

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla



FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
COLEGIO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**“GESTIÓN AMBIENTAL EN LA INDUSTRIA CEMENTERA: ANÁLISIS DE
CUMPLIMIENTO DE LA NORMA ISO 14000”**

TESINA

Para obtener el título de la

Licenciatura en Ingeniería Ambiental

Presenta:

Viiani Guadalupe Guerrero Reyes

Directora de Tesina:

Dra. Ma. de los Ángeles Velasco Hernández

Asesores:

Dra. María Dolores Guevara Espinoza

Dra. María de Lourdes Saldaña Blanco

14 noviembre 2023



Oficio No. FIQ/AC/206/2023
Asunto: Registro de Tema de Tesina

C. VIANI GUADALUPE GUERRERO REYES
PASANTE DE LA LICENCIATURA EN
INGENIERÍA AMBIENTAL
P R E S E N T E:

Por medio del presente me permito informarle, de la aprobación del Registro de Tema de Tesina de la **Licenciatura en Ingeniería Ambiental** cuyo título es el siguiente:

"GESTIÓN AMBIENTAL EN LA INDUSTRIA CEMENTERA: ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO DE LA NORMA ISO 14000"

Con el siguiente contenido:

INTRODUCCIÓN


CAPÍTULO 1	ANTECEDENTES
CAPÍTULO 2	METODOLOGÍA
CAPÍTULO 3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CONCLUSIONES
BIBLIOGRAFÍA

Directora de Tesina: Dra. María de los Ángeles Velasco Hernández.

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente
"Pensar Bien, Para Vivir Mejor"
H. Puebla de Z., a 3 de Octubre de 2023


Dra. Valeria Jordana Gonzalez Coronel
Secretaria Académica

C.c.p. Directora de Tesina: Dra. María de los Ángeles Velasco Hernández.
C.c.p. Archivo.

Contenido

CAPÍTULO I: ANTECEDENTES	4
1.1 Planteamiento del problema.....	6
1.2 Pregunta de investigación	9
1.3 Justificación.....	12
1.4 Objetivo general	14
1.5 Objetivos específicos.....	15
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.....	15
2.1 Marco Teórico: Familia de normas ISO14000.....	15
2.1.1 Introducción a la norma ISO 14001:2015	20
2.1.2 Estructura y principios.....	21
2.2 Relevancia de la Norma ISO 14001 en la Industria del Cemento.....	33
2.2.1 Impacto de la industria en el medio ambiente.....	33
2.2.2 Normatividad en México para la producción del cemento	35
2.2.3 Tres estrategias para la gestión ambiental en el sector cementero	37
2.2.4 Metodología de Investigación	48
2.2.5 Alcances del estudio	52
2.2.6 Hipótesis.....	54
2.2.7 Variables	54
2.2.8 Instrumentos y recolección de datos	55
Capítulo III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	56
4.1 Encuadre de la Empresa	56
4.1.1 Presentación y contexto de la empresa	56
4.1.2 Descripción del proceso de producción de cemento	57
4.1.3 Compromiso con la sostenibilidad	59
4.1.4 Sistema de Gestión Ambiental	63
4.3 Análisis e interpretación de datos.....	67
4.3.1 Hallazgos cuantitativos	67
4.3.2 Hallazgos cualitativos.....	72
4.3.3 Interpretación y triangulación de datos	78
4.4 Discusión y recomendaciones	79

CAPÍTULO I: ANTECEDENTES

La gestión ambiental y la sostenibilidad se han convertido en temas de gran relevancia en el contexto empresarial global. Las empresas se enfrentan a la creciente necesidad de operar de manera más sostenible y reducir su impacto en el medio ambiente. En este contexto, la norma ISO 14001:2015 Sistemas de Gestión Ambiental, ha emergido como una guía esencial para la gestión ambiental, ofreciendo directrices claras y un marco estructurado para las organizaciones que buscan minimizar su huella ecológica.

Esta tesina se centra en la aplicación de la Norma ISO 14001:2015 Sistemas de Gestión Ambiental, en una empresa cementera ubicada en Puebla, México, la cuál ha solicitado como condición, la omisión deliberada de su nombre legal, su marca comercial, su ubicación y cualquier otro dato que pueda relacionar y llevar a su identificación. Al realizar este estudio, todas las dudas fueron aclaradas y determinadas a través de un consentimiento informado el cual establece principios de confidencialidad, como afirma Meo, en una investigación, no se puede tener una confidencialidad absoluta debido a que la intención es divulgar hallazgos y transformarlo en aprendizaje, sin embargo “Lo que sí pueden hacer es no divulgar información que permita identificar a los participantes y tratar de proteger su identidad a través de distintos procesos para anonimizarlos” (2010).

Máxime cuando se trata de investigaciones en grandes empresas como son las de la industria del cemento, ya que es conocida por su contribución significativa a la emisión de gases de efecto invernadero y su impacto en el medio ambiente, por

ende también las cuestiones de investigación deben ser cuidadas y manejadas con una gran ética profesional.

El presente estudio tiene como objetivo principal evaluar la implementación de la Norma ISO 14001:2015 Sistemas de Gestión Ambiental, en esta empresa cementera, analizando su adhesión a los estándares de gestión ambiental y evaluando su impacto en la sostenibilidad. A través de una metodología de investigación aplicada, se llevó a cabo un análisis de la empresa, examinando las prácticas de gestión ambiental utilizadas en consonancia con los requisitos de la norma.

El contenido desarrollado de este documento se encuentra estructurado en varios capítulos, cada uno de los cuales aborda aspectos específicos de la investigación. El Capítulo I plantea el problema, los objetivos y la justificación del estudio. El Capítulo II proporciona el marco teórico necesario, que incluye una descripción detallada de la Norma ISO 14001:2015 Sistemas de Gestión Ambiental, su relevancia en la industria del cemento y su aplicación en otros contextos. En el Capítulo III, se explica la metodología de investigación aplicada, que se utilizará para llevar a cabo la evaluación. Finalmente, el Capítulo IV presenta los resultados de la investigación, junto con las conclusiones y recomendaciones que se derivan de los hallazgos.

Esta investigación busca no solo evaluar la aplicación de la Norma ISO 14001:2015 Sistemas de Gestión Ambiental, en una empresa cementera, sino también contribuir al conocimiento sobre la gestión ambiental en la industria del cemento y

proporcionar recomendaciones prácticas para mejorar la sostenibilidad en este sector. La importancia de este estudio radica en su potencial para impulsar prácticas más sostenibles en una industria clave y contribuir al esfuerzo global por preservar nuestro entorno natural.

Este producto, es en consecuencia, una contribución a la investigación que, se espera, arroje conocimiento práctico sobre la implementación de estándares ambientales en la industria del cemento y ofrezca valiosas lecciones que puedan aplicarse en empresas similares en el resto del país y en el contexto globalizado.

1.1 Planteamiento del problema

La industria del cemento, esencial para el desarrollo de infraestructura y construcción, ha sido una parte fundamental del crecimiento económico en México. En 2021 alcanzó una producción de 49.9 millones de toneladas de los cuales 47.8 millones de toneladas son para consumo nacional, es decir el 96% del total de la producción (INEGI en Escobar, 2023).

No obstante, este consumo ha estado acompañado de una creciente preocupación por su impacto ambiental. La producción de cemento es una de las principales fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero, y su explotación intensiva de recursos naturales a menudo resulta en la degradación de ecosistemas locales, la contaminación del aire y la emisión de partículas dañinas al ambiente. Por ejemplo, “En el año 2014 se produjeron cerca de 3500 millones de toneladas de cemento en el mundo. Para producir tan solo una de esas toneladas, las plantas utilizadas emiten entre 0.82 y 1 tonelada de dióxido de carbono (CO_2) a la atmosfera; es decir

que el año pasado sólo la industria del cemento aportó entre 2800 y 3500 millones de toneladas de CO_2 a la atmosfera, lo que constituye entre el 5% y el 8% del total de las emisiones resultantes de actividades humanas” (Universidad Nacional de Colombia, 2017).

El estado de Puebla, ubicado en México, desempeña un papel crítico en la industria cementera del país, ya que es uno de los estados principales Estados en la fabricación de cemento y productos de concreto, “En el primer trimestre de 2022 se registraron 7,186 unidades económicas [en este rubro]” (DENUE, 2023).

Alberga una parte sustancial de las fábricas de cemento mexicanas y contribuye significativamente a la economía local y nacional. A pesar de su contribución al desarrollo económico, la industria cementera de Puebla no está exenta de problemas medioambientales. La liberación de dióxido de carbono (CO_2) y otros contaminantes atmosféricos, la extracción intensiva de recursos naturales y la alteración de los ecosistemas locales son algunas de las preocupaciones ambientales que han surgido como resultado de esta actividad industrial.

Actualmente nos encontramos en un momento en que la comunidad internacional reconoce la urgencia de abordar el cambio climático y promover prácticas más sostenibles, la regulación y gestión adecuada de las actividades industriales son cruciales “Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), también conocidos como Objetivos Globales, fueron adoptados por las Naciones Unidas en 2015 como un llamamiento universal para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que para el 2030 todas las personas disfruten de paz y prosperidad” (ONU, 2023).

Dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, al menos tres de los diecisiete objetivos pueden estar vinculados con la industria del cemento y el cuidado del medio ambiente. Por ejemplo el objetivo 6 “agua limpia y saneamiento”, en lo que respecta a “mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial”; el objetivo 9 “industria, innovación e infraestructura”, cuando menciona “modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales”; también el objetivo 15 vida de ecosistemas terrestres, establece entre sus líneas “velar por la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres” y; prácticamente todo el objetivo 13 “Acción por el Clima” cuyas subobjetivos se centran en el combate al cambio climático.

En este sentido, la Norma ISO 14000:2015, una norma internacionalmente reconocida, proporciona pautas y estándares para la gestión ambiental. Su aplicación efectiva en la industria del cemento en Puebla podría tener un impacto significativo en la reducción de emisiones de CO_2 , la conservación de los recursos naturales y la mejora de la sostenibilidad en la región.

Por ello, este estudio se enfoca en evaluar la aplicación de la Norma ISO 14001 en una empresa cementera en Puebla. A través de una metodología de investigación aplicada, se llevó a cabo un análisis exhaustivo de la empresa, examinando la

efectividad de sus prácticas de gestión ambiental en concordancia con los requisitos de la norma. Se busca determinar si la implementación de la norma ha tenido un impacto medible en la reducción de emisiones de CO_2 , la conservación de los recursos naturales y la promoción de prácticas más sostenibles.

En este sentido se resalta la importancia de una evaluación crítica de la aplicación de la Norma ISO 14001:2015 Sistemas de Gestión Ambiental, en la empresa cementera de Puebla. La investigación pretende arrojar luz sobre los desafíos y oportunidades asociados con la adopción de normas de gestión ambiental en un contexto industrial clave, con implicaciones económicas y medioambientales significativas.

El conocimiento generado por esta investigación podría proporcionar información valiosa para la toma de decisiones y promover prácticas más sostenibles en la industria del cemento en Puebla y en otras regiones que enfrenten desafíos similares en términos de sostenibilidad y regulación ambiental.

1.2 Pregunta de investigación

El análisis exhaustivo de la implementación de la Norma ISO 14001 en la empresa cementera de Puebla, en el contexto de una industria con implicaciones ambientales significativas, requiere una pregunta de investigación clara y enfocada. Como establece Elizondo & González “La pregunta de investigación refleja el problema planteado, se construye a partir de él, pero se distingue en que es una oración interrogativa que especifica qué es exactamente lo que se pretende investigar, qué es lo que se quiere saber, qué es lo que la investigación va a responder. Por lo

tanto, dirige la investigación” (2021, p.25). Por ello, la elección de una pregunta de investigación adecuada es fundamental, ya que guiará todo el proceso de investigación y definirá los objetivos del estudio. Esta pregunta debe ser lo suficientemente específica como para abordar los objetivos de la investigación y, al mismo tiempo, lo suficientemente amplia como para permitir una evaluación integral de la aplicación de la norma y sus implicaciones. Con base en lo antedicho, se presenta la pregunta central de esta investigación como sigue:

¿Cómo se explica el impacto de la implementación de la Norma ISO 14001 en una empresa cementera en Puebla, México, en términos la mejora del desempeño ambiental; el cumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos?

Esta pregunta se originó a partir de la necesidad de evaluar de manera profunda y holística la aplicación de la Norma ISO 14000 en la empresa cementera en Puebla¹, considerando su contexto industrial y ambiental. Esta elección se basa en la relevancia y pertinencia de la norma en la gestión ambiental y sostenibilidad. La pregunta está diseñada para abordar tres aspectos clave: la mejora del desempeño ambiental; el cumplimiento de los requisitos legales y la documentación y evidencia de su seguimiento; que son pilares fundamentales de un sistema de gestión ambiental en este caso, para la industria del cemento.

¹ Se hace una nota al pie para señalar que en lo subsecuente se nombrará únicamente como “la empresa”, para referirse a aquella que fue sujeto de investigación.

La pregunta de investigación se desarrolló a partir de la comprensión del contexto y revisión de la literatura relacionada con la gestión ambiental. Se consideró la relevancia de la Norma ISO 14001² como marco de referencia internacional para la gestión ambiental y, además, se tuvo en cuenta la importancia de Puebla en la industria cementera de México y su impacto económico y ambiental.

Estos aspectos fueron identificados como aspectos clave de la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental en la industria del cemento a partir de la norma. La pregunta se diseñó para permitir un análisis profundo y multidimensional de la aplicación de la norma, con el objetivo de proporcionar una comprensión integral de su influencia en la empresa y en el entorno local.

Así mismo, se basa en la necesidad de generar conocimiento valioso que contribuirá a la toma de decisiones en la empresa. Además, busca proporcionar información que sea relevante para otras empresas que enfrenten desafíos similares en términos de sostenibilidad y regulación ambiental. Esta pregunta guiará todo el proceso de investigación y ayudará a enfocar los esfuerzos en la evaluación y análisis de la aplicación de la Norma ISO 14001:2015 Sistemas de Gestión Ambiental, en un contexto industrial específico.

Por último se considera que esta pregunta de investigación se erige como un faro que iluminará el camino hacia una mejor comprensión de cómo las normas de gestión ambiental pueden impactar la gestión ambiental en la empresa, con

² En lo subsecuente, “la norma”

implicaciones que van más allá de las fronteras de Puebla y pueden influir en la forma en que se aborda la gestión ambiental en industrias similares a nivel global.

1.3 Justificación

A partir del contexto internacional y la realidad actual que impera de forma global, existen dos objetivos que se confrontan por sí mismo, pero que invariablemente urgen su encuentro y equilibrio, por un lado, se encuentra la necesidad de abordar desafíos ambientales y por el otro, mantener los procesos de producción y ganancias en el sistema capitalista que impera en nuestro país y en el mundo.

Desde finales de los años setenta, la introducción del concepto de desarrollo sostenible ha planteado la viabilidad de un equilibrio entre el desarrollo económico y la conservación del medio ambiente (Bergh y Jeroen, 1996).

Por ello, el papel crucial que desempeña la Norma ISO 14001:2015 Sistemas de Gestión Ambiental, en la promoción de prácticas de gestión ambiental efectivas, es cuando menos un esfuerzo para lograr el desarrollo sostenible.

Así mismo, la relevancia ambiental de este proceso, pues la industria del cemento es ampliamente reconocida por su contribución significativa a la emisión de gases de efecto invernadero, la degradación del suelo y la alteración de los ecosistemas locales. Estos problemas ambientales tienen implicaciones no solo a nivel local, sino también a nivel global, en la lucha contra el cambio climático y la conservación de los recursos naturales.

Por ello surge la necesidad de conocer cómo la implementación de la Norma ISO 14001:2015 Sistemas de Gestión Ambiental, puede contribuir a abordar estos desafíos ambientales y promover prácticas más sostenibles en la industria del cemento.

Otro aspecto importante, es el económico, pues la industria del cemento desempeña un papel crucial en la economía de Puebla y México en general. Genera empleo y contribuye significativamente al Producto Interno Bruto (PIB) del país. Ejemplificando o anterior, tenemos que la industria manufacturera, dentro de la cual se clasifican las fábricas cementeras, generaron un estimado de 5.48 billones de pesos en el primer trimestre del año 2023. (INEGI, 2023).

Por lo tanto, cualquier mejora en las prácticas de gestión ambiental en esta industria no solo beneficia al medio ambiente, sino que también puede impulsar la economía local y nacional. Por lo que esta investigación se basa en la relevancia económica de la industria del cemento y en la necesidad de promover prácticas sostenibles que no comprometan el crecimiento económico.

Por ello, el papel de la Norma ISO 14001:2015 Sistemas de Gestión Ambiental, es un marco ampliamente reconocido y respetado para la gestión ambiental.

La investigación se basó en el análisis del nivel de cumplimiento de esta empresa con los requisitos de la ISO 14001 y verificó cómo se traduce en la gestión de recursos naturales y prácticas sostenibles en el contexto específico de la industria del cemento.

Esta investigación tiene el potencial de contribuir significativamente al conocimiento en el campo de la gestión ambiental en la industria del cemento. Los hallazgos de esta investigación pueden proporcionar información valiosa para la toma de decisiones en la empresa cementera de Puebla, así como para otras empresas en la industria del cemento que buscan mejorar sus prácticas de gestión ambiental.

Además, los resultados pueden servir como un punto de referencia para futuras investigaciones en este campo y ayudar a avanzar en la comprensión de cómo las normas de gestión ambiental pueden influir en la sostenibilidad en industrias similares en todo el mundo.

Por lo tanto, la necesidad de abordar desafíos ambientales, promover la sostenibilidad económica, evaluar la efectividad de la ISO 14001:2015 Sistemas de Gestión Ambiental, y contribuir al conocimiento en el campo de la gestión ambiental en la industria del cemento es motivo de esta investigación con el fin de confrontar los imperativos ambientales con las realidades económicas, y su importancia radica en su capacidad para influir positivamente en ambos aspectos.

1.4 Objetivo general

El objetivo general de esta investigación es evaluar el nivel de cumplimiento de la implementación de la Norma ISO 14001:2015 Sistemas de Gestión Ambiental, en una empresa cementera en Puebla, México, a partir de las cláusulas de implementación de esta.

1.5 Objetivos específicos

- Analizar el conocimiento que los trabajadores clave de la empresa cementera en Puebla poseen acerca de la Norma ISO 14001:2015 Sistemas de Gestión Ambiental, evaluando su comprensión de los requisitos y principios de la normativa.
- Conocer las medidas implementadas por la empresa para cumplir con los estándares de la Norma ISO 14001, incluyendo acciones relacionadas con la gestión de residuos, la reducción de emisiones y la conservación de recursos naturales.
- Examinar los procesos de mejora continua utilizados por la empresa conforme a la Norma ISO 14001, centrándose en la identificación de áreas de oportunidad, la adopción de prácticas sostenibles y la eficiencia operativa.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1 Marco Teórico: Familia de normas ISO14000

La Organización Internacional de Normalización (ISO) es una entidad reconocida a nivel mundial que se dedica a la elaboración y publicación de normas internacionales para una amplia variedad de industrias y sectores. Fundada en 1947, ISO tiene como objetivo principal facilitar el comercio internacional al establecer estándares que garantizan la calidad, la seguridad y la eficiencia de productos, servicios y sistemas.

“ISO (Organización Internacional de Normalización) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (organismos miembros de ISO). El trabajo de preparación de las normas internacionales normalmente se realiza a través de los comités técnicos de ISO. Cada organismo miembro interesado en una materia para la cual se haya establecido un comité técnico, tiene el derecho de estar representado en dicho comité. Las organizaciones internacionales, públicas y privadas, en coordinación con ISO, también participan en el trabajo. ISO colabora estrechamente con la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) en todas las materias de normalización electrotécnica” (ISO, 2015).

ISO es una red de institutos de normas nacionales de más de 160 países, lo que la convierte en una organización de gran relevancia en el ámbito de la normalización, norma una amplia gama de industrias, desde tecnología de la información hasta la salud y seguridad laboral. Estas normas son esenciales para promover la calidad y la seguridad de productos y servicios en todo el mundo.

Una de las normas más ampliamente conocidas es la ISO 9001 para sistemas de gestión de calidad, así como la ISO 27001 para seguridad de la información y, específicamente en el contexto de este estudio, la ISO 14000 .

La familia ISO 14000 se refiere a una serie de documentos guía que estandarizan y coadyuvan con las organizaciones en el proceso de atender los desafíos ambientales. Son una serie de normas internacionales relacionadas con la gestión ambiental.

Estas normas son reguladas, vigiladas, actualizadas o desechadas por el subcomité ISO/TC 207 de Gestión Ambiental, cuyo alcance es “[La] estandarización en el campo de la gestión ambiental para abordar los impactos ambientales y climáticos, incluyendo aspectos sociales y económicos relacionados, en apoyo al desarrollo sostenible” (ISO, 2023) por lo que la mejor forma de entender todo lo que comprende a esta familia es seguir el trabajo de este subcomité.

Trabajo del Comité ISO/TC 207³	
Título	Trabajo
ISO/TC 207/SC 1. Sistemas de Gestión Ambiental	Se centra en sistemas de gestión ambiental y ha publicado 12 normas con 5 en desarrollo.
ISO/TC 207/SC 2. Auditoría Ambiental e Investigaciones Ambientales Relacionadas	Aborda auditorías ambientales e investigaciones ambientales y ha publicado 3 normas con 2 en desarrollo.
ISO/TC 207/SC 3. Etiquetado Ambiental	Se enfoca en etiquetado ambiental, con 8 normas publicadas y 3 en desarrollo.
ISO/TC 207/SC 4. Evaluación del Desempeño Ambiental	Se dedica a la evaluación del desempeño ambiental, habiendo publicado 9 normas y 1 en desarrollo.
ISO/TC 207/SC 5. Evaluación del Ciclo de Vida	Se ocupa de la evaluación del ciclo de vida y ha publicado 16 normas con 5 en desarrollo.
ISO/TC 207/SC 7. Gases de Efecto Invernadero y Gestión del Cambio Climático y Actividades Relacionadas	Está relacionado con gases de efecto invernadero, gestión del cambio climático y actividades relacionadas, con 16 normas publicadas y 4 en desarrollo

Tabla 1 Trabajo del Comité ISO/TC 207. Elaboración propia apartir de ISO 2023

De acuerdo con ISO existen siete títulos en los que trabaja el subcomité 207, en total cuentan con 84 normas relacionadas con la gestión ambiental dentro de sus títulos de trabajo, de las cuales 15 están en desarrollo. Esta serie de normas proporciona un marco sólido para que las organizaciones gestionen sus impactos

³ Es de notar que no existe un título 6, después de realizar parte de la investigación documental y la revisión de bibliografía, no se encontró existencia sobre algún aspecto de un título sexto por lo que se puede afirmar que simplemente no existe.

ambientales, cumplan con los requisitos legales y busquen continuamente la mejora ambiental.

Ahora bien, no se considera pertinente plasmar aquí los 84 estándares que ha publicado el comité 207, sin embargo, es necesario conocer al menos aquellas normas en las que se agrupa o incluye la Norma que estamos estudiando.

La norma ISO 14001, pertenece al título 1 Sistemas de Gestión ambiental, y se conforma por 12 estándares publicados y 5 en desarrollo.

Publicados⁴:

1. ISO 14001:2015 Sistemas de gestión ambiental: Requisitos con orientación para su uso
2. ISO 14002-1:2019 Sistemas de gestión ambiental: Directrices para el uso de ISO 14001 para abordar aspectos ambientales y condiciones dentro de un área temática ambiental. Parte 1: General
3. ISO 14002-2:2023 Sistemas de gestión ambiental: Directrices para el uso de ISO 14001 para abordar aspectos ambientales y condiciones dentro de un área temática ambiental. Parte 2: Agua
4. ISO 14004:2016 Sistemas de gestión ambiental: Directrices generales sobre la implementación
5. ISO 14005:2019 Sistemas de gestión ambiental: Directrices para un enfoque flexible a la implementación por etapas
6. ISO 14006:2020 Sistemas de gestión ambiental: Directrices para la incorporación del ecodiseño
7. ISO 14007:2019 Gestión ambiental: Directrices para determinar costos y beneficios ambientales
8. ISO 14008:2019 Valoración monetaria de impactos ambientales y aspectos ambientales relacionados
9. ISO 14009:2020 Sistemas de gestión ambiental: Directrices para incorporar la circulación de materiales en el diseño y desarrollo
10. ISO 14051:2011 Gestión ambiental: Contabilidad de costos de flujo de materiales: Marco general

⁴ Todo lo referente a estas normas puede ser consultado en la página oficial de ISO:
<https://www.iso.org/committee/54818/x/catalogue/p/1/u/0/w/0/d/0>

11. ISO 14052:2017 Gestión ambiental: Contabilidad de costos de flujo de materiales: Guía para la implementación práctica en una cadena de suministro
12. ISO 14053:2021 Gestión ambiental: Contabilidad de costos de flujo de materiales: Guía para la implementación por etapas.

De este universo, parte la norma ISO 14001, la cual es motivo de estudio para este ejercicio de investigación, cuya versión 2015 es una revisión de la norma original ISO 14001: 2004, que se centra en sistemas de gestión ambiental, y es la más actualizada hasta el momento en su área.

La pertinencia de la ISO 14001 es clara al percibir en nuestra actualidad la creciente preocupación por la gestión ambiental en un mundo donde la sostenibilidad y la protección del medio ambiente son temas clave. Fue creada en respuesta a la necesidad de establecer un estándar internacional que ayudara a las organizaciones a reducir su impacto ambiental y a operar de manera más sostenible.

La ISO 14001 ha tenido un impacto significativo en todo el mundo al promover prácticas empresariales más sostenibles y la gestión responsable de los recursos naturales, además se encuentra alineada con el Objetivo de desarrollo sostenible número 13 Acción por el clima.

Además, las organizaciones que implementan estas normas pueden mejorar su reputación, cumplir con los requisitos legales y regulaciones ambientales, reducir costos y minimizar su huella ecológica. A medida que la conciencia ambiental sigue creciendo, la ISO 14000:2015 sigue siendo relevante y es cada vez más adoptada por organizaciones en todo el mundo en busca de un futuro más sostenible.

2.1.1 Introducción a la norma ISO 14001:2015

Como se ha establecido previamente, la norma ISO 14001 es un estándar internacional que se centra en sistemas de gestión ambiental y proporciona una estructura sólida para que las organizaciones puedan establecer un sistema efectivo que les permita gestionar y mejorar su desempeño ambiental (ISO 2023).

La ISO 14001:2015 se erige como una guía fundamental en la gestión de aspectos ambientales en las organizaciones, proporcionando un enfoque sistemático y estructurado para abordar preocupaciones ambientales y promover la sostenibilidad.

Esta norma internacional tiene como objetivo principal proporcionar a las organizaciones un marco sólido para el establecimiento de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) eficaz. A través del SGA, las organizaciones pueden planificar, implementar, medir y mejorar continuamente sus prácticas ambientales. Esto no solo les permite cumplir con requisitos legales y regulaciones, sino también promover una cultura de responsabilidad ambiental.

Además, la ISO 14001:2015 se elabora bajo un enfoque sistemático y estructurado para la gestión de aspectos ambientales. En este sentido, las organizaciones no solo reaccionan ante los problemas ambientales, sino que también los previenen y mejoran continuamente sus prácticas. El SGA define un conjunto de políticas, procedimientos y objetivos destinados a mitigar los impactos ambientales negativos y fomentar la conservación de los recursos naturales.

Una de las características distintivas de la norma es su enfoque en la promoción de una cultura de responsabilidad ambiental. Esto va más allá del cumplimiento de requisitos legales y regulaciones; implica una mentalidad organizativa que valora y respeta el entorno en el que opera. La ISO 14001:2015 alienta a las organizaciones a establecer políticas y objetivos ambientales sólidos y a involucrar a todos los niveles de la empresa en la toma de decisiones que afecten el medio ambiente. Este enfoque fomenta un compromiso más amplio hacia la sostenibilidad y la reducción de la huella ecológica.

2.1.2 Estructura y principios

Concretamente esta norma está conformada por dieciséis temas, de los cuales doce, son los puntos que aborda la norma para la gestión de sistemas ambientales.

a) Objeto y campo de aplicación

La norma ISO 14001 establece requisitos para un sistema de gestión ambiental que las organizaciones pueden utilizar para mejorar su desempeño ambiental. Su propósito es ayudar a las organizaciones a gestionar sus responsabilidades ambientales de manera sistemática y contribuir al pilar ambiental de la sostenibilidad. que las organizaciones logren resultados específicos a través de su sistema de gestión ambiental, como la mejora del desempeño ambiental, el cumplimiento de requisitos legales y el seguimiento y documentación de criterios de la norma.

“Esta Norma Internacional ayuda a una organización a lograr los resultados previstos de su sistema de gestión ambiental, con lo que aporta valor al medio ambiente, a la propia organización y a sus partes interesadas” (ISO, 2015, p. 1)

Es aplicable a organizaciones de cualquier tamaño y tipo, considerando los aspectos ambientales de sus actividades, productos y servicios que puedan controlar o influir en ellos. Sin embargo, no establece criterios específicos de desempeño ambiental, sino pautas, guías para abordar cada uno de los puntos.

b) Referencias normativas

En este punto específico de la norma puede encontrarse la leyenda “no se citan referencias normativas” (ISO, 2015, p. 1), significa que en ese documento en particular, no se hacen menciones o enlaces a otras normas o estándares técnicos que deban ser consultados o seguidos en conjunto con la norma.

En otras palabras, no se requiere consultar a ninguna otra norma para aplicar o cumplir con los requisitos de la ISO 14001. Por lo tanto, en un mismo estándar proporciona todos los requisitos y directrices necesarios para la implementación de un sistema de gestión ambiental. Esta característica es importante debido a que es más sencilla, haciéndola más accesible y autónoma para las organizaciones que buscan cumplir con sus requisitos sin tener que consultar múltiples estándares adicionales.

c) Términos y definiciones

Si partimos de la afirmación que “Un sistema de gestión puede abordar una sola disciplina o varias disciplinas (por ejemplo, calidad, medio ambiente, salud y seguridad ocupacional, gestión de energía, gestión financiera)” (ISO, 2015, p. 2), se fundamenta la existencia de un Sistema de Gestión ambiental y este punto de la norma busca establecer cuáles son los términos que deben ser conocidos para crear un lenguaje común en torno los sistemas para la gestión ambiental.

En este punto se define un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) como un conjunto de elementos interrelacionados que establecen políticas, objetivos y procesos para mejorar el desempeño ambiental.

Un SGA puede aplicarse a organizaciones de cualquier tamaño, tipo y naturaleza, considerando una perspectiva de ciclo de vida. Esto implica que se puede adaptar a empresas, instituciones, y organizaciones gubernamentales o no gubernamentales por igual. Los elementos clave del SGA incluyen la estructura de la organización, los roles y las responsabilidades, la planificación y la operación, y la evaluación y mejora del desempeño. Establece también varios conceptos clave para la gestión ambiental, como la política ambiental, que refleja las intenciones y dirección de la organización en términos de desempeño ambiental, y la prevención de la contaminación, que implica el uso de prácticas, técnicas y recursos para evitar, reducir o controlar la generación de contaminantes. Además, la norma enfatiza la importancia de abordar los riesgos y oportunidades ambientales, es decir, los efectos adversos y beneficiosos que pueden surgir de las actividades de la organización.

d) Contexto de la organización

El contexto de la organización es un aspecto fundamental en el marco de la norma ISO 14001. Este contexto se refiere a la comprensión que una organización debe tener sobre su entorno, ya que tiene la capacidad de afectarle en su búsqueda de lograr resultados deseados en su sistema de gestión ambiental.

“La organización debe determinar las cuestiones externas e internas que son pertinentes para su propósito y que afectan a su capacidad para lograr los resultados previstos de su sistema de gestión ambiental. Estas cuestiones incluyen las condiciones ambientales capaces de afectar o de verse afectadas por la organización” (ISO, 2015, p. 3).

En este sentido, la organización debe identificar las cuestiones que son relevantes para su propósito y que tienen un impacto en su capacidad para gestionar adecuadamente los aspectos ambientales.

La organización también debe considerar las necesidades y expectativas de las partes interesadas, lo que implica determinar quiénes son las partes interesadas, cuáles son sus requisitos y cuáles de estos requisitos se convierten en requisitos legales u otros requisitos que la organización debe cumplir. Esto asegura que la organización esté alineada con las expectativas de aquellos que tienen un interés en su desempeño ambiental.

Además, la organización debe definir el alcance de su sistema de gestión ambiental, lo que implica establecer los límites y la aplicabilidad de este sistema. Esto se hace

considerando factores como el contexto, los requisitos legales, las unidades y funciones de la organización, así como sus actividades, productos y servicios. Una vez que se establece el alcance, la organización debe incluir todas las actividades, productos y servicios que se encuentren dentro de ese alcance en su sistema de gestión ambiental.

Entonces, para lograr los resultados deseados y mejorar su desempeño ambiental, la organización debe establecer, implementar, mantener y mejorar continuamente un sistema de gestión ambiental que cumpla con los requisitos de la norma. Esto implica la consideración de todo el conocimiento obtenido en relación con su contexto y las necesidades de las partes interesadas.

e) Liderazgo

De acuerdo con la norma, el liderazgo desempeña un papel esencial en la implementación de un sistema de gestión ambiental. La alta dirección de la organización debe “asumiendo la responsabilidad y la rendición de cuentas con relación a la eficacia del sistema de gestión ambiental” (ISO, 2015, p. 7). Esto incluye la responsabilidad de establecer la política ambiental y los objetivos ambientales, asegurando que estén alineados con la dirección estratégica de la organización y su contexto. Además, se requiere que la alta dirección integre los requisitos del sistema de gestión ambiental en los procesos de negocio de la organización y garantice que los recursos necesarios estén disponibles. También deben comunicar la importancia de una gestión ambiental eficaz y garantizar que el sistema logre los resultados previstos. El liderazgo implica apoyar y dirigir a las

personas para contribuir a la eficacia del sistema de gestión ambiental, promover la mejora continua y respaldar otros roles de la dirección en sus áreas de responsabilidad.

Por otro lado, la política ambiental debe ser adecuada al propósito y contexto de la organización, considerando la naturaleza, magnitud e impactos ambientales de sus actividades, productos y servicios. La política ambiental debe proporcionar un marco de referencia para el establecimiento de los objetivos ambientales y comprometerse con la protección del medio ambiente, la prevención de la contaminación y otros compromisos específicos relacionados con el contexto de la organización, como el uso sostenible de recursos y la mitigación del cambio climático. Además, debe comprometerse a cumplir con los requisitos legales y otros requisitos, así como a la mejora continua del sistema de gestión ambiental.

En cuanto a los roles, responsabilidades y autoridades en la organización, la alta dirección debe asegurarse de que se asignen y comuniquen de manera clara. Esto implica garantizar que las personas responsables de mantener la conformidad con los requisitos de la norma ISO 14001 y de informar sobre el desempeño del sistema de gestión ambiental tengan la autoridad necesaria. Estas asignaciones y comunicaciones son fundamentales para garantizar que el sistema de gestión ambiental funcione de manera eficaz y que se mejore continuamente el desempeño ambiental.

f) Planificación

La Planificación, de acuerdo a la norma ISO 14001, engloba diversas etapas fundamentales para el establecimiento y mantenimiento de un sistema de gestión ambiental eficaz. A través de estas etapas, la organización debe identificar y considerar los riesgos y oportunidades vinculados a sus elementos ambientales, así como a los requisitos legales y demás exigencias aplicables. Este proceso es esencial para asegurar que el sistema de gestión ambiental pueda cumplir con sus metas y prevenir consecuencias no deseadas, incluyendo la posible influencia de factores ambientales externos.

En primer lugar, se destaca la necesidad de identificar y abordar los aspectos ambientales de las actividades, productos y servicios de la organización que pueden ser controlados o sobre los cuales se puede ejercer influencia. “Dentro del alcance definido del sistema de gestión ambiental, la organización debe determinar los aspectos ambientales de sus actividades, productos y servicios que puede controlar y de aquellos en los que puede influir, y sus impactos ambientales asociados, desde una perspectiva de ciclo de vida” (ISO, 2015, p. 9) . Esto implica analizar cambios, condiciones inusuales y situaciones de emergencia que puedan tener un impacto ambiental importante. La comunicación de los aspectos ambientales significativos dentro de la organización es un elemento crucial en este proceso.

Asimismo, la organización debe determinar y acceder a los requisitos legales y otras obligaciones relacionadas con sus elementos ambientales, considerando cómo se aplican a la empresa. La identificación de estos requisitos no solo garantiza el cumplimiento legal, sino que también puede revelar oportunidades y riesgos que la organización debe abordar.

Finalmente, se insta a la organización a planificar las acciones necesarias para abordar los aspectos ambientales significativos, los requisitos legales, los riesgos y oportunidades identificados. Además, se enfatiza la integración de estas acciones en los procesos de negocio de la organización y la evaluación constante de su eficacia.

g) Apoyo

Para garantizar el funcionamiento eficaz del sistema de gestión ambiental de una organización, esta sección ofrece pautas que se enfocan en mencionar los recursos necesarios, promover la competencia del personal, crear conciencia y establecer procesos de comunicación interna y externa, así como controlar la información documentada, como parte esencial del Sistema de Gestión Ambiental.

En primer lugar, la organización debe determinar y proveer los medios necesarios para el “establecimiento, implementación, mantenimiento y mejora continua del sistema de gestión ambiental” (ISO, 2015, p. 11), como son recursos humanos, financieros y tecnológicos.

La competencia del personal es un aspecto clave; la organización debe identificar las habilidades necesarias de su personal y asegurarse de que estén debidamente calificados a través de la educación, la formación o la experiencia relevante. Además, se deben identificar las necesidades de capacitación en relación con los aspectos ambientales y el sistema de gestión ambiental, tomando las medidas necesarias para adquirir la competencia requerida.

También se menciona la toma de conciencia, en el aspecto en que existe la necesidad de que el personal comprenda la política ambiental, los aspectos ambientales de su trabajo, su contribución a la eficacia del sistema de gestión ambiental y las consecuencias de no cumplir con los requisitos del sistema.

Así mismo, la comunicación interna y externa es esencial, por ello, la organización debe establecer procesos para determinar qué información comunicar, cuándo, a quién y cómo. Además, esta comunicación debe ser coherente con los requisitos legales y otros requisitos, y responder a las comunicaciones pertinentes sobre el sistema de gestión ambiental.

La información documentada es fundamental para el sistema de gestión ambiental. Debe incluir la documentación requerida por la norma ISO 14001, así como cualquier otra documentación considerada necesaria para la eficacia del sistema. Esta información debe ser identificada y descrita adecuadamente, con un formato y medios de soporte adecuados, y debe ser revisada y aprobada según sea necesario.

La organización también debe asegurarse de que la información documentada esté disponible cuando sea necesaria y que esté protegida de manera adecuada contra la pérdida de confidencialidad o integridad.

En esta sección de la norma ISO 14001 establece los requisitos para asegurar que la organización cuente con los recursos, personal competente y procesos de comunicación necesarios, y que la información documentada esté disponible y

protegida de manera adecuada para mantener un sistema de gestión ambiental efectivo.

h) Operación

Para garantizar que una organización pueda operar de manera efectiva en cumplimiento con su sistema de gestión ambiental, esta sección se centra en la planificación y el control de las operaciones, así como en la preparación y respuesta ante emergencias.

Para cumplir con los requisitos del sistema de gestión ambiental y poner en práctica las acciones previamente determinadas, “la organización debe establecer, implementar, controlar y mantener los procesos necesarios” (ISO, 2015, p. 13). Esto incluye definir criterios de operación para los procesos y aplicar controles para garantizar que se cumplan esos criterios.

La organización también debe supervisar y gestionar los cambios planificados, así como abordar las consecuencias de cambios no previstos, tomando medidas para reducir los efectos negativos cuando sea necesario.

Además, la organización debe asegurarse de que los procesos realizados por proveedores externos estén controlados o influenciados de alguna manera. Esto se logra definiendo el nivel de control o influencia que se requiere para estos procesos.

En el contexto del ciclo de vida del producto o servicio, la organización debe abordar los requisitos ambientales en el diseño y desarrollo, en la compra de productos y servicios, y en la comunicación con proveedores externos.

La organización debe mantener información documentada para garantizar que los procesos se ejecuten según lo planeado.

En cuanto a la preparación y respuesta ante emergencias, la organización debe establecer procesos para prepararse y responder a situaciones de emergencia identificadas. Esto incluye planificar acciones para prevenir o mitigar impactos ambientales adversos durante emergencias, responder a situaciones de emergencia reales y realizar pruebas periódicas de las acciones de respuesta planificadas.

Es fundamental que la organización proporcione información y formación relevantes sobre la preparación y respuesta ante emergencias a las partes interesadas pertinentes, incluyendo su personal, para mantener la eficacia de estos procesos, la organización debe conservar información documentada según sea necesario.

i) Evaluación del Desempeño

La requisitos establecidos en la sección de "Evaluación del Desempeño" buscan garantizar que una organización realice un "seguimiento, medición, análisis y evaluación de su desempeño ambiental de manera efectiva" (ISO, 2015, p. 14).

En primer lugar, la organización debe determinar lo que debe ser objeto de seguimiento y medición, cómo se llevará a cabo este seguimiento y medición, los criterios para evaluar el desempeño ambiental y cuándo se realizarán estos procesos. También es importante que la organización mantenga equipos de seguimiento y medición en buenas condiciones.

Así mismo, la organización debe evaluar su desempeño ambiental y la eficacia de su sistema de gestión ambiental. Para lograr esto, debe comunicar tanto interna como externamente la información relevante sobre su desempeño ambiental, como se establece en sus procesos de comunicación y según los requisitos legales y otros requisitos.

Además, es esencial que la organización realice evaluaciones regulares para determinar si cumple con los requisitos legales y otros requisitos. Esto incluye la determinación de la frecuencia de estas evaluaciones y la toma de medidas correctivas si se detectan incumplimientos.

Por otro lado, la organización también debe llevar a cabo auditorías internas a intervalos planificados para asegurarse de que su sistema de gestión ambiental cumple con los requisitos y se mantiene eficaz. Esto implica la definición de criterios de auditoría, la selección de auditores imparciales y la elaboración de informes de auditoría.

Por su parte, la alta dirección de la organización debe revisar regularmente el sistema de gestión ambiental. Durante estas revisiones, se deben considerar diversos factores, como cambios en el entorno, desempeño ambiental, riesgos y oportunidades, cumplimiento de requisitos legales, y retroalimentación de partes interesadas. Las salidas de estas revisiones por la dirección deben incluir decisiones relacionadas con la mejora continua y cualquier necesidad de cambio en el sistema de gestión ambiental.

j) Mejora

Por último, la sección de "Mejora" de la norma ISO 14001 es breve pero concreta, pues establece requisitos para garantizar que una organización identifique oportunidades para mejorar su sistema de gestión ambiental y tome las acciones necesarias para lograr los resultados previstos (ISO, 2015, p. 17).

Para lograrlo, cuando se produce una no conformidad, es decir, una desviación o incumplimiento de los requisitos del sistema de gestión ambiental, la organización debe reaccionar de manera apropiada. Esto significa tomar acciones para controlar, corregir y mitigar las consecuencias de la no conformidad. También se requiere que se evalúe la necesidad de tomar medidas para eliminar las causas de la no conformidad y prevenir que vuelva a ocurrir. También es importante que la organización documente y revise estas acciones correctivas.

La mejora continua es fundamental, ya que la organización debe trabajar constantemente en la conveniencia, adecuación y eficacia de su sistema de gestión ambiental. Esto se hace para mejorar su desempeño ambiental y asegurarse de que el sistema sea eficiente y eficaz.

2.2 Relevancia de la Norma ISO 14001 en la Industria del Cemento

2.2.1 Impacto de la industria en el medio ambiente

La industria del cemento, en virtud de su producción y sus procesos inherentes, ejerce un impacto ambiental significativo que trasciende en varios aspectos. La génesis de este impacto radica en la obtención de las materias primas fundamentales para la producción de cemento: la piedra caliza y la arcilla.

“El emplazamiento de la industria extractiva, particularmente la cementera, acarrea problemas ambientales derivados de sus procesos productivos; estos incluyen pérdida de suelo, contaminación y en general, fragmentación territorial” (Ángeles, 2016, p. 4). Estos materiales, extraídos a menudo en grandes cantidades, involucran la explotación de canteras, un proceso que perturba y modifica el entorno natural. La extracción de estos recursos naturales puede tener consecuencias ambientales considerables, como la alteración de paisajes y ecosistemas locales, la erosión del suelo y la pérdida de biodiversidad.

El proceso subsiguiente de producción de cemento no disminuye el impacto ambiental. Implica la cocción de estas materias primas a altas temperaturas, lo que genera emisiones sustanciales de dióxido de carbono (CO_2). La liberación de CO_2 en la atmósfera es uno de los factores primordiales del cambio climático y el calentamiento global. Estas emisiones, sumadas a las de otros contaminantes atmosféricos, como el óxido de azufre y los óxidos de nitrógeno, resultan en un perjuicio notable para la calidad del aire y la salud humana.

La magnitud del problema se agrava con la quema de combustibles fósiles para alimentar los hornos de cemento, lo que provoca la emisión de partículas sólidas que afectan tanto la calidad del aire como los ecosistemas circundantes. Las partículas en suspensión pueden tener un impacto adverso en la salud de las comunidades cercanas y en la flora y fauna de la región.

La intensidad en el uso de recursos naturales también representa un desafío, ya que la explotación de canteras no solo agota estas fuentes, sino que también degrada los hábitats naturales y puede afectar negativamente la biodiversidad local.

Este cuadro pone de manifiesto la importancia de abordar el impacto ambiental de la industria del cemento y buscar soluciones que minimicen sus consecuencias perjudiciales. Por ello, la norma ISO 14001 se presenta como una herramienta clave para mitigar estos efectos y promover una producción de cemento más sostenible y responsable.

2.2.2 Normatividad en México para la producción del cemento

La industria del cemento en México se rige por un conjunto de normativas que abarcan desde los aspectos obligatorios hasta los voluntarios. Estas normas son fundamentales para garantizar la calidad de los productos y la seguridad en la construcción.

Primero se deben mencionar a las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) las cuales son regulaciones de carácter obligatorio establecidas por dependencias del Gobierno Federal. Estas normas son esenciales para garantizar la calidad y seguridad de los productos y servicios en México. En el ámbito de la producción de cemento, las NOM desempeñan un papel crucial al establecer estándares que las empresas deben cumplir. Sin embargo, después de una revisión documental, se encontró que la única NOM relevante en el ámbito medioambiental y obligatoria para la industria del cemento es la Norma Oficial Mexicana NOM-040-ECOL-2002, (actualmente NOM-040-SEMARNAT-2002) denominada "Protección ambiental-

Fabricación de cemento hidráulico-Niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera. Esta norma tiene como objetivo regular el procesamiento, que permite el uso de residuos como combustible alterno en los hornos de cemento. Sin embargo, es importante destacar que esta norma no exige un estricto análisis de entrada de los residuos, lo que sería un mecanismo de control para garantizar tanto la calidad del cemento como el control de las emisiones. Actualmente, la industria cementera mexicana consume todo tipo de residuos sin tener la obligación de monitorear sus emisiones de manera continua. Esto plantea inquietudes sobre lo poco que se sabe acerca de sus emisiones y prácticas internas de manejo de residuos peligrosos.

Por otro lado tenemos a las Normas Mexicanas (NMX) las cuales, en contraste; son normativas de carácter voluntario. Aunque no son obligatorias, son ampliamente respetadas y seguidas en la industria. Estas normas son promovidas por la Secretaría de Economía y el sector privado, con la contribución de Organismos Nacionales de Normalización, como el Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S. C. (ONNCCE). Las NMX proporcionan pautas detalladas y especificaciones que ayudan a las empresas a producir cemento de alta calidad. Aunque la adhesión a las NMX no es obligatoria, seguir estas normas es una práctica común y beneficioso para la calidad de los productos.

Entre las normas mexicanas que destacan en la producción de cemento, encontramos la NMX-C-021-ONNCCE-2015, que se enfoca en el cemento para albañilería, ya sea de fabricación nacional o extranjera que se comercialice en México. Además, la NMXC-414-ONNCCE-2017 establece las especificaciones y

métodos de ensayo aplicables a diversos tipos de cemento hidráulico destinados a los consumidores en México, como el Cemento Portland.

Por último, en el contexto de la producción de cemento, existen cámaras empresariales y organismos de normalización que desempeñan un papel crucial. Por ejemplo, la Cámara Nacional del Cemento (CANACEM) representa y promueve los intereses de la industria del cemento y las empresas que la componen. Empresas como Concretos Moctezuma, Cementos Fortaleza, CEMEX México, Cementos Cruz Azul, Grupo Cementos de Chihuahua y HOLCIM México son miembros de CANACEM. Esta Cámara representa a 37 plantas distribuidas en todo México, generando empleo directo para 19,700 personas y produciendo 47 millones de toneladas anuales de cemento. Por otro lado, como se mencionó previamente el Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S. C. (ONNCCE), tiene como objetivo mejorar la calidad y competitividad de productos y servicios en la industria de la construcción, lo que incluye la producción de cemento.

En este sentido, las cámaras empresariales y los organismos de normalización, como CANACEM y ONNCCE, desempeñan un papel esencial al representar a la industria y contribuir a la mejora continua de la producción de cemento en México. La coexistencia de normativas obligatorias y voluntarias enriquece la industria y promueve la calidad y seguridad en el mercado del cemento.

2.2.3 Tres estrategias para la gestión ambiental en el sector cementero

Hasta el momento hemos podido establecer un marco teórico en torno a las afectaciones ambientales causado por la industria del cemento, así como también

la posibilidad de disminuir los impactos a partir de la gestión ambiental, ya que la esta producción no está exenta de desafíos ambientales significativos.

Se ha explicado también cómo la fabricación de cemento está asociada con la emisión de grandes cantidades de dióxido de carbono y otros contaminantes atmosféricos, durante su proceso de producción. Si bien existen diversas medidas para la reducción y para la gestión de los contaminantes atmosféricos, a partir de la adopción de prácticas más sostenibles en la industria, es necesario abordar cuando menos, tres de las estrategias más significativas utilizadas en México.

A partir de una variada revisión documental, la bibliografía existente, demuestra la efectividad de la adopción de estas estrategias, sin embargo, dentro de la bibliografía consultada destacan tres estrategias en particular, que se enfocan en la reducción de gases contaminantes producidos durante el proceso de combustión, la captación de polvos residuales del proceso de fabricación de cemento y; la separación y uso de combustibles alternativos para la alimentación de hornos.

“Los aspectos ambientales más importantes de la fabricación de cemento son el consumo energético y la emisión a la atmósfera de partículas y de gases de combustión (óxidos de nitrógeno (NOx) y óxidos de azufre (SO2)). Las partículas (polvo), provenientes de las operaciones de almacenamiento, transporte y manipulación de los materiales (fuentes dispersas o difusas), y de los filtros de desempolvado (fuentes localizadas)” (Sanjuán y Chinchón, 2014, p. 2014).

Para contextualizar las estrategias planteadas en este esfuerzo de redacción, primero es necesario conocer el proceso de fabricación del cemento, el cual es

explicado a profundidad en capítulos posteriores, en el caso específico de la empresa estudiada, pero para cuestiones prácticas de este subtema se plasma a continuación un resumen breve del proceso.

Breve proceso de fabricación de cemento	
Nombre del proceso	Descripción
1. Materias Primas	Se obtienen, almacenan y preparan materias primas como la caliza, la marga y la arcilla, las cuales se muelen minuciosamente para producir el crudo.
2. Combustibles	Se realiza el almacenamiento y preparación de los elementos que se utilizarán como fuentes de energía.
3. Cocción	El crudo se somete a un proceso de cocción en un horno rotatorio, alcanzando temperaturas de hasta 1.450°C (2.000°C de temperatura de llama), lo que resulta en la producción de clínker de cemento.
4. Molienda	Se lleva a cabo la molienda simultánea del clínker junto con otros elementos, como cenizas, escoria, puzolana natural y yeso, entre otros, con el fin de producir el cemento.
5. Presentación	Se almacena el cemento, se ensaca y se procede a su expedición.

Tabla 2 Breve proceso de fabricación de cemento. Elaboración propia a partir de Sanjuán y Chinchón, 2014

Estrategia 1. Reducción de gases contaminantes

La reducción de gases contaminantes en la producción de cemento es fundamental para minimizar el impacto ambiental de esta industria. Como se mencionó, los gases contaminantes, como dióxido de azufre (SO₂) y óxidos de nitrógeno (NO_x), son

nocivos para la salud humana y contribuyen al cambio climático. Para lograr esta reducción, se pueden implementar varias prácticas:

- Uso de tecnologías de filtrado y limpieza de gases: Se trata de usar sistemas de filtrado de gases en las etapas de cocción y molienda, lo que ayuda a capturar y eliminar partículas y contaminantes antes de su liberación a la atmósfera. Estos sistemas pueden incluir precipitadores electrostáticos y filtros de mangas.
- Optimización de la combustión: La gestión eficiente de los combustibles utilizados en el proceso de cocción es esencial. Se pueden utilizar sistemas de inyección de aire para controlar la temperatura y la quema completa de los combustibles, lo que reduce la emisión de óxidos de nitrógeno.
- Uso de materias primas alternativas: La sustitución parcial de clínker (la clinkerización se refiere al proceso de quema a muy altas temperaturas de materiales que normalmente son arcilla y caliza para que se fusionen) de cemento por materiales alternativos, como cenizas volantes o escoria, disminuye la cantidad de clínker requerido, lo que a su vez reduce las emisiones de dióxido de carbono (CO_2).

Desde el enfoque de gestión ambiental, cada una de estas prácticas coadyuva a mantener un óptimo proceso de producción de cemento, pero al mismo tiempo reduce la emisión de gases contaminantes. La tecnología de filtrado y limpieza de gases, al enfocarse en la etapa de cocción, se encarga de abordar las emisiones más problemáticas, permitiendo la captura y eliminación de contaminantes antes de ser liberados al entorno. La optimización de la combustión, por su parte, se

concentra en la fase de cocción, donde se queman los combustibles, garantizando una quema más eficiente y reduciendo las emisiones de óxidos de nitrógeno. Además, el uso de materias primas alternativas desencadena cambios en la composición del cemento en la etapa de molienda, lo que disminuye la necesidad de clínker y, por ende, las emisiones de dióxido de carbono. Así, estas prácticas se complementan entre sí y se implementan en distintas etapas del proceso de producción de cemento.

Estrategia 2. Captación de polvos residuales

La captación de polvos residuales en la producción de cemento desempeña un papel esencial en la minimización de emisiones de partículas contaminantes en este proceso industrial. Su principal función es reducir la dispersión de polvo fino generado durante la fabricación de cemento, lo que beneficia tanto al medio ambiente como a la salud de los trabajadores.

Existen varias prácticas para lograr esta captación efectiva de polvos residuales, en primer lugar, se aplican tecnologías de filtrado y limpieza de gases, principalmente durante la etapa de cocción, donde se generan emisiones significativas. Estas prácticas permiten la captura y eliminación de contaminantes antes de liberarlos en la atmósfera. Además, se enfoca en la optimización de la combustión, directamente relacionada con la fase de cocción, mejorando la eficiencia de la quema de combustibles y reduciendo las emisiones de óxidos de nitrógeno. Por último, se implementa el uso de materias primas alternativas, lo que influye en la etapa de

molienda al modificar la composición del cemento y disminuir la necesidad de clínker, lo que reduce las emisiones de dióxido de carbono.

La captación de polvos residuales impacta en diversas etapas del proceso de producción de cemento, pero principalmente, en la etapa de cocción. Estas prácticas son esenciales para mantener un control adecuado de las emisiones, cumplir con los requisitos ambientales y preservar la salud de los trabajadores y el entorno.

Estrategia 3. Uso de combustibles alternativos

La gestión adecuada de los residuos es una prioridad en la sociedad actual, en la que la actividad económica e industrial genera cantidades significativas de desechos que deben ser manejados con responsabilidad. Uno de los enfoques más relevantes en la gestión de residuos es la reducción de su generación, pero en la práctica, la eliminación de residuos es una realidad común, y a menudo no se realiza de manera apropiada. Para abordar este desafío, se han identificado dos vías efectivas: el reciclaje y la valorización energética. Las fábricas de cemento, debido a las particularidades de su proceso productivo, ofrecen una oportunidad excepcional para la valorización energética de diversos tipos de residuos. Al incorporar residuos como parte de su fuente de energía, estas fábricas contribuyen a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, que se habrían producido si esos residuos hubieran sido tratados en incineradoras o vertederos. Esto conlleva varios beneficios, como un manejo ecológico y seguro de los residuos, ahorro de

combustibles fósiles no renovables, disminución de emisiones, particularmente de CO_2 , y flexibilidad en la gestión de residuos.

La utilización de combustibles alternativos en los hornos de clínker, una etapa crítica en la producción de cemento, se ha convertido en una solución eficaz. Esto permite aprovechar al máximo la energía y minerales contenidos en los residuos sin generar impactos adicionales en el entorno. A nivel internacional, se han establecido regulaciones, como la Directiva 2000/76/CE de la Unión Europea, que definen las condiciones que los hornos de cemento deben cumplir al utilizar residuos como sustituto parcial de su combustible. Además, en México, la práctica está regulada por la NORMA Oficial Mexicana NOM-050-SEMARNAT-2018, que establece límites permisibles para las emisiones de gases contaminantes. Se estima que el proceso productivo de cemento consume aproximadamente 100 kg de combustible fósil por cada tonelada de producto, lo que, en una planta típica, se traduce en más de 100,000 toneladas al año de combustibles fósiles. Datos del CSI de 2012 muestran que se co-procesaron más de 20 millones de toneladas de diversos tipos de residuos, incluyendo industriales, municipales y biomasa.

Este enfoque de co-procesamiento de residuos es respaldado a nivel internacional, con las Naciones Unidas, a través de la Convención de Basilea, reconociendo su valor. Esto se traduce en la recomendación de criterios técnicos y en la distinción del co-procesamiento de otras tecnologías, como la incineración. También se promueven estándares ambientales para garantizar la seguridad y sostenibilidad de esta práctica. Las empresas cementeras, confiando en la claridad y rigor de la legislación, trabajan en dos direcciones ambientales cruciales: mejorar el

desempeño ambiental de sus instalaciones a través de tecnologías limpias y acciones correctivas, y destacar los beneficios de su actividad, como la sustitución de recursos naturales por residuos y subproductos industriales, para el medio ambiente. En conjunto, estas prácticas demuestran el potencial y el compromiso de la industria del cemento en la gestión responsable de residuos y su contribución a la sostenibilidad ambiental.

La fabricación de cemento es un proceso industrial que implica la transformación de materias primas, como la caliza, la marga y la arcilla, en un producto final esencial en la construcción. Este proceso se compone de tres etapas fundamentales: la obtención y preparación de las materias primas, la cocción de estas materias primas en hornos rotatorios a altas temperaturas, y finalmente, la molienda del producto intermedio resultante junto con otros componentes, como el yeso y diversas adiciones, para obtener diferentes tipos de cemento.

La primera etapa, que involucra la obtención y preparación de las materias primas, se refiere a la extracción de minerales como la caliza, la marga, y la arcilla, que contienen compuestos minerales como el carbonato cálcico (CaCO_3), óxido de silicio (SiO_2), óxido de aluminio (Al_2O_3), y óxido de hierro (Fe_2O_3). Estos minerales se muelen hasta obtener una mezcla pulverulenta denominada crudo o harina.

En la segunda etapa, el crudo se somete a un proceso de cocción en hornos rotatorios a temperaturas extremadamente altas, alcanzando aproximadamente 1.450°C , lo que da como resultado un producto intermedio conocido como clínker. Esta cocción es seguida por un enfriamiento brusco.

La última etapa, la molienda, implica combinar el clínker con otros componentes como el yeso y diversas adiciones, que pueden incluir cenizas de alto horno, escoria, puzolana natural y otros, para producir diferentes variedades de cemento.

El proceso de fabricación de cemento se puede llevar a cabo utilizando varios métodos, como la vía seca, vía semi-seca, vía semihúmeda y vía húmeda. Cada uno de estos métodos implica diferentes enfoques en la preparación de la materia prima antes de la cocción.

Es importante destacar que la fabricación de cemento es intensiva en energía, con un consumo significativo de combustibles en el horno de clínker. Este consumo de energía es un factor clave en los costos de producción, y las empresas cementeras han trabajado en la modernización de sus instalaciones y en la diversificación de fuentes energéticas para mejorar la eficiencia y competitividad. A lo largo de las últimas dos décadas, la industria europea del cemento ha logrado reducir su consumo de energía en la fabricación de cemento en aproximadamente un 30%. Sin embargo, el potencial de mejora en la eficiencia energética se está agotando, lo que requiere una atención continua en busca de innovaciones y prácticas más sostenibles en la fabricación de cemento.

creciente en la reducción de emisiones y la adopción de prácticas sostenibles.

En este contexto, este artículo se centra en tres estrategias fundamentales para la gestión ambiental en el sector cementero. Estas estrategias abordan los desafíos medioambientales específicos que enfrenta la industria y buscan promover la sostenibilidad a lo largo de la cadena de producción de cemento. Cada estrategia

se basa en investigaciones científicas y mejores prácticas y tiene el potencial de mitigar el impacto ambiental de esta industria vital. Desde la eficiencia energética hasta la incorporación de tecnologías más limpias, estas estrategias ofrecen una visión integral de cómo el sector cementero puede avanzar hacia un futuro más sostenible.

Los casos de estudio sobre la implementación de la Norma ISO 14001 en empresas de la industria del cemento proporcionan una visión más detallada de cómo esta norma ha influido positivamente en el desempeño ambiental y la sostenibilidad en el sector. A través de ejemplos concretos, podemos observar cómo las organizaciones han abordado los desafíos y capitalizado los beneficios de adoptar esta norma internacional.

Uno de los aspectos destacados en estos casos de estudio es la reducción de emisiones de CO_2 . Muchas empresas de la industria del cemento han trabajado activamente en la implementación de tecnologías más limpias y eficientes en sus procesos de producción. Esto ha permitido disminuir las emisiones de CO_2 asociadas con la cocción del clínker, uno de los principales contribuyentes al cambio climático. Los casos de estudio pueden proporcionar ejemplos específicos de las medidas que se tomaron para lograr estas reducciones y cómo han impactado en la huella de carbono de la empresa.

La gestión de residuos es otro tema que se aborda en estos casos de estudio. La reutilización de subproductos industriales, como las escorias y las cenizas volantes, ha demostrado ser una práctica beneficiosa tanto para reducir la generación de

residuos como para disminuir la necesidad de materias primas naturales. Los ejemplos concretos en los casos de estudio pueden ilustrar cómo las empresas han implementado sistemas efectivos de gestión de residuos y cómo han maximizado la eficiencia en este aspecto.

Además, los casos de estudio proporcionan información sobre la optimización de procesos y la adopción de tecnologías limpias. Estos ejemplos pueden detallar las inversiones realizadas por las empresas en tecnologías que reducen el impacto ambiental, como la captura de carbono o el uso de energías renovables. Esto no solo contribuye a la sostenibilidad de las operaciones, sino que también refuerza el compromiso de las empresas con la protección del medio ambiente.

Por último, los casos de estudio ofrecen una perspectiva valiosa sobre los desafíos que enfrentaron las empresas durante la implementación de la ISO 14001 y cómo lograron superarlos. Estos desafíos pueden incluir la resistencia cultural dentro de la organización, la asignación de recursos adecuados y la necesidad de mantener registros precisos para las auditorías internas. Las estrategias y soluciones utilizadas por estas empresas para abordar estos obstáculos pueden servir como guía para otras organizaciones en el sector que están considerando la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental.

En resumen, los casos de estudio sobre la implementación de la Norma ISO 14001 en empresas de la industria del cemento brindan ejemplos concretos de cómo esta norma ha impactado positivamente en el sector. A través de reducciones significativas de emisiones de CO_2 , la gestión eficiente de residuos y la adopción de

tecnologías limpias, estas empresas han demostrado que es posible lograr una producción de cemento más sostenible y responsable. Los desafíos que han enfrentado y superado también ofrecen valiosas lecciones para otras organizaciones que buscan avanzar hacia una gestión ambiental más efectiva y sostenible.

2.2.4 Metodología de Investigación

La elección de la metodología y muestra en esta investigación se basa en consideraciones específicas relacionadas con los objetivos del estudio y la naturaleza de la población de interés.

Se utilizó una metodología mixta, que combina elementos cualitativos y cuantitativos, que se sustenta en la naturaleza multifacética de la investigación, por una parte el cumplimiento de la norma, en segundo lugar la experiencia de las personas clave, para poder unificar y presentar una comprensión global del fenómeno estudiado. Dado que el objetivo principal de este estudio es analizar el cumplimiento de la norma ISO 14001:2015 en una fábrica de producción de cemento y su relación con el impacto en la mejora del desempeño ambiental, el cumplimiento de los requisitos legales y el logro de los objetivos ambientales de la organización, el enfoque mixto que combina la recopilación de datos cuantitativos y cualitativos se considera la más adecuada.

Primera fase. El primer instrumento utilizado fue un cuestionario con preguntas cerradas, para realizar un ejercicio tipo auditoría. La revisión del sistema de gestión

tipo auditoría proporcionará una evaluación cuantitativa del grado de cumplimiento de la norma ISO 14001:2015, lo que brindará una visión general de la situación. Sin embargo, esta evaluación cuantitativa puede no captar completamente la dinámica interna de la empresa, las percepciones de los empleados y otros factores cualitativos que pueden influir en el cumplimiento de la norma. Por lo tanto, es necesario profundizar con otras técnicas.

Segunda Fase. El segundo instrumento o técnica fue la entrevista no estructurada, con preguntas abiertas y la observación participante, que es más cualitativa pero dadas las condiciones particular de esta investigación que tienen que ver con la solicitud de confidencialidad, cuestiones de seguridad y acceso a la planta, se realizaron las entrevistas no estructuradas a únicamente 21 participantes.

Se considera que estos sujetos de investigación son una muestra válida representativa del universo de trabajadores debido a las siguientes condicionantes:

Distribución estimada de trabajadores en fabrica cementera	
Turno	N. trabajadores⁵
Matutino	123
Vespertino	145
Nocturno	112
Total	380

Tabla 3 Distribución estimada de trabajadores en fabrica cementera. Elaboración propia

Debido a que el proceso de investigación se llevó a cabo durante el turno matutino, en la primer semana del mes de agosto del año 2023 y considerando que el acceso al área de producción fue negado por cuestiones de seguridad industrial, únicamente se dio un recorrido en zonas controladas para conocer el proceso de

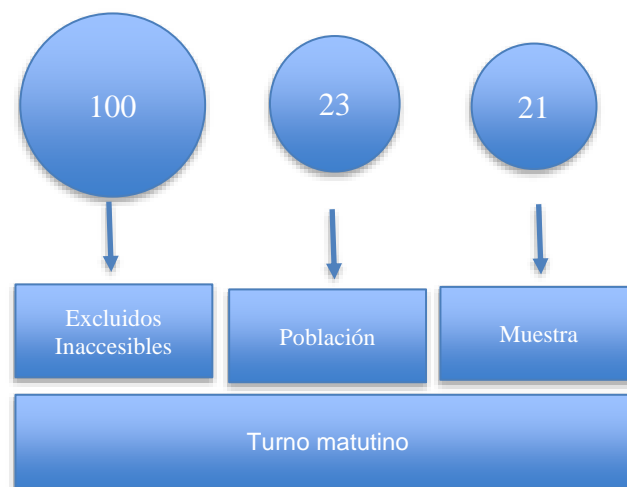
⁵ *Los datos son aproximados a partir de informantes clave, dado que no se pudo obtener acceso a formatos de la plantilla de personal

elaboración del cemento. Ahora bien, las zonas permitidas para realizar esta investigación fueron las áreas administrativas principales y de acceso, por lo que únicamente se considera como población de la investigación los sujetos establecidos en esta zona, quedando de la siguiente forma.

Zona	Número	Tipo de trabajador
Área de acceso	5	Obrero
Áreas administrativas	1	Mando alto
	7	Mando medio
	8	Auxiliar
Total		21

Tabla 4 Composición de la muestra

En la zona de acceso se logro entrevistar a 3 obreros que pertenecen a la zona de producción, por lo que contribuyeron a brindar validez a la muestra, en este sentido, se consideró como población a 23 sujetos de estudio derivado de que en el proceso de observación participante, el Gerente mencionó, en el primer día de atención, que en las áreas administrativas que se encuentran en la entrada de la planta, considerando la recepción y los departamentos “de la entrada” habían alrededor de 23 personas trabajando”.



En primer lugar, es importante destacar que la población tiene la característica de ser relativamente pequeña y manejable desde una perspectiva de investigación. Dado el tamaño limitado de la población, resulta práctico y viable trabajar con una muestra representativa. Por lo tanto, la decisión de llevar a cabo 21 entrevistas se basa en la consideración de lograr una alta representatividad en la muestra. Al entrevistar a 21 individuos de la población de 23 sujetos, se cubre aproximadamente el 91% de la población. Este nivel de cobertura es significativo, especialmente teniendo en cuenta la dimensión reducida de la población en cuestión. Como resultado, se espera obtener información altamente representativa y valiosa para el estudio.

Otras consideraciones para respaldar este hecho son las restricciones de tiempo y acceso permitido, presupuesto y logística de ingreso a zonas restringidas, por lo cual esta se considera que esta elección es eficiente y efectiva.

Es relevante señalar que la población en estudio exhibe homogeneidad en las características esenciales relacionadas con la investigación, pues todos son trabajadores de la misma organización. Esta homogeneidad reduce la necesidad de emplear un tamaño de muestra más extenso. Dado que los sujetos de la población comparten similitudes significativas en términos de su exposición a la implementación de la norma ISO 14001, una muestra de 21 entrevistas es suficiente para comprender las tendencias y patrones en la población.

Y por último, el tamaño de la muestra se justifica en función de los objetivos del estudio. El enfoque central del estudio radica en comprender cómo la implementación de la norma ISO 14001 impacta en la mejora del desempeño ambiental, el cumplimiento de los requisitos legales y el logro de los objetivos

ambientales de la organización. Dado que el estudio está orientado hacia la comprensión de tendencias y patrones generales, en lugar de precisión extrema en la estimación de parámetros, una muestra de 21 entrevistas se alinea de manera coherente con los objetivos de la investigación.

Todo esto brinda confiabilidad, validez y objetividad al tratamiento de los datos cuya intención es mantener un rigor metodológico de este esfuerzo académico.

2.2.5 Alcances del estudio

Para este estudio, se ha implementado un enfoque mixto de triangulación, no experimental y transversal, dirigido a evaluar el grado de cumplimiento de los criterios de la norma ISO 14001:2015 en la empresa. El alcance del estudio es correlacional, ya que busca establecer relaciones entre el cumplimiento de los requisitos de la norma y los resultados en términos de desempeño ambiental, cumplimiento de requisitos legales y logro de objetivos ambientales.

El enfoque mixto triangular “se trata entonces de exhibir los indicadores del contexto general de lo investigado y su relación con las variables identificadas, para después, realizar una comparación con parámetros relativos al desarrollo de los propis miembros del grupo estudiado” (Manzano,2017 p. 65).

El diseño de investigación seleccionado para este estudio es transversal, lo que significa que se recopilarán datos en un solo momento en el tiempo. Este enfoque es adecuado para abordar los objetivos de la investigación, ya que se centra en evaluar el cumplimiento de la norma ISO 14001 y su impacto en el desempeño ambiental en un punto específico del tiempo, sin necesidad de un seguimiento

longitudinal. Esto permite obtener una instantánea precisa de la situación, identificando patrones y tendencias en relación con la implementación de la norma. La metodología de investigación elegida es mixta, ya que combina elementos cuantitativos y cualitativos para proporcionar una comprensión más completa y profunda del tema en cuestión. Esta decisión se justifica por la complejidad del estudio y la necesidad de explorar tanto datos cuantitativos, obtenidos a través de encuestas y observaciones, como datos cualitativos a través de entrevistas. El diseño de triangulación se emplea con el propósito de fortalecer la validez y confiabilidad de los hallazgos, ya que al utilizar múltiples fuentes de datos y métodos de recolección se obtiene una visión más sólida y equilibrada de la implementación de la norma ISO 14001 en la fábrica de producción de cemento. La combinación de enfoques cuantitativos y cualitativos mejora la comprensión del fenómeno estudiado y permite abordar las diversas dimensiones del mismo de manera más completa y sólida.

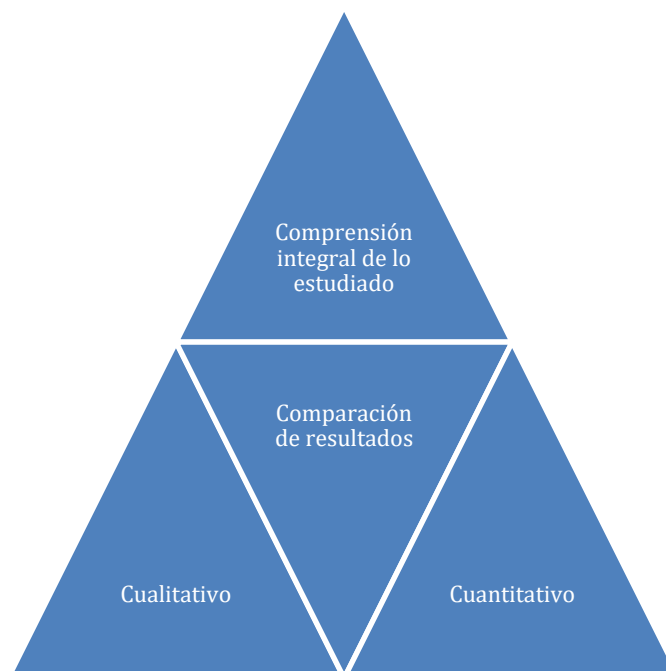


Tabla 5 Diseño mixto triangular. Elaboración Propia

2.2.6 Hipótesis

La hipótesis planteada es descriptiva, correlacional y multivariada. Se establece la siguiente relación: "La documentación de evidencias y el seguimiento en la aplicación de los criterios de la Norma ISO 14001:2015 están positivamente vinculados con la mejora del desempeño ambiental, el cumplimiento de los requisitos legales y el logro de los objetivos ambientales de la organización." Esta hipótesis se sustenta en la observación de variables observables y medibles, y se ajusta a los principios de la investigación científica.

2.2.7 Variables

Las variables independientes en este estudio son la documentación de evidencias y el seguimiento en la aplicación de los criterios de la Norma ISO 14001:2015. Las

variables dependientes son el desempeño ambiental, el cumplimiento de requisitos legales y el logro de objetivos ambientales de la organización.

Definición Operacional de Variables:

- Documentación de evidencias y el seguimiento en la aplicación de los criterios: Esta variable se refiere a la existencia y mantenimiento de registros y documentos que demuestren el cumplimiento de los criterios de la norma ISO 14001:2015, así como el seguimiento de la aplicación de estos criterios en la empresa.
- Desempeño ambiental: Se relaciona con los resultados y acciones en términos de impacto ambiental y sostenibilidad, medidos a través de indicadores como la reducción de emisiones, el uso eficiente de recursos, y la gestión de residuos, entre otros.
- Cumplimiento de requisitos legales: Esta variable se centra en la observancia de las leyes y regulaciones ambientales vigentes por parte de la empresa, incluyendo permisos, autorizaciones y cumplimiento de estándares legales.
- Logro de los objetivos ambientales de la organización: Esta variable se centra en el conocimiento de los objetivos establecidos por la propia empresa, su seguimiento y su aplicación.

2.2.8 Instrumentos y recolección de datos

Para la recolección de datos, se emplearon principalmente dos instrumentos, por la parte cuantitativa, un cuestionario con preguntas cerradas, que simulaba una auditoría con apego a cada punto y criterio de la norma. Por la parte cualitativa una

entrevista no estructurada, basada en la operacionalización de variables para extraer las experiencias de los participantes. También se utilizaron técnicas como la observación participante durante todo el proceso de investigación.

Capítulo III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Encuadre de la Empresa

4.1.1 Presentación y contexto de la empresa

La empresa cementera bajo estudio, situada en el estado de Puebla, México, se encuentra en una posición geográfica estratégica que le permite abastecer eficientemente una amplia zona. Cuenta con el suministro de agua de uno de los mantos acuíferos con más capacidad y al mismo tiempo uno de los más explotados en la zona metropolitana del país. Si bien por razones de confidencialidad no podemos proporcionar detalles específicos sobre la empresa, es importante destacar la relevancia de la industria del cemento en la región y su contribución al desarrollo económico.

La empresa cementera tiene una extensa historia en la producción de cemento en la región, lo que la ha convertido en un actor significativo en la industria. A lo largo de los años, ha experimentado un crecimiento constante y ha contribuido al desarrollo económico de la zona donde opera. Su tamaño y capacidad de producción la sitúan como una de las principales empresas en su sector, lo que implica un mayor impacto en términos de producción y aspectos ambientales.

La empresa ha demostrado un compromiso con la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental, lo que se alinea con las tendencias globales hacia prácticas empresariales más responsables y amigables con el medio ambiente. Este compromiso se ha traducido en esfuerzos concretos para minimizar su huella ambiental y contribuir al bienestar de la comunidad local. A pesar de los desafíos inherentes a la industria del cemento, la empresa ha buscado activamente oportunidades para mejorar su desempeño ambiental y promover prácticas sostenibles en sus operaciones.

Para respetar el anonimato de la empresa y cumplir con las peticiones de confidencialidad, no se proporcionarán detalles específicos de su nombre, ubicación exacta o información que pueda vincularla. Esto garantiza la confidencialidad de la empresa y su identidad en el contexto de la investigación. En lugar de mencionar su nombre, nos centraremos en discutir las prácticas, acciones y estrategias que ha implementado en su búsqueda de la sostenibilidad y el cumplimiento de la Norma ISO 14000.

4.1.2 Descripción del proceso de producción de cemento

La planta se ubica en una extensa área industrial y se presenta como una estructura de gran envergadura, imponiendo su presencia en el paisaje circundante. Desde su entrada, resalta un compromiso con la sostenibilidad y la gestión ambiental, lo que denota una conciencia de la importancia de su impacto ambiental, con una producción estimada anual de 2.7 millones de cemento (González, A. 2023).

La organización es considerablemente grande, con una plantilla de alrededor de 400 empleados directos, por lo que la producción de cemento es el núcleo de la operación y comprende varias áreas clave, cada una con un rol específico. La preparación de materias primas involucra la molienda y mezcla de componentes esenciales como la caliza, la arcilla y la marga. Una vez mezclados en proporciones precisas, estos materiales se alimentan al horno rotatorio, donde se someten a temperaturas extremadamente altas para producir el clínker de cemento. La molienda del clínker, junto con otros materiales como cenizas, escoria y yeso, se lleva a cabo en instalaciones especializadas. Cabe destacar que el principal producto base es el Cemento Portland con el cual se derivan en cuatro clases de producto, cemento blanco, cemento mortero para albañilería, yesos y recubrimientos y, pegazulejos y adhesivos, siendo el producto más vendido la disposición de cementos a granel.

El proceso de producción de cemento en esta planta se encuentra estandarizada a partir de maquinaria, tecnología y experiencia humana. Comienza con la extracción de las materias primas, que se transportan a través de cintas transportadoras a las áreas de molienda y preparación, esta es alimentada a partir de material que se extrae de las zonas de la empresa y se complementa con materiales de proveedores externos.

Posteriormente comienza el proceso de horneado, en su interior, las materias primas son sometidas a temperaturas superiores a 1,450 grados Celsius. Aquí es donde se produce el clínker de cemento, componente esencial para la fabricación de productos de calidad.

Acto seguido viene el proceso de molienda posterior, donde se mezcla el clínker con otros materiales, es una etapa que permite crear distintos tipos de cemento. Aquí se encuentra en constante revisión el producto por medio de el departamento de calidad donde se verifica de manera aleatoria el producto finalizado y también los parámetros de trabajo entre el horno y la molienda, se cuenta con tres turnos de trabajo y siempre se bajo el cuidado de un supervisión.

Durante la observación participante, se pudo apreciar la meticulosa atención a los detalles, la eficiencia operativa y la importancia de la seguridad en todo momento. La planta opera ininterrumpidamente, y el personal se esfuerza por mantener los altos estándares de producción y seguridad.

4.1.3 Compromiso con la sostenibilidad

El compromiso de la empresa con la sostenibilidad es un aspecto central de su filosofía y se manifiesta en una serie de acciones y estrategias concretas que han sido implementadas a lo largo del tiempo. A medida que la conciencia sobre los desafíos ambientales ha ido en aumento a nivel global, la empresa ha asumido un rol proactivo en la mitigación de su impacto ambiental. A continuación, se exploran algunas de las áreas en las que la empresa ha demostrado su compromiso con la sostenibilidad:

1. Reducción de Emisiones de CO_2 : La empresa ha invertido en tecnologías y prácticas que han resultado en una disminución significativa de las emisiones de dióxido de carbono (CO_2), uno de los principales contribuyentes al cambio climático. La modernización de los procesos de producción y la adopción de

sistemas más eficientes han permitido una reducción sustancial en las emisiones de gases de efecto invernadero.

2. **Gestión de Residuos:** La gestión adecuada de los residuos es una prioridad para la empresa. Se han implementado procesos de reciclaje y reutilización de subproductos industriales, lo que ha llevado a una disminución en la cantidad de residuos generados. La reducción de residuos no solo tiene un impacto positivo en el medio ambiente, sino que también contribuye a la eficiencia y ahorro de costos.
3. **Uso Eficiente de Recursos:** La empresa ha trabajado para optimizar el uso de recursos naturales, como la materia prima utilizada en la producción de cemento. La implementación de prácticas de economía circular ha permitido reducir la extracción de materias primas naturales y, en su lugar, se han buscado fuentes de materiales reciclados.
4. **Responsabilidad Comunitaria:** El compromiso de la empresa con la sostenibilidad no se limita únicamente a sus operaciones internas. También se refleja en su relación con la comunidad local. A través de iniciativas sociales y proyectos de mejora en la calidad de vida de las comunidades circundantes, la empresa busca ser un agente de cambio positivo y construir relaciones sólidas con la sociedad.

La empresa cuenta con una serie de iniciativas internas con las que se demuestra su enfoque en prácticas responsables y su contribución a la preservación del entorno.

Unidad de Manejo Ambiental (UMA):

Se ha establecido una Unidad de Manejo Ambiental (UMA) que tiene como objetivo principal la reproducción de árboles y plantas. Esta iniciativa se enfoca en conservar y reubicar la flora que se encuentra en zonas donde se desarrollan actividades de explotación.

Tratamiento de Aguas Residuales:

La planta cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales actualmente en funcionamiento. Esta infraestructura no solo beneficia al medio ambiente, sino también a las comunidades circundantes. El agua residual tratada se reutiliza para el riego de caminos y áreas verdes dentro de las instalaciones de la planta. Esta práctica demuestra un enfoque proactivo hacia la gestión responsable de los recursos hídricos y la minimización de la contaminación.

Sistema de Captación de Agua Pluvial:

Se ha implementado un sistema de captación de agua pluvial con el propósito de aprovechar el agua de lluvia durante la temporada de precipitaciones. Este sistema ofrece ventajas significativas al evitar la extracción de agua de mantos freáticos y reducir la necesidad de adquirir agua para el proceso de producción. Como resultado, se logra un impacto positivo en la relación costo-beneficio para la organización, al tiempo que se brinda a las comunidades locales un mayor acceso a los recursos hídricos.

Certificaciones y Reconocimientos:

Una prueba más del compromiso con la sostenibilidad y el cuidado del medio ambiente se refleja en diversas certificaciones y reconocimientos recibidos. La empresa cuenta con el reconocimiento del Centro Mexicano para la Filantropía (CEMEFI) durante seis años consecutivos desde el año 2014. Además, posee la certificación de "Industria Limpia" otorgada por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA). Asimismo, la certificación "Hecho en México" respaldada por el Gobierno Federal a través de la Secretaría de Economía (SE) es otro testimonio del compromiso de la planta con la calidad y la sostenibilidad, sin embargo es de notar que en este momento no se cuenta con la certificación ambiental ISO 14001:2015, debido a cuestiones que de acuerdo con los actores clave definen como "entendimiento con la casa auditora" esto resulta en la pérdida del proceso de recertificación, la misma norma debe realizarse cada tres años a partir de la obtención del primer certificado.

En este sentido, la empresa demuestra su compromiso con la sostenibilidad y el medio ambiente a través de una serie de iniciativas internas, prácticas de tratamiento de aguas residuales y sistemas de captación de agua pluvial. Estas acciones no solo benefician a la organización en términos de eficiencia y reducción de costos, sino que también contribuyen positivamente al entorno y las comunidades circundantes. Las certificaciones y reconocimientos obtenidos respaldan el enfoque de la planta en la responsabilidad ambiental, que sin embargo se encuentran en un desfase de tiempo para el proceso de recertificación por lo que se puede afirmar que no cuentan con la certificación ISO 14001:2015, pues el último año de su certificado fue en el año 2007 y no corresponde a la planta en cuestión,

sino a una planta que se encuentra en otro estado de la Republica por lo que se afirma que la fábrica del estudio no cuenta con la certificación correspondiente en Sistemas de Gestión Ambiental.

4.1.4 Sistema de Gestión Ambiental

El compromiso de la empresa con la sostenibilidad se traduce en una mejora constante en su desempeño ambiental y en una contribución significativa a la reducción de impactos negativos en el medio ambiente. Estos esfuerzos no solo responden a una creciente conciencia ambiental, sino también a la necesidad de cumplir con regulaciones cada vez más estrictas. La empresa está en una búsqueda constante de oportunidades para adoptar prácticas más sostenibles y seguir siendo un líder en su industria. Cabe resaltar que la empresa cuenta con un diseño de Sistema de Gestión Integrado, que se encuentra conformado por el cumplimiento de las normas Sistema de Gestión de la Calidad - ISO 9001:2015; Sistema de Gestión Ambiental – ISO 14001:2015 y; Salud y Seguridad Ocupacional – OHSAS 18000:2007.

Debido a que el alcance de esta investigación se centra en la NOM ISO 14001:2015, los esfuerzos de investigación se centraron en ésta dentro de los parámetros establecidos en la metodología de investigación.

Primero se ofrece una descripción breve de los puntos evaluados de la norma, compuesto por siete puntos principales, que son los que brindan a las organizaciones una guía estructurada para gestionar su impacto ambiental de manera eficaz.

El "Contexto de la organización" establece la base para comprender el entorno y las partes interesadas que pueden influir en las decisiones y acciones de la empresa en relación con su desempeño ambiental. El "Liderazgo" se refiere a la importancia de la alta dirección en la promoción de la cultura de sostenibilidad y la responsabilidad de liderar el compromiso ambiental. La "Planificación" aborda la necesidad de establecer objetivos y metas ambientales, mientras que el "Apoyo" considera la asignación de recursos y el compromiso de los empleados.

La fase de "Operación" se centra en cómo la organización ejecuta sus procesos, controla el riesgo y se prepara para emergencias. La "Evaluación del Desempeño" involucra la recopilación de datos para medir y evaluar el cumplimiento de los objetivos ambientales, y finalmente, la "Mejora" destaca la importancia de la evolución continua y el perfeccionamiento del SGA.

A continuación, se presenta un recuadro de cumplimiento de la Norma ISO 14001:2015 basado en el cumplimiento de los puntos anteriormente delimitados, su objetivo es mostrar la relación entre las actividades relacionadas a esfuerzos ambientales y su relación la Norma:

Actividades para la Gestión Ambiental		
Actividad Detectada	Descripción	Relación con Punto de la Norma
Sistema de Gestión Integrado	La empresa tiene un Sistema de Gestión Integrado que abarca ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 y OHSAS 18000:2007.	Contexto de la organización y Liderazgo, ya que demuestra un compromiso de alta dirección hacia la gestión ambiental.
Unidad de Manejo Ambiental (UMA)	La UMA se dedica a la reproducción de árboles y plantas para la conservación y reubicación de la flora antes de la explotación.	Contexto de la organización, ya que refleja la preocupación de la empresa por el entorno y las partes interesadas.
Plataforma en Línea	Se dispone de una plataforma en línea que contiene información detallada de procesos, subprocesos, instructivos, descripciones de puestos, etc., accesible para los trabajadores según su función.	Liderazgo, ya que facilita la comunicación y el acceso a la información para la gestión ambiental.

Objetivos Ambientales Documentados	La empresa tiene objetivos ambientales documentados que se monitorean mensualmente.	Planificación, ya que se establecen metas concretas relacionadas con el desempeño ambiental.
Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	La planta trata las aguas residuales y reutiliza el recurso en el riego de caminos y áreas verdes.	Operación, ya que aborda la ejecución de procesos relacionados con el manejo de aguas residuales.
Sistema de Captación de Agua Pluvial	El sistema aprovecha las aguas de temporada de lluvia y evita la extracción de agua de los mantos freáticos. Cuenta con 3 estanques de agua pluvial con una capacidad cercana a los 90 mil m3	Operación, ya que se refiere a cómo la empresa lleva a cabo operaciones relacionadas con el recurso hídrico.
Programa de Administración Ambiental	El programa asegura el cumplimiento de disposiciones ambientales, la gestión adecuada de residuos y el monitoreo de emisiones, ruido y polvos. Basado en ISO 14001 desde 2007.	Planificación y Operación, ya que se establecen procesos para el cumplimiento y ejecución de las normativas ambientales.
Monitoreo de Ruido y Vibraciones	Se monitorea el ruido y las vibraciones durante las voladuras siguiendo pautas de referencia de U.S. Bureau of Mines (USBM).	Operación, ya que implica una acción concreta durante las operaciones.
Programa de Apoyo a Comunidades	El programa busca contribuir con las autoridades y habitantes de las comunidades vecinas a través de la realización de obras beneficiosas, especialmente para niños y jóvenes.	Contexto de la organización y Apoyo, ya que se relaciona con las partes interesadas y su bienestar.
Programa de Iniciativas Internas para el Cuidado del Medio Ambiente	El programa promueve la autorregulación voluntaria en materia ambiental y la reproducción de plantas para reforestación interna y donaciones.	Contexto de la organización y Apoyo, ya que refleja la preocupación por el entorno y la adopción de prácticas sostenibles.
Objetivos Ambientales Documentados	La empresa cuenta con objetivos ambientales documentados.	Planificación, ya que se refiere a la establecimiento de metas relacionadas con el desempeño ambiental.

El SGA incluye la formulación de políticas ambientales, la identificación de objetivos y metas, la asignación de roles y responsabilidades específicos, y la documentación de procedimientos. Se establecen indicadores clave de desempeño (KPIs) para medir y hacer un seguimiento constante del impacto ambiental.

Así mismo el Sistema está pensado para cumplir con todos los requisitos de la norma, desde el comienzo mantiene una descripción paso a paso de las formas en la que se cumple con cada uno de los puntos de la norma. Dentro del sistema se desglosa en varios componentes clave, cada uno relacionado con un punto específico de la norma:

1. Contexto de la Organización: La empresa ha establecido un Sistema de Gestión Integrado que abarca las normas ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 y OHSAS 18000:2007. Esta integración permite un enfoque unificado para la gestión de la calidad, el medio ambiente y la salud y seguridad ocupacional, en el que se describen todos y cada uno de los puntos no solo de una sino de todas las normas que conforman el Sistema de Gestión Integrado.
2. Liderazgo: La alta dirección de la empresa muestra un fuerte liderazgo en cuanto al cumplimiento de los objetivos ambientales y la promoción de prácticas sostenibles. El compromiso de la alta dirección se refleja en la asignación de recursos y el respaldo a iniciativas ambientales, reuniones mensuales documentadas mediante minutas de acuerdo.
3. Planificación: La empresa ha documentado objetivos ambientales específicos, y estos objetivos se revisan y ajustan regularmente. Esto asegura que las metas ambientales estén alineadas con las expectativas y necesidades de las partes interesadas.
4. Apoyo: Un componente fundamental del sistema es la plataforma en línea que proporciona a todos los trabajadores acceso a documentación relevante, como procesos, diagramas e instructivos. Esto facilita la comunicación y la comprensión de las prácticas ambientales. También se permite la modificación de los documentos mediante solicitudes directas de cualquier trabajador, lo que permite el involucramiento de todos los trabajadores, la integración del modelo PHVA, para mantener como un sistema “vivo”.
5. Operación: Se encuentran diversas acciones para la reducción del impacto ambiental como son los estudios de impacto ambiental, estudios de ruido y

vibraciones, fomento del cuidado medioambiental entre trabajadores por medio de capacitaciones constantes, programas medioambientales como siembra de árboles, integración de infraestructura como el sistema de captación de agua pluvial y la planta de tratamiento de aguas residuales, además en cuanto al proceso de producción, está la integración de captadores de polvo en el horno y en el desazolvado.

6. Evaluación del Desempeño: La empresa monitorea constantemente su desempeño ambiental, incluyendo mediciones de ruido y vibraciones durante las voladuras, siguiendo estándares internacionales. Estos datos se utilizan para evaluar el cumplimiento y prevenir impactos ambientales adversos.
7. Mejora: El sistema se centra en la mejora continua, y esto se refleja en la participación activa en programas de autorregulación voluntaria y la reproducción de plantas en un vivero para fines de reforestación y donaciones.

En este sentido se puede afirmar que el sistema de gestión ambiental de la empresa es un modelo de eficiencia que abarca todos los puntos de la Norma ISO 14001:2015. Se basa en un enfoque holístico hacia la sostenibilidad, promoviendo una cultura de responsabilidad y mejoramiento continuo en todos los aspectos de sus operaciones.

4.3 Análisis e interpretación de datos

4.3.1 Hallazgos cuantitativos

El instrumento utilizado para el análisis cuantitativo fue una encuesta tipo Auditoria (Anexo 1) con preguntas cerradas, la cual se basó en el diseño de la norma, se tomó

en cuenta cada uno de los criterios y subcriterios de la misma para su elaboración, sin embargo se descartaron por completo los puntos 1 al 3 por ser puntos de la norma relacionados con conocimientos previos acerca de la norma y no con su aplicación, así que para la elaboración del instrumento se consideraron a partir del punto 4 de la norma, dejando así un total de 92 preguntas cerradas para demostrar el cumplimiento.

Estas 92 preguntas se basan en una respuesta dicotómica (Si o No) las cuales tienen una valoración sumativa, cada respuesta afirmativa vale un punto y cada respuesta positiva tiene 0 puntos. La determinación de su cumplimiento se basó en la evidencia mostrada, específicamente en dos ámbitos, el primero que esté documentado en el sistema, y el segundo que demuestre cumplimiento de seguimiento. Para demostrar el primer ámbito basta evidenciar cualquier tipo de formato, instructivo, política o producto documental, sin embargo para el segundo, se solicitó la autorización del Gerente de planta en el aspecto de que debían mostrar que el documento tuviese una implementación de cuando menos un mes.

Por ejemplo, si la pregunta 6.1.4 que se alinea con el requisito de Planificación dice: ¿Existe una planificación documentada de las acciones relacionadas con los aspectos ambientales significativos, los requisitos legales y los riesgos y oportunidades identificados?

Se tendría que mostrar un documento de planificación pero también un documento que demuestre su seguimiento e implementación, por ejemplo si la planificación establece una actividad de siembra de árboles en su programa de Recuperación Ambiental, deberá también mostrar las fechas y los documentos que demuestren

que se haya realizado la actividad indicada por la misma empresa, en caso contrario se calificaría negativamente.

En este sentido la calificación de las 92 preguntas se basa en una escala de 100 puntos. Cada pregunta correcta recibe una calificación igual, que es equivalente a 1.08 puntos. Estas preguntas se agruparon en criterios de escala relacionados con el dominio del Sistema de Gestión Ambiental de la siguiente manera:

Evaluación de cumplimiento	
Calificación	Interpretación de Cumplimiento
0 y 79	Cumplimiento limitado o nulo de las variables operacionalizadas
80 a 90	Cumplimiento satisfactorio de las variables operacionalizadas
91 a 100	Cumplimiento excepcional de las variables operacionalizadas

Tabla 6 Evaluación de cumplimiento. Eaboración propia a partir de ISO, 2015

Una consideración importante es que esta encuesta fue atendida por el equipo de Calidad de la misma organización, el cual está conformado por dos personas, el Jefe de Área y dos Auxiliares, (los cuales también formaron parte de la prueba cualitativa), lo que implica que:

- 1) Tienen un conocimiento del uso, interpretación de la Norma
- 2) Cuentan con experiencia en la atención de auditorías
- 3) Tienen dominio del uso de su Sistema de Gestión Integral interno

Esto es significativo pues se esperaba que estos sujetos sean quienes mejor puedan hacer frente a una auditoría que sin embargo, en reiteradas ocasiones mencionaron que el sistema es de todos y todos forman parte de él.

Por último, en esta sección se mostrarán únicamente los resultados de esta encuesta desagregados únicamente por criterio y en total de la aplicación del instrumento. En secciones posteriores se discutirá y se interpretarán los datos de ambos instrumentos.

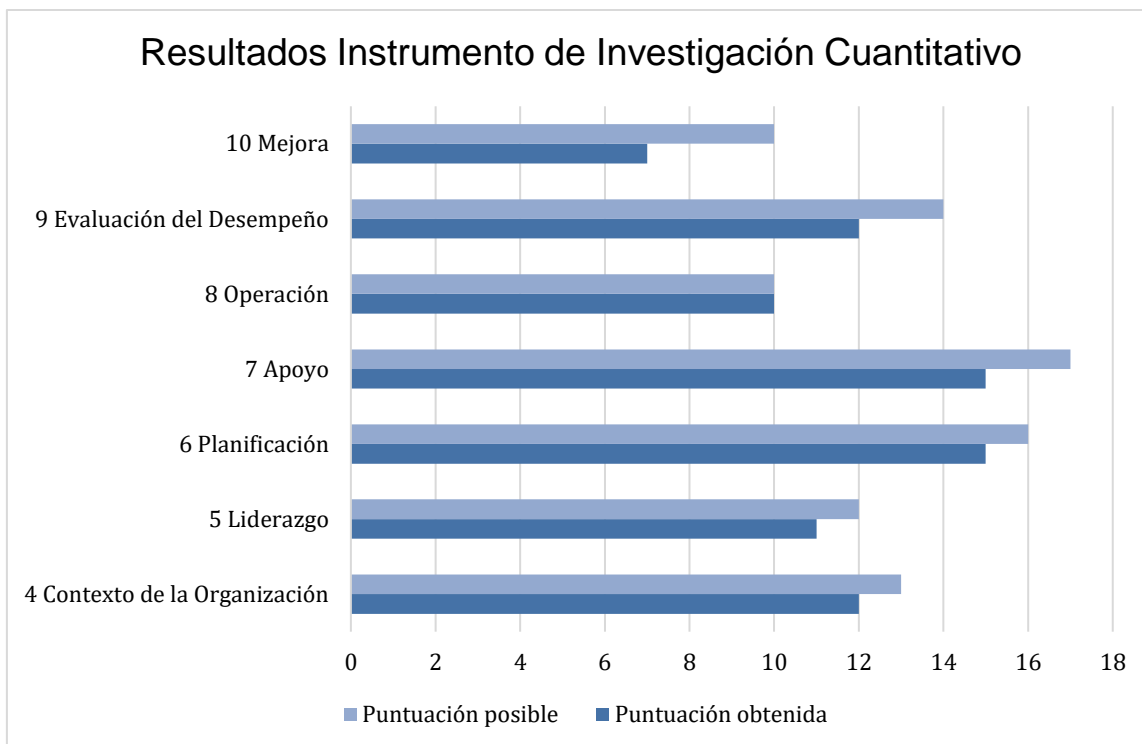


Ilustración 1 Resultados Instrumento de Investigación Cuantitativo

En la Ilustración 1, se puede apreciar los resultados de un instrumento de investigación cuantitativa que evalúa el cumplimiento de varios puntos de la Norma ISO 14001 en una organización, estos mismos se encuentran desagregados en la Tabla 7. En general, la organización ha obtenido una puntuación total de 82, lo que equivale al 89.1% de cumplimiento de la norma ISO 14001. Esto sugiere que la organización está haciendo un buen trabajo en general, pero aún hay áreas en las que se pueden realizar mejoras.

Resultados Instrumento de Investigación Cuantitativo				
Punto de la Norma	Puntuación obtenida	Puntuación posible	Equivalencia en Puntos	Hallazgos
4 Contexto de la Organización	12	13	13.044	4.4
5 Liderazgo	11	12	11.957	5.2
6 Planificación	15	16	16.305	6.1.3
7 Apoyo	15	17	16.305	7.3; 7.5
8 Operación	10	10	10.87	NA

9 Evaluación del Desempeño	12	14	13.044	9.1.2; 9.2
10 Mejora	7	10	7.609	10.1; 10.2; 10.3
Total	82	92	89.134	

Tabla 7 Resultados Instrumento de Investigación Cuantitativo. Elaboración propia

- Contexto de la Organización: El puntaje obtenido es 12, lo que equivale al 92.3% de cumplimiento de este punto de la norma. Se puede concluir que la organización está haciendo un buen trabajo al considerar su contexto interno y externo.
- Liderazgo: El puntaje obtenido es 11, lo que equivale al 92.5% de cumplimiento de este punto de la norma. Esto indica un sólido liderazgo en la organización en relación con el sistema de gestión ambiental.
- Planificación: El puntaje obtenido es 15, lo que equivale al 95.3% de cumplimiento de este punto de la norma. Esto sugiere que la organización ha realizado una planificación efectiva en términos de gestión ambiental.
- Apoyo: El puntaje obtenido es 15, lo que equivale al 88.2% de cumplimiento de este punto de la norma. Aunque el cumplimiento es alto, podría haber margen para mejorar el apoyo en la organización.
- Operación: El puntaje obtenido es 10, lo que equivale al 100% de cumplimiento de este punto de la norma. La organización está cumpliendo completamente con los requisitos de operación.
- Evaluación del Desempeño: El puntaje obtenido es 12, lo que equivale al 86% de cumplimiento de este punto de la norma. La organización podría centrarse en mejorar la evaluación del desempeño.
- Mejora: El puntaje obtenido es 7, lo que equivale al 76.1% de cumplimiento de este punto de la norma. Aquí, hay un margen claro para mejorar los procesos de mejora continua.

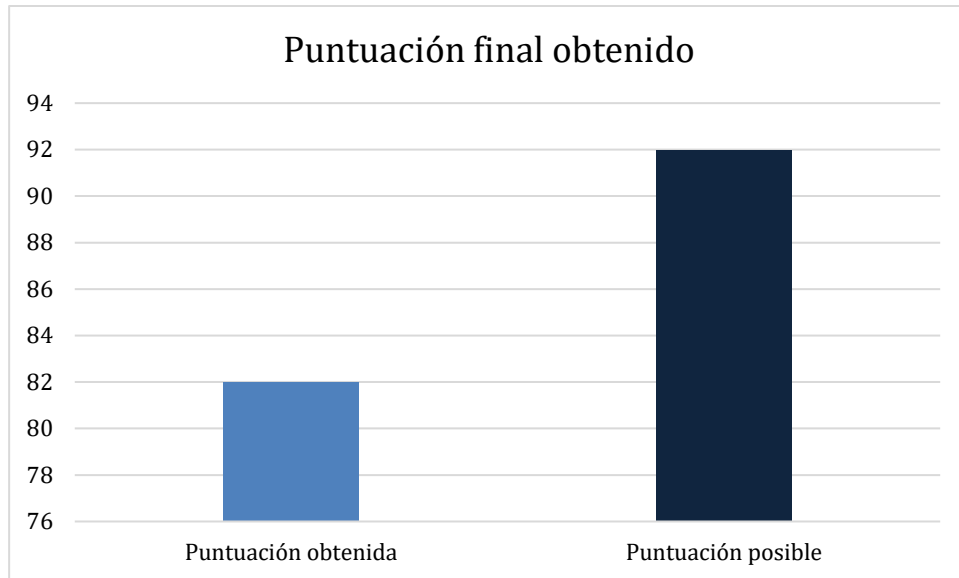


Ilustración 2 Puntaje final obtenido

La ilustración 2, muestra gráficamente que la empresa ha quedado debajo por 10 puntos de la nota alcanzable más alta, aunque estos datos indican que la organización tiene un desempeño sólido en términos de su sistema de gestión ambiental, puede observarse que:

- 1) Aún existen oportunidades para mejorar especialmente en los puntos séptimo y décimo de la Norma que representan el Apoyo y la Mejor en la organización, respectivamente.
- 2) Puede esperarse que el resto del personal por ejemplo, el personal obrero de la parte operativa de la producción o incluso el personal administrativo, pudieran haber obtenido un resultado más bajo, si se hubiese tenido la oportunidad de implementar el cuestionario libremente.

4.3.2 Hallazgos cualitativos

Los resultados de la implementación del el instrumento de entrevista no estructurada que se construyó a partir de la operacionalización de variables (Anexo 2) mostró un contrasté en los resultados con el instrumento cuantitativo.

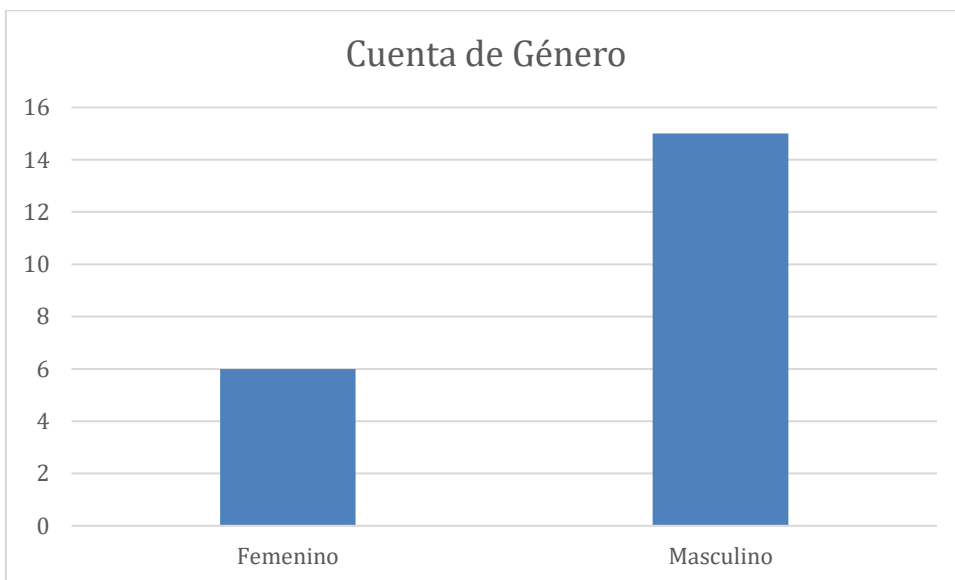
Para su tratamiento, primero se realizó la transcripción de las entrevistas, estas se realizaron a lo largo de una semana, principalmente, como ya se ha mencionado anteriormente, a personal del área administrativa, afortunadamente se pudo contar con la participación de personal obrero, en aquellos casos en los que se les pudo abordar en el área de acceso de la planta y a quienes aceptaron participar en la entrevista. Bajo las mismas condiciones de ética en el proceso de investigación todas las respuestas han sido anónimas.

Perfil Demográfico y Laboral de Participantes en Entrevistas				
No. Entrevista	Género	Edad	Años laborando	Tipo de trabajador
1	F	45	8	Auxiliar
2	M	29	4	Obrero
3	M	65	34	Mando alto
4	F	30	5	Mando medio
5	M	27	3	Mando medio
6	M	29	5	Obrero
7	M	32	8	Mando medio
8	M	27	6	Mando medio
9	M	30	2	Mando medio
10	F	22	2	Auxiliar
11	M	29	5	Mando medio
12	F	18	1	Auxiliar
13	F	21	2	Auxiliar
14	M	21	1	Auxiliar
15	M	46	6	Obrero
16	M	45	11	Obrero
17	M	18	2	Mando medio
18	M	42	2	Auxiliar
19	M	45	10	Obrero
20	M	40	3	Auxiliar
21	F	38	9	Auxiliar

En la Tabla de arriba se presentan los resultados desglosados sobre los perfiles de los trabajadores partir de su género, edad y tiempo laborando en la empresa, así

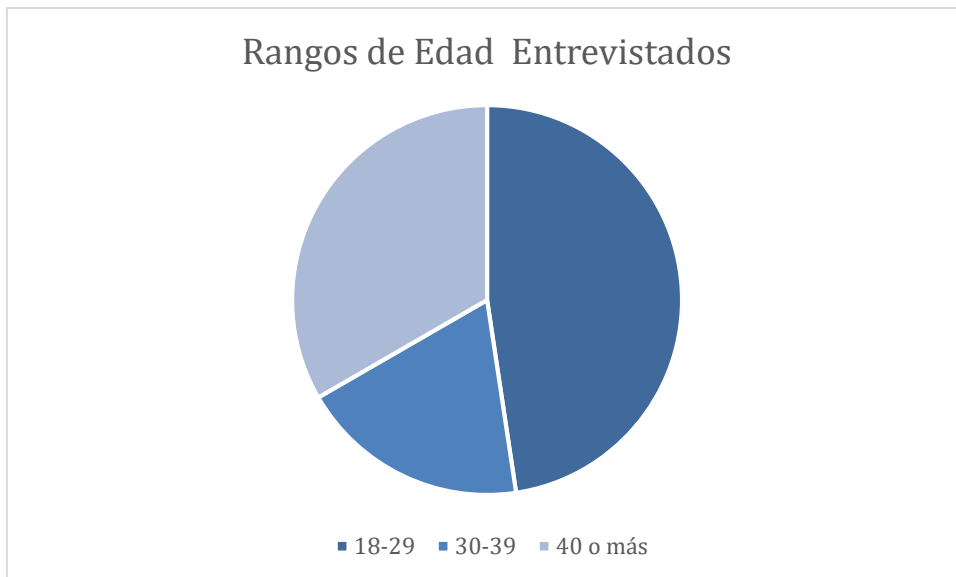
como el tipo de trabajador clasificándolos en auxiliares, mandos altos, mandos medios y obreros.

Se observa que de los 21 entrevistados, 15 son de género masculino y 6 de género femenino, lo que representa un 71.42% y un 28.57%, respectivamente, de la muestra. Esta distribución refleja una presencia inequitativa de género dentro de la población entrevistada posiblemente orientado al ramo de la industria en el que comúnmente en México la presencia de mujeres es menor.



En cuanto a la edad de los participantes, se observa un rango amplio, que va desde 18 hasta 65 años. Esto sugiere que la organización cuenta con una fuerza laboral diversa en términos de edad, lo que puede influir en la percepción y el enfoque hacia la gestión ambiental.

- El 47.62% de los entrevistados tienen entre 18 y 29 años,
- El 19.05% tienen entre 30 y 39 años, y
- El 33.33% tienen 40 años o más.



Esta variabilidad en edades demuestra una representación diversa en diferentes grupos de edad dentro de la organización, siendo el promedio de edad de 33 años. En relación con la experiencia laboral, los años de trabajo en la organización varían desde 1 hasta 34 años. El 61.90% de los entrevistados tienen entre 1 y 5 años de experiencia, el 33.33% tienen entre 6 y 10 años, y el 4.76% tienen más de 10 años de experiencia en la empresa. Esto indica una combinación de empleados relativamente nuevos y empleados con una larga trayectoria en la organización. Finalmente, en lo que respecta al tipo de trabajador, se observa que el 23.81% de los entrevistados son trabajadores de nivel "Obrero", el 38.10% son "Auxiliares", y el 3.33% desempeñan roles de "Mando Medio" y sólo el 4% es "Mando Alto". Esto muestra una distribución diversa en términos de roles y responsabilidades laborales.

Estos hallazgos demográficos y laborales proporcionan un contexto importante para la interpretación de los resultados de las entrevistas, a pesar de que no son representativos de la totalidad de la empresa, si representan un esfuerzo

exploratorio en términos de esta investigación. La diversidad en género, edad, años de experiencia y roles laborales puede influir en la percepción y el enfoque de los participantes hacia la gestión ambiental en la organización, lo que es relevante para comprender la implementación de la norma ISO 14001:2015 y sus efectos en la organización.

En cuanto al instrumento de entrevista, las preguntas fueron construidas para recibir respuestas abiertas, posteriormente, dichas respuestas se clasificaron en primer lugar a partir de una respuesta positiva o una respuesta negativa. Las respuestas positivas se consideraron como aquellas en las que el entrevistado menciona al menos un ejemplo concreto de su experiencia que de respuesta a la pregunta planteada, por ejemplo a la pregunta: ¿Cuáles son los procesos utilizados para registrar el cumplimiento de los criterios de la norma ISO 14001:2015? Se acepta como una respuesta positiva si mencionan cuando menos uno de los dieciocho procesos documentados con los que cuenta la empresa; y negativa, si no conoce ninguno.

Por cada variable se elaboraron dos preguntas abiertas (anexo 2) y posteriormente a las respuestas brindadas se clasifican concretamente entre las diversas temáticas recurrentes para identificar una tendencia de respuestas, así por ejemplo, sabríamos cual es el proceso documentado más frecuentemente mencionado por los entrevistados, o cuales son las actividades ambientales mejor identificadas etc. A continuación se puede observar la sumatoria en los tipos de respuesta por variable de los entrevistados.

Variable	Carga de la respuesta	
	Positiva	Negativa

Desempeño ambiental (A)	42	0
Cumplimiento de requisitos legales (B)	14	28
Logro de objetivos ambientales (M)	36	6

Respecto de la frecuencia en las temáticas mencionadas en las respuestas por cada variable tenemos que:

Frecuencia de respuestas clasificadas por tema		
VARIABLES	Temas frecuentes en respuestas positivas	Temas frecuentes en respuestas negativas
Desempeño ambiental	Separación de residuos=14 Peligros ambientales=8 Calcinación=3 La ISO=3 Siembra de árboles= 9 Lombricomposta=3 Los filtro del silo=2	NA
Cumplimiento de requisitos legales	El sistema de gestión ambiental=2 Riesgos ambientales=11 Alta Dirección=1	Los de la norma=17 Ya los jefes= 4 Calidad= 7
Logro de objetivos ambientales	La semana del medio ambiente=30 Gases de CO2=2 Ahorro de agua=4	Desconoce= 6

Se puede observar en la tabla anterior, que existe una disparidad muy grande entre las respuestas, a partir de las variables dependientes elegidas, se puede afirmar que los entrevistados responden más acertadamente a las temáticas de desempeño ambiental que al cumplimiento de los requisitos de la norma, en una proporción de:

Variables	Positivo	Negativo
	%	%
Desempeño ambiental	100	0
Cumplimiento de requisitos legales	33.3	66.6
Logro de objetivos ambientales	85.7%	14.2

Esto infiere que existe una diferencia entre los logros efectivos de la implementación de la Norma ISO 14001:2015 Sistemas de Gestión Ambiental, pues si bien las personas tienen una fuerte tendencia a identificar los objetivos ambientales de la empresa así como el desempeño ambiental de la misma, no logran identificar con facilidad los requisitos del SGA.

4.3.3 Interpretación y triangulación de datos

El proceso de triangulación de datos en el enfoque mixto representa una estrategia valiosa en la investigación, ya que permite abordar un tema desde diversas perspectivas y métodos. Esta metodología se convierte en una herramienta esencial para obtener una comprensión integral del asunto estudiado. En el presente caso, hemos empleado dos instrumentos diferentes que, al ser confrontados y analizados, han proporcionado una visión más completa de la situación.

Uno de los instrumentos que hemos aplicado es una encuesta cerrada de tipo auditoría. Este enfoque nos ha brindado información detallada sobre la implementación del sistema de gestión de calidad, su estructura y su conformidad con los criterios establecidos. Los resultados de esta encuesta indican un nivel de cumplimiento aceptable. No obstante, si hubiéramos confiado exclusivamente en un enfoque cuantitativo, nuestra comprensión de la situación habría sido parcial y no habría reflejado fielmente la realidad de la organización estudiada.

Por otro lado, hemos empleado un instrumento cualitativo que ha permitido explorar aspectos que van más allá de los datos cuantitativos. Gracias a este enfoque, hemos podido comprender en profundidad la percepción y las actitudes de los

entrevistados en relación con cuestiones ambientales. En particular, este instrumento nos ha revelado que, si bien los encuestados parecen responder adecuadamente a las preguntas relacionadas con el desempeño ambiental, no sucede lo mismo cuando se trata de la identificación de criterios de cumplimiento legal o de la norma ISO 14001:2015.

Este hallazgo destaca la importancia de combinar enfoques cuantitativos y cualitativos en la investigación. Mientras que los datos cuantitativos nos proporcionan una visión general y estructurada de la situación, los datos cualitativos nos permiten explorar las percepciones, actitudes y matices que a menudo quedan fuera del alcance de las mediciones puramente cuantitativas.

La triangulación de datos se convierte, por lo tanto, en una estrategia esencial para obtener una comprensión completa y precisa de la organización estudiada. Los datos cuantitativos y cualitativos se complementan mutuamente, proporcionando una imagen más rica y detallada que facilita la toma de decisiones informadas y la identificación de áreas de mejora. En definitiva, esta metodología contribuye a la calidad y la fiabilidad de los resultados de la investigación.

4.4 Discusión y recomendaciones

La implementación de la norma ISO 14001 ha tenido un impacto positivo en la gestión ambiental de esta empresa cementera, promoviendo un uso más eficiente de los recursos naturales y la adopción de prácticas sostenibles.

La norma ha orientado a la empresa a identificar y controlar sus aspectos ambientales significativos, especialmente el consumo de materias primas, agua,

energía y la generación de residuos y emisiones. Esto ha llevado al establecimiento de objetivos de reducción y programas de ecoeficiencia.

Además, ha fortalecido el monitoreo y cumplimiento de la legislación ambiental aplicable, asegurando que la operación se ajuste a las regulaciones gubernamentales. También ha impulsado la implementación de tecnologías más limpias, como el uso de combustibles alternativos.

La certificación ISO 14001 ha formalizado los compromisos ambientales de la empresa mediante una política, guiando sus decisiones estratégicas. Ha incorporado la variable ambiental en los procesos de diseño, operación y mejora continua.

Esta norma ha provisto un marco de referencia valioso para que la empresa cementera transite hacia una producción más limpia, competitiva y sostenible en el largo plazo, cuidando el entorno natural y social.

- El sistema de gestión integrado de la empresa abarca las normas ISO 9001 de Calidad, ISO 14001 de Medio Ambiente y lineamientos de Responsabilidad Social. Está orientado a la fabricación de diferentes tipos de cemento cumpliendo normas técnicas.
- La documentación del sistema consta de alrededor de 300 documentos entre manual, procedimientos, instrucciones, formatos y registros. Toda esta documentación se controla de acuerdo a un procedimiento que asegura el uso de versiones actualizadas.

- Los procesos principales involucrados en la elaboración del cemento son la recepción de materias primas, trituración, molienda, calcinación, empaque y almacenamiento. Estos procesos están soportados por procesos de apoyo como mantenimiento, laboratorio, logística y procuración.
- Un elemento fundamental del sistema es la identificación y evaluación de aspectos ambientales significativos de las actividades, productos y servicios. Se utiliza una metodología propia que considera criterios como severidad, frecuencia, probabilidad de ocurrencia e impacto potencial. De manera similar, se identifican y evalúan los riesgos de seguridad y salud ocupacional.
- El cumplimiento legal en materia ambiental y de seguridad es una prioridad. Se tienen procedimientos para evaluar periódicamente la legislación aplicable y el grado de cumplimiento.
- La alta dirección está comprometida con el sistema a través de la política, objetivos, revisiones gerenciales y presupuesto. Se conforma un Comité de Gestión Integral para la mejora continua.
- Las auditorías internas del sistema son integrales, es decir, abarcan requisitos de las tres normas. Se capacita internamente a los auditores en diversos temas para que estén actualizados. Las auditorías externas son coordinadas por el área de Gestión de Calidad.
- Se promueve la participación y consulta del personal en la implementación y mejora del sistema. Los trabajadores son capacitados sobre los requerimientos que les aplican.

Sin embargo, existen dificultades por parte del personal para identificar los criterios de cumplimiento legal, estos se refieren a aquellos requerimientos como las normas oficiales, o los propios requerimientos del SGA, esto puede deberse a una baja difusión de los mismos entre el personal y a ha que los procesos de capacitación de personal no están contemplando este punto, porque aunque no es una obligación que los trabajadores conozcan cabalmente cada uno de los requisitos, es necesario que puedan identificarlos, ya que todos forman parte del mismo SGA.

A partir de todo lo anterior se afirma que la hipótesis planteada en esta investigación es parcialmente correcta, la correlación entre las variables no es necesariamente positiva.

Ya que, a pesar el sistema de gestión integrado está sólidamente documentado y estructurado, con liderazgo gerencial, enfoque al cliente, cumplimiento legal, mejora continua y un equipo competente.

Mientras persiste el conocimiento e identificación de los objetivos y el desempeño ambientales de la organización, no es fácil para os trabajadores identificar las normas y criterios de cumplimiento legal.

Como parte integral de esta investigación es necesario responder a la pregunta de investigación, cuya respuesta, después de todo el proceso de investigación, corroboración en campo y del proceso de análisis de interpretación y apego en la norma, se puede afirmar que, la implementación de la Norma ISO 4001 tiene un impacto positivo entre el personal de la empresa cementera, en términos de el conocimiento e identificación de los temas ambientales, tanto el desempeño

ambiental como los objetivos ambientales determinados por la empresa, sin embargo no sucede de la misma forma ni en la misma fuerza para la identificación de criterios legales. Esto se puede explicar por diversas razones:

Primero. La primera razón de estas disparidades en la identificación de criterios legales podría atribuirse a la falta de conciencia y capacitación específica en cuestiones legales relacionadas con el medio ambiente. Aunque la implementación de la Norma ISO 14001:2015 ha mejorado la comprensión de los aspectos ambientales y los objetivos de la organización, parece que no se ha enfocado lo suficiente en la educación y capacitación sobre requisitos legales. Esto se traduce en una brecha en el conocimiento de los empleados en relación con las regulaciones ambientales que les son aplicables.

Segundo

Otra posible razón de esta disparidad podría radicar en la falta de claridad en la comunicación de los requisitos legales por parte de la alta dirección de la empresa. Es fundamental que los líderes de la organización comuniquen de manera efectiva la importancia del cumplimiento de requisitos legales y regulaciones ambientales, y que proporcionen los recursos necesarios para su comprensión y aplicación por parte de los empleados. Si esta comunicación no se realiza de manera efectiva, es natural que los empleados no estén al tanto de los criterios legales y, por lo tanto, no puedan identificarlos con la misma facilidad que los aspectos ambientales o los objetivos de la empresa.

Tercero. Además, es posible que la organización no haya implementado mecanismos adecuados para el seguimiento y la verificación del cumplimiento de requisitos legales, lo que dificultaría aún más que los empleados los identifiquen. Si no existe una supervisión clara y un proceso de revisión de cumplimiento de las regulaciones, es probable que los empleados no se sientan incentivados a adquirir este conocimiento.

Con base en este análisis, se proponen las siguientes recomendaciones para mejorar el desempeño de la empresa cementera:

- **Reforzamiento de la capacitación:** Es fundamental que la organización incremente su enfoque en la capacitación específica en cuestiones legales relacionadas con el medio ambiente. Esto permitirá que los empleados puedan identificar y comprender mejor los requisitos legales y regulaciones ambientales aplicables. La capacitación debe ser continua y accesible para todos los trabajadores, independientemente de su nivel jerárquico.
- **Comunicación efectiva:** La alta dirección de la empresa debe garantizar una comunicación clara y efectiva en lo que respecta a la importancia del cumplimiento de requisitos legales y regulaciones ambientales. Esto incluye la difusión de información relevante y la asignación de los recursos necesarios para su cumplimiento. La comunicación debe ser bidireccional, permitiendo a los empleados plantear preguntas y aclarar dudas.
- **Establecimiento de mecanismos de seguimiento:** La organización debe implementar mecanismos efectivos de seguimiento y verificación del cumplimiento de requisitos legales. Esto puede incluir la revisión periódica de

la legislación aplicable y la supervisión de los procesos internos para asegurar el cumplimiento. El establecimiento de indicadores clave de desempeño relacionados con el cumplimiento legal también puede ser beneficioso.

- Enfoque en la comunicación interna: Promover una cultura organizacional que fomente la participación y consulta del personal en la implementación y mejora del sistema es esencial. Se deben crear espacios para que los trabajadores puedan expresar sus inquietudes y contribuir con sus conocimientos y experiencias. Esto no solo fortalecerá el cumplimiento legal, sino que también impulsará la gestión ambiental en su conjunto.

- Revisión de la metodología propia: Es importante que la empresa evalúe y ajuste su metodología para la identificación y evaluación de aspectos ambientales significativos, prestando una atención especial a la inclusión de criterios de cumplimiento legal. Esto facilitará la identificación y comprensión de los requisitos legales dentro de la organización.

- Auditorías internas: Continuar con las auditorías internas integrales es una buena práctica. Sin embargo, se recomienda que se refuerce la capacitación de los auditores internos en temas relacionados con el cumplimiento legal. Esto permitirá una evaluación más precisa y exhaustiva de los procesos y procedimientos en este ámbito.

En conclusión, la empresa cementera puede mejorar aún más su desempeño ambiental y el cumplimiento legal al implementar estas recomendaciones. La norma ISO 14001:2015 ha demostrado ser un valioso marco de referencia, y con la atención adecuada a las áreas de capacitación, comunicación, seguimiento y mejora continua, la organización puede avanzar hacia una producción más limpia, competitiva y sostenible, cuidando el entorno natural y social.

Bibliografía

Ángeles Fernández, J. A. (2016) El impacto social y ambiental generado por la industria cementera en el municipio de Santiago de Anaya, Hidalgo. Congreso Internacional Contested_cities. Madrid. <http://contested-cities.net/working-papers/wp-content/uploads/sites/8/2016/07/WPCC-163516-%C3%81ngelesJaneth-ImpactoSocialAmbiental.pdf>

Bergh, van den, y C.J.M. Jeroen (1996), "Sustainable Development and Management", Ecological Economics and Sustainable Development: Theory, Methods and Applications, pp. 53-79, Edward Elgar Publishing Cheltenham, Reino Unido.

Daros, W. R., (2002). ¿Qué es un marco teórico? Enfoques, XIV(1), 73-112. <https://www.redalyc.org/pdf/259/25914108.pdf>

Elizondo Cortés, M; González Videgaray, M. (2021) Delimitación del problema y la pregunta de investigación. Primera edición. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México. http://www.librosoa.unam.mx/bitstream/handle/123456789/3295/Delimitacion_final.pdf?sequence=1

Escobar, S. (2023) Industria cementera da señales de recuperación: aumentó 4% la producción durante el 2022. Jueves 30 de marzo. El Economista.

<https://www.eleconomista.com.mx/econohabitat/Industria-cementera-da-senales-de-recuperacion-aumento-4-la-produccion-durante-el-2022-20230329-0133.html>

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2023). Economía y Sectores Productivos. Tabulados Por actividad económica.

<https://www.inegi.org.mx/temas/pib/default.html#Tabulados>

ISO (2015) Norma Internacional ISO 14001 (traducción oficial) Sistemas de gestión ambiental — Requisitos con orientación para su uso. (Tercera edición) Secretaría Central de ISO, Ginebra.

Meo, A. I., (2010). Consentimiento Informado, Anonimato y Confidencialidad en Investigación Social. La Experiencia Internacional y el Caso de la Sociología en Argentina. Aposta. Revista de Ciencias Sociales, (44), 1-30.

<https://www.redalyc.org/pdf/4959/495950240001.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2023) Los ODS en Acción. ¿Qué son los Objetivos de Desarrollo Sostenible? PNUD.

<https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals>

Universidad Nacional de Colombia (2017) Noticias en la Facultad de Minas.

Universidad Nacional de Colombia.

<https://minas.medellin.unal.edu.co/noticias/396-reducir-el-impacto-ambiental-en-la-produccion-de-cemento>

Anexo 1. Instrumento cuantitativo

Cuestionario de conformidad con la Norma ISO 14001:2015					
n.	Criterio Norma	Pregunta	Conformidad		Evidencia documental
			Si	No	
1	4.1	¿La organización cuenta con un proceso estructurado para analizar, dar seguimiento y revisar tanto su entorno interno como externo?			
2	4.2	¿La organización ha establecido un método para identificar y analizar las expectativas y necesidades de las partes interesadas?			
3	4.2	¿Se han identificado todos los requisitos vinculados a las necesidades y expectativas de las partes interesadas que puedan influir en el rendimiento del sistema de gestión?			
4	4.2	¿Se lleva a cabo un seguimiento y revisión de la información relacionada con las partes interesadas y sus requisitos pertinentes?			
5	4.2	¿Se han reconocido los requisitos legales y otros requisitos relacionados con las necesidades y expectativas de las partes interesadas?			
6	4.3	¿La organización ha elaborado un documento que define el alcance del sistema de gestión?			
7	4.3	¿Se han establecido de manera precisa los límites físicos y las actividades abarcadas por el sistema?			
8	4.3	¿El alcance del sistema está accesible y disponible para las partes interesadas?			
9	4.4	¿Se han identificado de manera exhaustiva todos los procesos requeridos, incluyendo sus interacciones, entradas, salidas y secuencia?			
10	4.4	¿Han sido establecidas actividades de seguimiento e indicadores para el control de estos procesos?			
11	4.4	¿Se han asignado claramente los recursos necesarios, así como las responsabilidades y autoridades para cada proceso?			
12	4.4	¿Los procesos han sido definidos considerando cuidadosamente los riesgos y oportunidades involucrados?			
13	4.4	¿Es evidente la mejora en el desempeño tanto de los procesos como del sistema de gestión ambiental en su conjunto?			
14	5.1	¿Exhibe la dirección un liderazgo sólido y un compromiso claro hacia el sistema de gestión ambiental?			
15	5.1	¿Asume la alta dirección la responsabilidad y el compromiso de rendir cuentas sobre la efectividad del sistema de gestión ambiental?			
16	5.1	¿Se garantiza y fomenta la dirección el cumplimiento de los requisitos del sistema de gestión?			
17	5.1	¿La alta dirección asegura que la política y los objetivos ambientales sean establecidos de una manera coherente con la dirección estratégica y el contexto organizativo?			

18	5.2	¿Mantiene la organización una política ambiental acorde con su propósito y contexto, considerando los impactos ambientales de sus actividades, productos y servicios?			
19	5.2	¿Incluye la política compromisos de preservación del medio ambiente, prevención de la contaminación, cumplimiento de requisitos legales y otros requisitos, y búsqueda de la mejora continua?			
20	5.2	¿Existe una alineación entre la política ambiental y los objetivos ambientales?			
21	5.2	¿La política está disponible para las partes interesadas?			
22	5.2	¿La política es comunicada y comprendida en toda la organización?			
23	5.3	¿Se evidencia la definición de responsabilidades y autoridades para cada uno de los roles en la organización?			
24	5.3	¿Estas responsabilidades y autoridades han sido comunicadas y comprendidas en toda la organización?			
25	5.3	¿La alta dirección ha asignado la responsabilidad para garantizar el cumplimiento de los requisitos normativos y el adecuado funcionamiento de los procesos?			
26	6.1.1	¿Se han detectado los riesgos y oportunidades vinculados al análisis de contexto, las necesidades y expectativas de las partes interesadas, y los procesos?			
27	6.1.1	¿Se han evaluado estos riesgos y oportunidades para establecer acciones proporcionales al posible impacto?			
28	6.1.1	¿Se ha desarrollado un plan de acción para afrontar los riesgos y las oportunidades identificadas?			
29	6.1.2	¿Se han identificado todos los aspectos ambientales relacionados con las actividades, productos y servicios que la organización puede controlar o influir, incluyendo sus impactos ambientales a lo largo de su ciclo de vida?			
30	6.1.2	¿Se han tomado en cuenta las condiciones anormales y las situaciones de emergencia en la identificación de aspectos ambientales?			
31	6.1.2	¿Se ha realizado una evaluación para determinar la importancia de los aspectos ambientales identificados?			
32	6.1.2	¿Se han definido criterios para evaluar los aspectos ambientales identificados?			
33	6.1.3	¿Se ha establecido una metodología para acceder y seguir los requisitos legales y otros requisitos aplicables?			
34	6.1.3	¿Se ha identificado y considerado la aplicación de los requisitos legales en la organización?			
35	6.1.3	¿Los requisitos legales y otros requisitos han sido tomados en cuenta en la implementación, mantenimiento y mejora del sistema de gestión ambiental?			
36	6.1.4	¿Existe una planificación documentada de las acciones relacionadas con los aspectos ambientales significativos, los requisitos legales y los riesgos y oportunidades identificados?			
37	6.2	¿La organización ha establecido objetivos que estén en sintonía con su política ambiental?			

38	6.2	¿Están estos objetivos vinculados a los aspectos ambientales significativos, los requisitos legales y las oportunidades y riesgos identificados?			
39	6.2	¿Son los objetivos cuantificables y tienen una metodología de seguimiento?			
40	6.2	¿Se ha planificado de manera adecuada para llevar a cabo estos objetivos, incluyendo actividades, recursos, plazos y responsabilidades?			
41	6.2	¿Los objetivos se han comunicado dentro de la organización a los niveles apropiados?			
42	7.1	¿La organización cuenta con los recursos requeridos para garantizar la efectividad del sistema de gestión ambiental?			
43	7.1	¿Ha identificado y asignado el personal necesario para llevar a cabo de manera eficiente la implementación del sistema de gestión ambiental?			
44	7.2	¿Se han definido las habilidades requeridas para que el personal pueda llevar a cabo las responsabilidades del sistema de gestión ambiental?			
45	7.2	¿Se han tomado medidas para garantizar o aumentar la aptitud del personal de la organización?			
46	7.2	¿Existe documentación que respalde la competencia necesaria?			
47	7.3	¿Se han emprendido medidas para garantizar que el personal esté plenamente informado de la política y los objetivos ambientales?			
48	7.3	¿Se ha comunicado cómo su participación afecta la eficacia del sistema y los beneficios de la mejora del desempeño?			
49	7.3	¿Se han implementado acciones para que el personal comprenda las implicaciones del incumplimiento de los requisitos del sistema de gestión ambiental?			
50	7.4	¿Se han identificado las comunicaciones internas y externas relevantes para el sistema de gestión ambiental?			
51	7.4	¿Se ha establecido el contenido, el momento, los destinatarios, los métodos y los responsables de cada comunicación?			
52	7.4	¿Existe un enfoque metodológico para la gestión de la comunicación interna y externa?			
53	7.4	¿La organización da respuesta a las comunicaciones externas relevantes?			
54	7.5	¿Se han reconocido los documentos necesarios según los requisitos de la norma y el sistema de gestión?			
55	7.5	¿La identificación y descripción de los documentos resulta adecuada?			
56	7.5	¿Se ha definido el formato y el medio de cada documento?			
57	7.5	¿Existe un enfoque metodológico apropiado para la revisión y aprobación de documentos?			
58	7.5	¿La documentación se halla accesible en los lugares de uso para su consulta?			
59	8.1	¿Se han detectado los procesos requeridos para cumplir con los requisitos del sistema de gestión ambiental?			
60	8.1	¿Se han fijado criterios para la ejecución de los procesos?			

61	8.1	¿Se supervisan los procesos externalizados?			
62	8.1	¿Se han establecido criterios medioambientales para la adquisición de productos y servicios?			
63	8.1	¿Se han comunicado a los proveedores externos los requisitos medioambientales relevantes?			
64	8.2	¿Se han definido los procedimientos necesarios para anticipar y gestionar posibles situaciones de emergencia?			
65	8.2	¿Se cuentan con medidas planificadas para evitar y reducir los efectos ambientales negativos resultantes de situaciones de emergencia?			
66	8.2	¿Se ha establecido un plan de acción para responder a situaciones de emergencia?			
67	8.2	¿Se ha planificado la realización de ejercicios de prueba de las acciones de respuesta programadas?			
68	8.2	¿Se considera la comunicación con las partes interesadas cuando sea pertinente?			
69	9.1.1	¿La organización lleva a cabo la evaluación del desempeño y la eficacia de su sistema de gestión ambiental?			
70	9.1.2	¿Se han identificado procesos y aspectos que requieren seguimiento y medición?			
71	9.1.2	¿Los equipos de medición han sido debidamente calibrados o verificados?			
72	9.1.2	¿Se comparte la información relevante sobre el desempeño ambiental tanto interna como externamente?			
73	9.1.2	¿Existe una metodología y planificación para evaluar el cumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos?			
74	9.2	¿Las auditorías internas se llevan a cabo según una planificación establecida?			
75	9.2	¿Se asegura que los auditores internos sean competentes e imparciales?			
76	9.2	¿El alcance de las auditorías y los métodos utilizados son adecuados para evaluar la eficacia del sistema de gestión ambiental?			
77	9.2	¿La alta dirección recibe informes sobre los resultados de las auditorías internas?			
78	9.2	¿Se toman acciones correctivas para abordar los incumplimientos identificados durante las auditorías internas?			
79	9.3	¿Se han considerado todas las entradas requeridas por la norma de referencia en el proceso de revisión por la dirección?			
80	9.3	¿Se han abordado todas las salidas necesarias según lo establecido en la norma de referencia durante el proceso de revisión por la dirección?			
81	9.3	¿Existe una metodología claramente definida y una planificación para llevar a cabo las revisiones por la dirección?			
82	9.3	¿La revisión por la dirección se emplea efectivamente como una herramienta para la mejora del sistema de gestión ambiental de la organización?			
83	10.1	¿La organización planifica acciones con el propósito de mejorar tanto su desempeño ambiental como el del sistema de gestión ambiental?			

84	10.1	¿Se tienen en cuenta las necesidades y expectativas de las partes interesadas como parte del proceso de mejora?			
85	10.1	¿Los riesgos y oportunidades son considerados en la planificación de acciones para la mejora?			
86	10.2	¿La organización dispone de un proceso establecido para abordar las no conformidades?			
87	10.2	¿Se analizan las causas de las no conformidades con el fin de emprender acciones correctivas?			
88	10.2	¿Se evalúa la frecuencia de las no conformidades para tomar acciones correctivas?			
89	10.2	¿La documentación relativa a las no conformidades y las acciones correctivas es adecuada para comprender las causas, responsabilidades, resultados y la eficacia de las medidas tomadas?			
90	10.3	¿La organización cuenta con las herramientas apropiadas para facilitar la mejora continua, como objetivos, acciones y resultados de revisiones?			
91	10.3	¿Existen pruebas de las mejoras que la organización ha planificado y llevado a cabo?			
92	10.3	¿Las mejoras consideran las necesidades y expectativas de las partes interesadas, el análisis del contexto y los riesgos y oportunidades identificados?			

Anexo 2. Instrumento cualitativo

Preguntas	Variable
¿Cuáles son los indicadores clave utilizados para medir el desempeño ambiental de la empresa?	Desempeño ambiental
¿Qué acciones específicas se han tomado para mejorar el desempeño ambiental de la organización en términos de reducción de emisiones y uso eficiente de recursos?	Desempeño ambiental
¿Cómo se garantiza que la empresa cumple con todas las leyes y regulaciones ambientales vigentes, incluyendo permisos y estándares legales?	Cumplimiento de requisitos legales
¿Cuáles son los procedimientos implementados para verificar y garantizar el cumplimiento de requisitos legales y regulaciones ambientales?	Cumplimiento de requisitos legales
¿Cuáles son los objetivos ambientales específicos de la organización y cómo se miden?	Logro de objetivos ambientales
¿Cómo involucra la organización a sus empleados en la consecución de los objetivos ambientales?	Logro de objetivos ambientales