
peso total (Kg)	26
%	100

composición física de los residuos	
componentes	composición física (% base seco)
	medición 4
Materia Orgánica	0,00
plásticos	15,38
cartón	40,38
papel	0,00
textiles	44,23
vidrio	0,00
metales	0,00
otros	0,00
composición química RSU	
humedad % peso	
peso total (Kg)	26
%	100

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001

composición física de los residuos	
componentes	composición física (% base seco)
	medición 5
Materia Orgánica	0,00
plásticos	25,00
cartón	25,00
papel	0,00
textiles	25,00
vidrio	0,00
metales	0,00
otros	25,00
composición química RSU	
humedad % peso	
peso total (Kg)	26
%	100

composición física de los residuos	
componentes	composición física (% base seco)
	medición 6
Materia Orgánica	0,00
plásticos	100,00
cartón	0,00
papel	0,00
textiles	0,00
vidrio	0,00
metales	0,00
otros	0,00
composición química RSU	
humedad % peso	
peso total (Kg)	26
%	100

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001

composición física de los residuos	
componentes	composición física (% base seco)
	medición 7
Materia Orgánica	0,00
plásticos	0,00
cartón	100,00
papel	0,00
textiles	0,00
vidrio	0,00
metales	0,00
otros	0,00
composición química RSU	
humedad % peso	
peso total (Kg)	26
%	100

composición física de los residuos	
componentes	composición física (% base seco)
	medición 8
Materia Orgánica	0,00
plásticos	0,00
cartón	0,00
papel	0,00
textiles	100,00
vidrio	0,00
metales	0,00
otros	0,00
composición química RSU	
humedad % peso	
peso total (Kg)	26
%	100

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001

composición física de los residuos	
componentes	composición física (% base seco)
	medición 9
Materia Orgánica	0,00
plásticos	44,23
cartón	11,54
papel	0,00
textiles	40,38
vidrio	0,00
metales	0,00
otros	3,85
composición química RSU	
humedad % peso	
peso total (Kg)	26
%	100

composición física de los residuos	
componentes	composición física (% base seco)
	medición 10
Materia Orgánica	0,00
plásticos	0,00
cartón	46,15
papel	0,00
textiles	53,85
vidrio	0,00
metales	0,00
otros	0,00
composición química RSU	
humedad % peso	
peso total (Kg)	26
%	100

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL
 PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL
 BASADO EN LA NORMA ISO 50001**

ANEXOS 2 Matriz de requisitos legales

	MATRIZ DE REQUISITOS LEGALES	
GESTORA AMBIENTAL		Página 1 de 1 Revisión: 04

FECHA DE ACTUALIZACION:		TIPO:	
--------------------------------	--	--------------	--

ELABORADO POR:	David Delgado
-----------------------	---------------

PROCESO AL QUE APLICA	CUERPO DE LEY, NORMA O REGULACIÓN	EMISIÓN; REGISTRO OFICIAL	TITULO	REQUISITO ESPECÍFICO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO	CUMPLIMIENTO
	Constitución de la República del Ecuador	RO 449: 20/10/2008	TITULO I	ARTICULO 15, El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni	Informativo	Total

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL
 PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL**

				afectará el derecho al agua		
	Constitución de la República del Ecuador	RO 449: 20/10/2008	TITULO VII	ARTICULO 413. El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua.	Informativo	Total
	Reforma del libro VII del texto unificado de legislación secundaria	Acuerdo N061 4/05/2015	TITULO II	ARTICULO 5. Atribuciones de la Auditoría Ambiental Nacional. Literal f). Ejercer la rectoría en materia de energías alternativas en el componente ambiental, en coordinación con la autoridad rectora del	Informativo	Total

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL
 PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL**

				tema energético;		
	Reforma del libro VI del texto unificado de legislacion secundaria	Acuerdo N061 4/05/2016	TITULO III	<p>ARTICULO 73. Gestion Integral de Residuos y/o desechos solidos no peligrosos Del aprovechamiento. En el marco de la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos, es obligatorio para las empresas privadas y municipalidades el impulso a establecer programas de aprovechamiento mediante procesos en los cuales los residuos recuperados, dadas sus características, son reincorporados en el ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio del reciclaje, reutilización, compostaje, incineración con fines de generación de</p>	Informativo	Total

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL
PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL**

				energía, o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales y/o económicos. El aprovechamiento tiene como propósito la reducción de la cantidad de residuos sólidos a disponer finalmente; con lo cual se reducen costos y se aumenta la vida útil de los sitios de disposición final, por lo que se debe considerar:		
	Reforma del libro VI del texto unificado de legislación secundaria	Acuerdo N061 4/05/2017	TITULO III	ARTICULO 73. Gestión Integral de Residuos y/o desechos sólidos no peligrosos Del aprovechamiento. Literal C). Cuando el aprovechamiento de los residuos sólidos no peligrosos se los realice como materia prima para la generación de energía, este tipo de actividad deberá ser	Informativo	Total

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL
PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL**

				sometido a la aprobación de la Autoridad Ambiental Nacional.		
	Reforma del libro VI del texto unificado de legislacion secundaria	Acuerdo N061 4/05/2018	TITULO III	ARTICULO 235. Produccion Limpia, consumo sustentable y o buenas practicas ambientales. Uso eficiente de recursos. Entiéndase como uso eficiente el consumo responsable de materiales, energía, agua y otros recursos naturales, dentro de los parámetros establecidos en esta norma y en aquellas aplicables a esta materia.	Informativo	Total
	Reforma del libro VI del texto unificado de legislacion secundaria	Acuerdo N061 4/05/2019	TITULO III	ARTICULO 238. Obligaciones generales para la producción más limpia.- Todas las instituciones del Estado y las personas naturales, jurídicas, comunidades, pueblos y	Informativo	Total

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL
 PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL**

				nacionalidades se obligan, según corresponda a: literal B). Propender a la optimización y eficiencia energética;		
	Reforma del libro VI del texto unificado de legislación secundaria	Acuerdo N061 4/05/2020	TITULO III	ARTICULO 242. De las acciones estratégicas.- Las acciones estratégicas a cargo de la Autoridad Ambiental Nacional que sustentan la planificación en todos los niveles de gestión, se orientarán hacia: Literal F). Incentivar el cambio de la matriz productiva y energética	Informativo	Total

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL
 PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL**

	ley Organica de servicio publico de energia electrica	Año II 16/01/2015	TITULO VII	<p>ARTICULO 74. Objetivos.- La eficiencia energética tendrá como objetivo general la obtención de un mismo servicio o producto con el menor consumo de energía. En particular, los siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Fomentar la eficiencia en la economía y en la sociedad en general, y en particular en el sistema eléctrico; 2. racional de los recursos energéticos, priorizando el uso de energías renovables; 3. Propiciar la utilización racional de la energía eléctrica por parte de los consumidores o usuarios finales; 4. Incentivar la reducción de costos de producción a través del uso eficiente de la energía, para promover la 	Informativo	Total
--	---	----------------------	---------------	--	-------------	-------

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL
PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL**

				<p>competitividad; 5. Disminuir el consumo de combustibles fósiles; 6. Orientar y defender los derechos del consumidor o usuario final; y, 7. Disminuir los impactos ambientales con el manejo sustentable del sistema energético.</p>		
	Ley organica de eficiencia energetica	RO 449: 19/03/2019	CAPITULO III	<p>ARTICULO 11.Sectores regulados por esta Ley.- Los sectores que suministran energía primaria y secundaria, y los sectores consumidores de energía (público, industrial, comercial, transporte, residencial, entre otros) así como sus órganos rectores y</p>	Informativo	Total

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL
PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL**

				reguladores, estarán sujetos a las disposiciones de esta Ley.		
	Ley organica de eficiencia energetica	RO 449: 19/03/2019	CAPITULO III	<p>ARTICULO 15. Categorización de consumidores de energía.- Los consumidores de los sectores público, industrial, comercial, turístico y recreativo, serán categorizados, por sector y actividad, de acuerdo a su consumo energético total, de la forma siguiente:</p> <p>1. Grandes consumidores de energía; 2. Medianos consumidores de energía; y, 3. Pequeños consumidores de energía.</p> <p>Los rangos de clasificación serán establecidos en el reglamento de la Ley</p>	Informativo	Total

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL
 PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL**

	Ley organica de eficiencia energetica	RO 449: 19/03/2019	CAPITULO III	ARTICULO 16. De los consumidores de energía.- Los consumidores en los sectores público, industrial, comercial, turístico y recreativo, deberán procurar la implementación de acciones de eficiencia energética, mediante la adquisición de nuevas tecnologías, políticas de concientización empresarial, y optimización de uso de la energía en sus procesos productivos, con lo cual podrán ser beneficiarios de los incentivos que se establezcan para el efecto, así como del otorgamiento de certificados de ahorro de energía, de conformidad con los parámetros y condiciones establecidos en el	Informativo	Total
--	---------------------------------------	-----------------------	-----------------	--	-------------	-------

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL
 PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL**

				Reglamento a esta Ley		
	Ley organica de eficiencia energetica	RO 449: 19/03/2019	CAPITULO III	ARTICULO 17. Ahorro y uso eficiente de energía.- A nivel nacional, todo consumidor de energía debe velar permanentemente porque sus consumos estén enmarcados en el uso racional de la energía, y adaptar sus comportamientos de consumo, orientándolos al ahorro energético, sin que esto signifique disminuir sus condiciones de confort y producción.	Informativo	Total

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL
 PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL**

	Ley organica de eficiencia energetica	RO 449: 19/03/2019	CAPITULO VI	ARTICULO 22.Incentivos para la eficiencia energética.- Se deberán establecer mecanismos de incentivo pertinentes, oportunos y eficaces, destinados a los consumidores que apliquen acciones de eficiencia energética a sus procesos, mediante la elaboración de auditorías energéticas, la implementación de etiquetas de eficiencia energética y la creación e implementación de sistemas de gestión de energía, u otras acciones similares, que serán verificadas por el ente rector en materia energética en coordinación con las instancias pertinentes, con el fin de generar conductas que tiendan a la	Informativo	Total
--	---------------------------------------	-----------------------	----------------	--	-------------	-------

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL
PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL**

				eficiencia energética.		
--	--	--	--	------------------------	--	--

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN EL PROCESO DE INCINERACIÓN DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001

ANEXO 3 Procedimiento de revisión energética y línea base de energía

La documentación elaborada e implementada para dar cumplimiento a los requisitos 4.4.3 revisión energética y 4.4.4 línea base de la energía como indica la norma ISO 5001 se muestran a continuación como procedimiento e instructivo.

	DESTRUCCIÓN TÉRMICA DE DESECHOS	Código: GA-XXX-XX
		Vigente: Mes. Año
Gestora Ambiental	Gestión energética	Versión: X

1. OBJETIVO.

El propósito de este procedimiento es establecer una metodología para realizar la revisión energética e identificar los usos significativos de uso y consumo de energía asociados al procedimiento de incineración, que permitan determinar periódicamente las oportunidades de mejora del desempeño energético

2. ALCANCE.

Este procedimiento es de aplicación al proceso de destrucción térmica (DT) confeccionada a partir de los desechos recibidos en las instalaciones.

Este procedimiento tiene prevista la implementación de una planificación energética en el proceso de destrucción térmica a fin de mejorar su desempeño energético.

3. DEFINICIONES

- **Energía:** electricidad, combustibles, vapor, calor, aire comprimido y otros similares.
- **Línea de base energética:** Referencia cuantitativa que proporciona la base de comparación del desempeño energético.
- **Consumo de energía:** cantidad de energía utilizada

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001

- **Eficiencia energética:** proporción u otra relación cuantitativa entre el resultado en términos de desempeño, de servicios, de bienes o de energía y entrada de energía.
- **Desempeño energético:** resultados medibles relacionados con la eficiencia energética, el uso de la energía, y el consumo de la energía.
- **Revisión energética:** mediante la identificación de los usos y cálculos de consumo de energía de la organización es posible identificar su desempeño energético y las oportunidades de mejora.
- **Residuo:** aquel material en estado sólido, líquido o gaseoso, que resulta de un proceso de extracción, transformación, fabricación o consumo, y del cual el poseedor del mismo decide o tiene la obligación de abandonar.
- **Residuo Peligroso:** Se consideran residuos peligrosos aquellos materiales sólidos, líquidos, pastosos o gaseosos que figuren en la lista de residuos peligrosos nacionales, así como los recipientes y envases que los hayan contenido.

Responsabilidades de acuerdo al Cargo:

Jefe de Planta /Supervisor

- Asegurarse que solamente personas entrenadas y capacitadas operen el incinerador.
- Asegurarse que el operador siga y cumpla con el plan de operación.
- Verifica y se asegura que los registros/reportes de inspección, operación del sistema, materiales procesados, cantidades de materiales sean debidamente llenados y guardados.
- Gestionará ante el GPO (Gerente de proyectos & Operaciones) los recursos y medios para el entrenamiento y capacitación del operador del incinerador.
- Enviar electrónicamente el reporte de operaciones del incinerador al GPO, en el formato correspondiente, asegurándose de completar toda la información solicitada.

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN EL
PROCESO DE INCINERACIÓN DE UNA GESTORA AMBIENTAL
BASADO EN LA NORMA ISO 50001**
Operador del incinerador /Asistente

- Usar el equipo de protección siempre y en todo momento.
- Garantizar el funcionamiento seguro del equipo y demás equipos asociados al proceso tales como triturador, balanza, recipientes y el área de trabajo y almacenaje de desechos.
- Garantizar la adecuada operación y mantenimiento del incinerador de conformidad con las especificaciones del fabricante.
- Asegurarse de que solo se incineren desechos previamente seleccionados, adecuados y preparados, a excepción de los desechos clínicos y similares.
- Documentar y mantener los registros de operación, mantenimiento solicitado.
- Informar al Jefe de la Planta cualquier malestar, mal funcionamiento o reparaciones requeridas, así como un reporte HESQ de las actividades (accidentes, incidentes, peligros y riesgos detectados).

4. DESARROLLO

4.1. Identificación de las operaciones del proceso de incineración

En esta etapa se debe realizar un levantamiento de los subprocesos o equipos auxiliares del incinerador, sin embargo de existir algún cambio en la operación se debería actualizar la identificación

4.2. Identificar las entradas y salidas de cada operación unitaria

La identificación de entradas y salidas de cada operación unitaria del proceso de incineración se lo debe realizar en un periodo de tiempo de un año en un diagrama de flujo donde se indique:

- Materias primas
- Energía
- Insumos y combustibles

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001

- Residuos de ceniza
- Energía residual

4.3. Registro y cálculo de consumo de diésel

- Al iniciar el turno de incineración, el operador debe revisar la medida inicial del combustible y registrarla en el formato GA-SGE-1-A control de proceso térmico.
- Al finalizar el turno el operador entregará su turno al otro operador indicando las medias del combustible iniciales y finales.
- El supervisor deberá registrar los datos obtenidos y calcular el combustible consumido en el turno de 24 horas con el fin de conocer el coeficiente de aprovechamiento del diésel expresado como: desecho incinerado (kg)/ diésel consumido.

4.4. Calculo del consumo de energía fósil

- Identificar los equipos de mayor consumo de diésel en el proceso de incineración
- Determinar el régimen de trabajo de cada equipo (horas/mes)
- Calcular la demanda nominal de diésel de cada equipo
- Determinar la cantidad de residuo incinerado y la energía consumida por el proceso de incineración.

4.5. Identificar los usos significativos de energía

Mediante el diagrama de Pareto identificar los equipos de mayor consumo de energía, mismos que representen el uso significativo de energía, por tanto el 80% de la energía consumida se debe al 20% de los equipos en el proceso:

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL BASADO EN LA NORMA ISO 50001
4.6. Propuestas de eficiencia energética

Una vez identificado los equipos de uso significativo del proceso de incineración, se establecerá propuestas y para la implementación de la eficiencia energética, determinando la viabilidad de la misma mediante un análisis de fortalezas oportunidades, debilidades y amenazas (FODA).

4.7 Objetivos, metas y planes energéticos para la gestión de la energía

Una vez realizado el análisis FODA de las propuestas de ahorro, es posible establecer los objetivos, metas y planes que permitan con las metas establecidas, para esto se deberá establecer los indicadores de desempeño energético, los mismo que permitirán el seguimiento, medición y análisis de los indicadores relacionados con el desempeño energético.

5. RIESGOS Y REQUISITOS HESQ

Los riesgos al proceso de destrucción térmica de desechos son:

- Riesgo físico al estar expuesto a altas temperaturas el momento de las mediciones de temperatura.
- Riesgo físico al estar expuesto radiación no ionizante e infrarroja el momento de las mediciones de temperatura.
- Riesgo mecánico al realizar mediciones de temperatura y gases en la chimenea.

Requisitos HESQ de este proceso son:

- Siempre usar el equipo de protección personal
- Apertura de permiso de trabajo antes de cualquier trabajo que se realizara en el incinerador
- Reporte de eventualidades.

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGETICO EN EL
PROCESO DE INCINERACION DE UNA GESTORA AMBIENTAL
BASADO EN LA NORMA ISO 50001**

Bibliografía.

- Adobe, el croquis, Gluck, M., Allan, H., microsoft, D+A, ... Montoya. (2018). Guía de auditorías energéticas en centros docentes. *Manual de Eficiencia Energética En Almazaras*. <https://doi.org/10.1088/0022-3727/42/8/085117>
- AENOR. Sistemas de gestión de la energía. Requisitos con orientación para su uso, UNE-EN ISO 5001:2011 § (2011). <https://doi.org/10.1126/science.aao4277>
- Aguilera, R. (2011). Journal of canadian petroleum technology. *Journal of Canadian Petroleum Technology*.
- Benavides, G. (2002). Reacciones redox. *Pendiente*.
- Bernardo, M., Casadesus, M., Karapetrovic, S., & Heras, I. (2010). An empirical study on the integration of management system audits. *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.12.001>
- Briano, J. I., Jesús Baez, M., & Moya Morales, R. (2016). Eficiencia energética en Colombia : Identificación de oportunidades. *Ingeniare*.
- Bujak, J. (2009). Experimental study of the energy efficiency of an incinerator for medical waste. *Applied Energy*. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2009.03.016>
- Bujak, J. (2015). Thermal treatment of medical waste in a rotary kiln. *Journal of Environmental Management*. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.07.048>
- De Laire, M. (2015). ISO 50001 implementation in the chilean industry. In *WEEC 2015 - World Energy Engineering Congress*.
- Fallis, A. . (2013). El Proyecto de Investigación - Introducción a la metodología científica 6ta edición. *Journal of Chemical Information and Modeling*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Gestión-Calidad. (2013). SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL E ISO 14001. *Consultoría de Gestión Calidad*.
- Goswami, D. Y., & Kreith, F. (2015). *Energy efficiency and renewable energy: Handbook, second edition*. *Energy Efficiency and Renewable Energy: Handbook, Second Edition*. <https://doi.org/10.1201/b18947>
- Guévert, E., Bitá Fouda, A., Mbous, J. A., Makoutode, M., & Bessaoud, K. (2009). Medical waste incinerator constructed with locally produced materials: Experience during the immunization campaign 2002 against measles in Douala, Cameroon. *Medecine Tropicale*.
- Hernández Escobar, A. A., Ramos Rodríguez, M. P., Placencia López, B. M., Indacochea Ganchozo, B., Quimis Gómez, A. J., & Moreno Ponce, L. A. (2018). *Metodología de la investigación científica*. *Metodología de la*

- investigación científica*. <https://doi.org/10.17993/ccyll.2018.15>
- Iván, V.-R., José, M.-R., Melitón, E.-J., & Agustina, O.-S. (2014). Potencial de generación de biogás y energía eléctrica Parte I: excretas de ganado bovino y porcino. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*.
[https://doi.org/10.1016/s1405-7743\(14\)70352-x](https://doi.org/10.1016/s1405-7743(14)70352-x)
- Jeswani, H.k., & A. (2016). Incineration of Municipal Solid Waste. *Waste Management*.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-207690-9.50021-0>
- Katari, V. S., Vatauvuk, W. M., & Wehe, A. H. (1987). Incineration techniques for control of volatile organic compound emissions Part I. Fundamentals and process design considerations. *Journal of the Air Pollution Control Association*. <https://doi.org/10.1080/08940630.1987.10466204>
- Medianero Burga, D. (2014). Metodología de Estudios de Línea de Base. *Pensamiento Crítico*.
<https://doi.org/10.15381/pc.v15i0.8994>
- Montiel-Bohórquez, N. D., & Pérez, J. F. (2019). Generación de Energía a partir de Residuos Sólidos Urbanos. Estrategias Termodinámicas para Optimizar el Desempeño de Centrales Térmicas. *Información Tecnológica*.
<https://doi.org/10.4067/s0718-07642019000100273>
- Nakatsuka, N., Kishita, Y., Kurafuchi, T., & Akamatsu, F. (2020). Integrating wastewater treatment and incineration plants for energy-efficient urban biomass utilization: A life cycle analysis. *Journal of Cleaner Production*.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118448>
- Pérez, D. (2016). Caso práctico de Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía en la Industria. VII Seminario Latinoamericano y del Caribe de Eficiencia Energética, Montevideo, Uruguay, 26-31.
- Programa, X. I., & Cient, C. (2010). LA INCINERADORA DE RESIDUOS : ¿ ESTÁ JUSTIFICADO EL RECHAZO SOCIAL ?, *104*, 175–187.
- Rodríguez, L. A. (2014). VIABILIDAD TÉCNICA PARA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS A PARTIR DE LA FRACCIÓN ORGÁNICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS – FORSU. *Journal of Chemical Information and Modeling*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Sakurai, K. (2003). Método Sencillo del Análisis de Residuos Sólidos. *Cepis/Ops*.
- Salvador, A. R. (2013). INCINERACION de RESIDUOS SOLIDOS URBANOS. *Dpto. de Ingeniería Química. Facultad de CC. Químicas. Universidad Complutense de Madrid.*, (March), 327–331.

- Secretaría de Energía, S., Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, S., Alemana, C., & Seutsche Gesellschaft fur Internationale Zusammenarbeit, G. (2018). Plantas de incineración de residuos sólidos urbanos en México (ENRES). *Aprovechamiento Energético de RSU*.
- Teresa, M., Jiménez, J. A., Medina, J. M., & Melchor, M. Á. (2015). Análisis del Estado del Arte de Empresas que Utilizan el Sistema Kanban en sus Cadenas de Suministro. In *Academia Journals Celaya*.
- Wei, B., Xie, N., & Yang, L. (2020). Understanding cumulative sum operator in grey prediction model with integral matching. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*.
<https://doi.org/10.1016/j.cnsns.2019.105076>