**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS**

**SECCIONAL TUNJA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**INGENIERÍA AMBIENTAL**

# FORMULACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL BAJO LOS PARÁMETROS ESTABLECIDOS EN LA NORMA ISO 14001 PARA LA EMPRESA INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S.

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de

**Ingeniero(a) Ambiental**

Autor:

**Cristian Alfonso Suarez Molano**

Director(a):

**Elisa María Avellaneda Díaz**

Tunja, Boyacá, Colombia

2026

**TABLA DE CONTENIDO**

**RESUMEN** ..... 6

**ABSTRACT** ..... 8

**INTRODUCCIÓN** ..... 10

**2. OBJETIVOS** ..... 12

**Objetivo general** ..... 12

**Objetivos específicos** ..... 12

**3. ANTECEDENTES** ..... 13

**4. MARCO TEÓRICO** ..... 16

**4.1 Términos y definiciones** ..... 19

**5. METODOLOGÍA** ..... 22

**6. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS** ..... 27

**6.1 Introducción del Sistema de Gestión Ambiental** ..... 27

**6.2 Objetivos del Sistema de Gestión Ambiental** ..... 28

**6.2.1 Comparativo entre los requisitos de la norma ISO 14001:2015 y la situación diagnosticada en INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S.** ..... 28

**6.3 Referencia normativa** ..... 30

***6.3.1 Matriz de requisitos legales y otros requisitos*** ..... 31

**6.5 Información de la empresa** ..... 34

***6.5.1 Generalidades*** ..... 34

*6.5.2 Misión (propuesta)* ..... 35

*6.5.3 Visión (propuesta)* ..... 36

*6.5.4 Valores corporativos (propuestos)* ..... 36

*6.5.5 Localización y georreferenciación* ..... 36

**6.6 Contexto de la organización** ..... 37

**6.7 Alcance del Sistema de Gestión Ambiental** ..... 40

**6.8 Revisión Ambiental Inicial (RAI)** ..... 41

**6.9 Liderazgo** ..... 42

*6.9.1 Política ambiental* ..... 42

*6.9.2 Roles y responsabilidades* ..... 43

**6.10 Planificación** ..... 45

*6.10.1 Riesgos y oportunidades* ..... 45

*6.10.2 Objetivos y metas ambientales* ..... 45

*6.10.3 Diagrama de procesos con entradas, salidas, aspectos e impactos ambientales* ..... 46

*6.10.4 Perspectiva del ciclo de vida* ..... 51

**6.11 BALANCE DE MASAS** ..... 53

*6.11.1 Balance de masa del vidrio* ..... 53

*6.11.2 Balance de agua* ..... 55

*6.11.3 Estimado de consumo de energía eléctrica* ..... 58

*6.11.4 Verificación y análisis del balance* ..... 59

**6.12 MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES** ..... 62

*6.12.1 Descripción de los criterios de evaluación* ..... 62

*6.12.2 Aplicación de la metodología y resultados* ..... 64

*6.12.3 Análisis de resultados* ..... 68

**6.13 Objetivos y metas ambientales** ..... 71

**6.14 Programas de gestión ambiental** ..... 76

*Programa 1. Gestión integral de residuos sólidos y lodos abrasivos* ..... 76

*Programa 2. Manejo y tratamiento del agua residual del proceso de pulido* ..... 77

*Programa 3. Control de material particulado y protección de la salud de los trabajadores* ..... 78

*Programa 4. Uso eficiente del agua y la energía* ..... 79

**6.15 Matriz de riesgos ambientales** ..... 79

**6.16 Preparación y respuesta ante emergencias** ..... 82

**6.17 Evaluación del desempeño y mejora** ..... 85

*6.17.1 Seguimiento, medición, análisis y evaluación* ..... 85

*6.17.2 Auditoría interna* ..... 86

*6.17.3 Revisión por la dirección* ..... 87

*6.17.4 No conformidades, acciones correctivas y mejora continua* ..... 87

**6.18 Socialización del Sistema de Gestión Ambiental** ..... 88

**7. IMPACTO SOCIAL Y HUMANÍSTICO** ..... 93

**8. CONCLUSIONES** ..... 95

**9. RECOMENDACIONES** ..... 98

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS** ..... 100

**ANEXOS** ..... 104

**Anexo A. Formato de asistencia y evidencia de la socialización del SGA** ..... 104

**Anexo B. Documentos ambientales entregados a INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S.** ..... 104

**RESUMEN**

INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. es una empresa del sector comercial e industrial dedicada a la distribución, corte, pulido, biselado e instalación de vidrio plano, ubicada en la ciudad de Tunja, Boyacá, que atiende tanto a clientes particulares como a empresas del sector de la construcción de la región. El siguiente trabajo de grado tuvo como intención la formulación de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) para la empresa INTERVIDRIOS S.A.S del sector de transformación de vidrio plano ubicada en Tunja, Boyacá, bajo los lineamientos de la norma ISO 14001:2015 y su Enmienda 1 de 2024. La metodología que se empleó fue teórico-práctica, donde destacó la parte cuantitativa, esta se desarrolló en cinco fases: (1) revisión bibliográfica y normativa, (2) una Revisión Ambiental Inicial por medio de visita técnica, (3) un diagnóstico ambiental, (4) la formulación del SGA y (5) la socialización con el personal de la empresa.

Además, se identificaron 21 aspectos ambientales dentro de las ocho etapas del proceso productivo, dentro de las cuales siete obtuvieron los mayores índices de importancia de la evaluación (rango superior de la categoría moderada) esto de acuerdo a la metodología de Conesa Fernández-Vítora (1997) y además se definieron como los aspectos significativos del sistema, donde se destacó la generación de polvo fino con presencia de sílice, lodos abrasivos que se producen por el pulido húmedo y finalmente el agua residual con sólidos suspendidos. Por otro lado, el balance de masas, construido por medio de parámetros de referencia del sector debido a la falta de acceso a los registros operativos de la empresa, donde se logró estimar que cerca del 75% del vidrio procesado se despacha como producto terminado, correspondiendo la fracción restante a fragmentos aprovechables mediante la venta al detal (aproximadamente 23,5%), el polvo de sílice, lodos abrasivos y merma no recuperable del proceso (cerca del 1,5% en conjunto). A partir de estos resultados se formuló la política ambiental, además de siete objetivos y metas con criterios

SMART, cuatro programas de gestión, una matriz de riesgos, un plan de preparación y respuesta ante emergencias y un esquema de evaluación del desempeño y mejora (indicadores, auditoría interna, revisión por la dirección y acciones correctivas), junto con los demás componentes documentales requeridos por la norma. Cabe resaltar que el SGA fue socializado ante la alta dirección y el personal operativo, con la finalidad de crear una herramienta técnica completa para avanzar hacia una gestión ambiental mejorada y organizada de forma continua.

*Palabras clave: gestión ambiental, impacto ambiental, vidrio plano.*

**ABSTRACT**

INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. is a commercial and industrial company dedicated to the distribution, cutting, polishing, beveling and installation of flat glass, located in the city of Tunja, Boyacá, serving both individual customers and companies from the construction sector of the region. The following degree project was intended to formulate an Environmental Management System (EMS) for the company INTERVIDRIOS S.A.S of the flat glass transformation sector located in Tunja, Boyacá, under the guidelines of the ISO 14001:2015 standard and its Amendment 1 of 2024. The methodology used was theoretical-practical, where the quantitative part stood out, this was developed in five phases: (1) bibliographic and regulatory review, (2) an Initial Environmental Review through a technical visit, (3) an environmental diagnosis, (4) the formulation of the EMS and (5) the socialization with the company's personnel.

In addition, 21 environmental aspects were identified within the eight stages of the production process, within which seven obtained the highest indices of importance of the evaluation according to the methodology of Conesa Fernández-Vítora (1997) and were also defined as the significant aspects of the system, where the generation of fine dust with the presence of silica, abrasive slurries produced by wet polishing and wastewater with suspended solids were highlighted. On the other hand, the mass balance, built by means of reference parameters of the sector due to the lack of access to the company's operational records, estimated that about 75% of the processed glass is dispatched as a finished product, with approximately 23.5% corresponding to usable fragments through retail sales, and the remaining 1.5% distributed among silica dust, abrasive sludge and non-recoverable waste from the process. Based on these results, the environmental policy was formulated, in addition to seven objectives and goals with SMART criteria, four management programs, a risk matrix, an emergency preparedness and response plan,

and a performance evaluation and improvement scheme (indicators, internal audit, management review, and corrective actions), along with the other documentary components required by the standard. It should be noted that the EMS was socialized to senior management and operational personnel, in order to create a complete technical tool to move towards improved and continuously organized environmental management.

*Keywords: environmental management, environmental impact, flat glass.*

## INTRODUCCIÓN

INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. es una empresa del sector comercial e industrial que se encuentra ubicada en la Carrera 15 No. 11-03 de la ciudad de Tunja, Boyacá, esta se encuentra dedicada a la distribución, corte, pulido, biselado e instalación de vidrio plano. Dicha empresa trabaja con diferentes tipos de vidrio, dentro de los que destacan el vidrio en crudo, laminado, de color, martillado y espejo, procesando aproximadamente 45 toneladas de material al mes y atendiendo tanto a clientes particulares como a empresas del sector de la construcción en la región. A pesar de su trayectoria dentro del mercado boyacense, esta empresa no contaba con ningún sistema formal de gestión ambiental, ni con documentos tales como misión, visión o política ambiental que permitirán orientar su operación desde una perspectiva de responsabilidad con el entorno (ISO, 2015).

Es por ello por lo que, es importante tener presente que las actividades de transformación del vidrio plano generan una serie de impactos ambientales que no estaban siendo reconocidos ni tratados de manera ordenada por la empresa. Ya que procesos tales como el corte, producen polvos finos con contenido de sílice cristalina, cuya sustancia al ser inhalada puede causar silicosis, una enfermedad respiratoria grave e irreversible (INSST, 2024). Por otro lado, el pulido húmedo genera lodos abrasivos que se estaban disponiendo junto con los residuos ordinarios sin ningún tipo de clasificación como residuo especial, lo cual llegar a generar una infracción a la normativa ambiental colombiana (Decreto 1076, 2015). De igual manera, el agua residual del proceso de pulido, que a pesar de que cuenta con un sistema de recirculación, este no cuenta con una caracterización fisicoquímicamente para verificar el cumplimiento de los parámetros de vertimiento que establece la legislación vigente (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible,

2015). Por lo anterior, se evidencia que la empresa opera con riesgos ambientales concretos que requieren atención inmediata.

En este orden de ideas, la formulación de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) bajo los lineamientos de la norma ISO 14001:2015 representa para INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. una oportunidad de poder ordenar sus procesos, así como de identificar sus impactos para así establecer controles que les permitan mejorar su desempeño ambiental de manera continua. La norma ISO 14001 cuenta con 529.853 certificados válidos en el mundo a diciembre de 2022, lo que evidencia que su efectividad como herramienta de gestión aplicable a organizaciones de cualquier tamaño (ISO, 2023). Para una pequeña empresa como lo es INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S., el poder contar con este sistema no solo reduciría los riesgos de incumplimiento normativo frente a la legislación ambiental colombiana, sino que también este representaría una ventaja competitiva frente a clientes y aliados del sector de la construcción que exigen proveedores con prácticas ambientales responsables.

Por tal razón, el presente trabajo de grado tiene como objetivo la formulación del Sistema de Gestión Ambiental para INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S., teniendo presente la norma ISO 14001:2015 y su Enmienda 1 de 2024. Esto incluye la realización de la Revisión Ambiental Inicial, la identificación y evaluación de los aspectos e impactos ambientales mediante la metodología de evaluación de impacto ambiental (Conesa Fernández-Vítora, 1997), la construcción del balance de masas y energía, y la formulación de la política ambiental, los objetivos y metas, los programas de gestión y la matriz de riesgos. El trabajo finaliza con la socialización del sistema formulado ante la alta dirección y el personal de la empresa, como paso previo necesario para su futura implementación.

## 2. OBJETIVOS

### Objetivo general

Formular un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) para la empresa INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S., conforme a los lineamientos de la norma ISO 14001, con el fin de mejorar su desempeño ambiental y asegurar el cumplimiento normativo.

### Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación ambiental actual de la empresa INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S., identificando los aspectos e impactos ambientales asociados a sus actividades, productos y servicios.
- Formular los componentes documentales del Sistema de Gestión Ambiental de manera coherente con las condiciones organizacionales, técnicas y económicas específicas de INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S., de forma que los documentos del sistema respondan a los procesos productivos de la empresa y a los requisitos normativos aplicables.
- Lograr la apropiación inicial del Sistema de Gestión Ambiental por parte de la alta dirección y el personal operativo de INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S., mediante su socialización en talleres participativos, generando las condiciones necesarias para su futura implementación.

## 3. ANTECEDENTES

A nivel internacional, la formulación e implementación de Sistemas de Gestión Ambiental bajo la norma ISO 14001 han permitido demostrar que son herramientas efectivas para poder mejorar el desempeño ambiental de las organizaciones en sectores industriales con alto potencial contaminante. Por ejemplo, en República Dominicana, un trabajo de máster de la Universidad Politécnica de Madrid desarrolló una propuesta para la implantación de un SGA bajo la norma UNE-EN ISO 14001:2015 en la empresa Glassart Envolventes de Fachadas S.R.L., la cual está dedicada a la fabricación de productos con vidrio y aluminio para fachadas de edificios (Rosario Liberato, 2017). Este trabajo es un referente importante para la presente investigación ya que se trata de una empresa del sector de vidrios que, al igual que INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S., produce aspectos ambientales que se encuentran asociados al manejo del vidrio como materia prima, dentro de los que se incluyen residuos sólidos y consumo de recursos. Además, este estudio demostró que una revisión ambiental inicial rigurosa, acompañada de la identificación minuciosa de aspectos e impactos por etapa del proceso, permite a las organizaciones del sector priorizar sus acciones de control para así mejorar su responsabilidad ambiental corporativa (Rosario Liberato, 2017). Este tipo de antecedentes internacionales confirman que la norma ISO 14001 es aplicable a empresas de diferente tamaños y sectores, y que sus beneficios van más allá del cumplimiento legal, ya que esto fortalece la competitividad y la imagen corporativa de las empresas (ISO, 2023).

En Colombia, la adopción de sistemas de gestión ambiental en el sector industrial ha sido un gran objeto de estudio en distintas regiones del país, con resultados que demuestran la aptitud de esta herramienta para empresas de mediana y pequeña escala. Una de las investigaciones halladas es la realizada en Barranquilla con empresas manufactureras certificadas bajo la norma ISO 14001 donde identificaron que los principales beneficios descubiertos por las organizaciones

fueron la reducción de impactos ambientales negativos, el ahorro en el consumo de recursos y el mejoramiento de la imagen corporativa ante los clientes y las comunidades (Acuña et al., 2017). Este hallazgo es de gran relevancia para la empresa INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. porque evidencia que incluso en empresas pequeñas del sector manufacturero colombiano estas pueden obtener beneficios concretos al incorporar un SGA dentro de su estructura organizativa. Por otra parte, el trabajo de Chinchilla y Palencia (2015) sobre el diseño de un SGA para la industria Fiberglass Colombia S.A.S en Mosquera, Cundinamarca, la cual es una empresa dedicada a la transformación de fibra de vidrio, establece un antecedente sectorial de gran valor para la presente investigación, ya que las autoras partieron de una evaluación inicial del estado ambiental de la industria para identificar debilidades y fortalezas en su desempeño ambiental, y por medio de esos resultados formularon la política, los objetivos y las metas ambientales, basados tanto en los requisitos legales como en los aspectos e impactos ambientales identificados (Chinchilla y Palencia, 2015). Además, la similitud entre los procesos productivos de Fiberglass Colombia y los de INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. hace que este sea el referente más cercano debido a que esta empresa también genera material particulado, residuos sólidos y aguas residuales derivadas de la transformación del vidrio.

A nivel regional, en el departamento de Boyacá se identificaron trabajos de grado que se encuentran orientados a la formulación de sistemas de gestión ambiental en pequeñas empresas, lo que evidencia una gradual preocupación por la responsabilidad ambiental empresarial en la región. En el caso de Duitama, se formuló un sistema de gestión ambiental basado en la norma NTC ISO 14001:2015 para la empresa Ingelparra S.A.S., esto con el propósito de dar cumplimiento a la normatividad ambiental vigente y además de generar conciencia ambiental en los trabajadores (Higuera, 2017). Este trabajo demostró que las pequeñas empresas de Boyacá, al

igual que INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S., generalmente parten de una situación sin sistemas formales de gestión ambiental, lo que hace necesario iniciar con un análisis detallado antes de avanzar en la formulación. En la misma ciudad, el trabajo de grado desarrollado para la empresa Balkran Inc. S.A.S. bajo la norma ISO 14001:2015 confirmó que la formulación de un SGA en empresas boyacenses de pequeño tamaño son viable tanto técnica como académicamente, siempre y cuando se adapten los requisitos de la norma a las condiciones reales de la organización (ECCI, 2021). En conjunto, estos antecedentes locales, nacionales e internacionales demuestran que la formulación de un SGA para INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. no solo es oportuno, sino que responde a una necesidad real del sector productivo de Boyacá en donde se puedan asumir compromisos concretos con la gestión ambiental y la responsabilidad social, en un momento en que la normativa colombiana y los estándares internacionales exijan cada vez más a las empresas una actuación transparente y verificable frente al cuidado del entorno (Acuña et al., 2017).

## 4. MARCO TEÓRICO

La gestión ambiental empresarial puede entenderse como un conjunto de acciones que pone en marcha una organización para identificar, evaluar y controlar los efectos que sus actividades poseen sobre el entorno natural, elemento coherente con el enfoque de gestión que plantea la norma ISO 14001 (ISO, 2015). Esta visión reconoce que toda empresa, sin importar su tamaño o sector, produce algún tipo de interacción con el ambiente a través de sus procesos, y que dicha interacción puede y debe ser gestionada de manera ordenada. Según los autores Trujillo y Vélez (2010), la gestión ambiental empresarial surge como contestación a dinámicas de mercado, nuevos patrones de calidad y exigencias derivadas de la función social de las empresas, que se comprometen no solo a sus relaciones internas con clientes y proveedores, sino también a las externas con el ambiente y las comunidades. En el contexto industrial, esta gestión se aplica principalmente mediante la adopción de tecnologías más limpias y la optimización del uso de recursos como el agua y la energía (UNIR Ecuador, 2025), lo que permite a las organizaciones pasar de una gestión reactiva, que actúa solo cuando ya existe un problema, a una gestión proactiva que identifica y controla los impactos antes de que ocurran.

Cuando esta gestión se formaliza bajo un estándar reconocido internacionalmente, este se convierte en un Sistema de Gestión Ambiental (SGA), el cual es definido como la parte del sistema general de gestión de una organización que incluye la estructura organizativa, la planificación de actividades, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos y los recursos necesarios para desarrollar, implementar, revisar y mantener la política ambiental (UNI Guatemala, 2024). El SGA es estructurado bajo el ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA), el cual también es conocido como el ciclo de mejora continua, en el que se identifican los aspectos e impactos ambientales y se definen los objetivos en la etapa de planificación, se ejecutan las acciones de

control en la etapa de hacer, se realiza seguimiento a los indicadores en la etapa de verificar, y se ajusta el sistema en la etapa de actuar (ISO, 2015). La implementación de un SGA trae consigo beneficios de tipo ambientales y económicos, debido a que reduce el consumo de recursos, disminuye la generación de residuos, evita sanciones por incumplimiento normativo y mejora la reputación de la organización ante clientes y comunidades (Ecoembes, 2025).

Dentro del lenguaje de la norma ISO 14001, existen dos conceptos que resultan fundamentales para comprender la lógica de cualquier SGA: (1) el aspecto y el impacto ambientales, donde un aspecto ambiental es un elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que interactúa o puede interactuar con el medio ambiente (GlobalSTD, 2024); es decir, el aspecto es la causa de aquello que la empresa hace o produce con potencial de afectar el entorno. Por su parte, un impacto ambiental es cualquier cambio en el ambiente que resulta total o parcialmente de los aspectos ambientales de la organización (Nueva ISO 14001, 2022). La norma clasifica los aspectos en significativos y no significativos, siendo los primeros todos aquellos que tienen o pueden tener un impacto importante sobre el entorno, y su identificación constituye el punto de partida para establecer los controles operacionales y los programas de gestión del sistema (ISO, 2015).

Para poder identificar con precisión los aspectos e impactos, es necesario partir de una Revisión Ambiental Inicial (RAI), la cual es entendida como la identificación y documentación sistemática de los impactos ambientales significativos que se encuentran asociados directa o indirectamente con los productos, actividades y servicios que ofrece una empresa (ISOTools, 2015). Aunque la norma ISO 14001:2015 no exige la RAI como un requisito obligatorio de manera explícita, ya que este reconoce que sin esta revisión inicial no es posible establecer con certeza cuáles son los aspectos ambientales reales de la organización, lo que dejaría incompleto cualquier

sistema que se pretenda formular (Nueva ISO 14001, 2014). Además, el RAI incluye, entre otros componentes, la identificación de la legislación ambiental aplicable, así como el levantamiento de los procesos productivos con sus entradas y salidas, el análisis del consumo de recursos, y la revisión de las prácticas actuales de manejo de residuos y vertimientos (ISOTools, 2015).

Reubicando estos conceptos al ámbito de la industria del vidrio, este sector cumple un papel notable en la cadena de la construcción, aunque enfrenta desafíos relacionados con el consumo intensivo de energía y las exigencias regulatorias en materia ambiental (Universidad de América, 2025). Los procesos de corte, pulido, biselado y acabado del vidrio plano generan polvo fino con contenido de sílice, además de residuos sólidos de vidrio en distintas granulometrías y aguas residuales contaminadas con partículas abrasivas, cuya descarga sin tratamiento puede llegar afectar la calidad de los cuerpos de agua receptoras (Bariloche Glass, 2020). La sílice, en particular, representa un riesgo doble, debido a que además de contaminar suelos y aguas, su inhalación prolongada puede causar silicosis, una enfermedad respiratoria grave e irreversible (INSST, 2024). En empresas distribuidoras y transformadoras como INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S., estos impactos no provienen de la fusión del vidrio la cual es una etapa propia de fabricantes primarios como Vidrio Andino, sino de los procesos de corte, pulido y acabado que son realizados sobre el vidrio ya fabricado, cuyo manejo inadecuado puede llegar a constituir una infracción a la normativa ambiental colombiana (Acuña et al., 2017).

En definitiva, la formulación de un SGA para una empresa de transformación de vidrio como INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. compone una respuesta técnica y práctica a una necesidad concreta, a la de dotar a la organización con herramientas que le permitan identificar con precisión sus aspectos e impactos ambientales, para así poder establecer controles adecuados para avanzar de manera sistemática hacia una operación más responsable con el entorno, sin que ello implique

necesariamente grandes inversiones tecnológicas, sino principalmente una mejor organización y conciencia ambiental en sus procesos cotidianos.

### 4.1 Términos y definiciones

Los términos y definiciones que se presentan a continuación son los conceptos manejados en el presente Sistema de Gestión Ambiental:

**Sistema de Gestión Ambiental (SGA):** es la parte del sistema general de gestión de una organización que incluye la estructura organizativa, la planificación, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos y los recursos para desarrollar, implementar, revisar y mantener la política ambiental (ISO, 2015).

**Aspecto ambiental:** elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que interactúa o puede interactuar con el medio ambiente (ISO, 2015).

**Impacto ambiental:** cualquier cambio en el ambiente, ya sea desfavorable o beneficioso, que resulta total o parcialmente de los aspectos ambientales de una organización (ISO, 2015).

**Aspecto ambiental significativo:** aspecto ambiental que tiene o puede tener un impacto ambiental importante y que requiere ser tramitado de manera prioritaria dentro del SGA (ISO, 2015).

**Revisión Ambiental Inicial (RAI):** identificación y documentación sistemática de los impactos ambientales significativos que se encuentran asociados directa o indirectamente con los productos, actividades y servicios de una empresa, realizada como punto de partida antes de formular un SGA (ISOTools, 2015).

**Política ambiental:** declaración formal de la alta dirección que expresa el compromiso de la organización con la protección del medio ambiente, la prevención de la contaminación y el cumplimiento de los requisitos legales aplicables (ISO, 2015).

**Ciclo PHVA:** ciclo de mejora continua Planificar-Hacer-Verificar-Actuar sobre el cual se estructura el SGA, este permite planificar las acciones, ejecutarlas, verificar su cumplimiento y de igual manera ajustar el sistema de manera permanente (ISO, 2015).

**Lodos abrasivos:** son los residuos semisólidos o pastosos compuestos por agua, partículas finas de vidrio y material abrasivo, que es generado durante el proceso de pulido húmedo del vidrio.

**Sílice cristalina:** compuesto mineral presente en el vidrio que, al ser inhalado en forma de polvo fino durante procesos de corte o pulido, este puede causar silicosis, la cual es una enfermedad respiratoria grave e irreversible (INSST, 2024).

**Vertimiento:** descarga final de un residuo líquido a un cuerpo de agua superficial, subterráneo o al sistema de alcantarillado público (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

**Programa de gestión ambiental:** conjunto de acciones, responsables, recursos y plazos definidos mediante los cuales una organización conforma el cumplimiento de sus objetivos y metas ambientales (ISO, 2015).

**Riesgo ambiental:** es la posibilidad de que ocurra un evento que afecte negativamente al ambiente o a la organización, evaluado en función de su probabilidad de ocurrencia y el tamaño de sus consecuencias.

**Formulación de un SGA:** es la etapa de diseño y documentación del Sistema de Gestión Ambiental que no contempla su implementación, certificación ni auditoría, las cuales corresponden a etapas posteriores ocupadas por la organización.

## 5. METODOLOGÍA

El presente trabajo se desarrolló bajo un enfoque teórico-práctico, en el que se destaca la parte cuantitativa y un componente cualitativo. Es teórico en la medida en que se basa en los requisitos de la norma ISO 14001:2015 y en la revisión de literatura técnica y normativa que se relaciona con la gestión ambiental empresarial. Es práctico porque implica el trabajo directo en las instalaciones de INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. mediante la Revisión Ambiental Inicial, la construcción del balance de masas y la evaluación de aspectos e impactos. El componente cuantitativo se destaca en la recopilación y análisis de datos del proceso productivo, el cálculo del balance de masas y la aplicación de la metodología de Conesa Fernández-Vítora (1997) para la evaluación de impactos, mientras que el cualitativo se enuncia en la descripción del contexto organizacional de la empresa y en el análisis de la percepción del personal durante la socialización del SGA (Hurtado de Barrera, 2010).

El desarrollo metodológico se basó en cinco fases secuenciales, que van desde la revisión de las bases teóricas y normativas hasta la socialización del sistema formulado con la empresa. En este orden de ideas, por medio de estas fases se garantiza que se alimenta a la siguiente y que el SGA construido responda fielmente a la realidad operativa de INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S., cumpliendo con los objetivos general y específicos del trabajo de grado.

las cinco fases descritas en esta sección corresponden a la secuencia metodológica del trabajo de grado, es decir, a la forma en que la estudiante organizó y desarrolló la investigación. Las ocho etapas del proceso productivo (recepción, almacenamiento, corte, canteado y pulido húmedo, acabado y biselado, control de calidad, instalación en obra y despacho a clientes), presentadas más adelante en la Tabla 6 (sección 6.10.3), corresponden en cambio a la secuencia

operativa interna de INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. y fueron levantadas durante la Fase 3 (Diagnóstico ambiental) como parte del análisis del proceso productivo de la empresa. Son, por lo tanto, dos categorizaciones distintas y no equivalentes: las fases organizan el trabajo de grado; las etapas describen el proceso productivo de la empresa que fue diagnosticado.

**Tabla 1. Fases metodológicas del trabajo de grado.**

| N.° | Fase | Actividades desarrolladas | Resultado esperado |
|---|---|---|---|
| 1 | Revisión bibliográfica y normativa | Revisión de la norma ISO 14001:2015 y su Enmienda 1 de 2024, la legislación ambiental colombiana aplicable y literatura técnica sobre gestión ambiental, industria del vidrio y metodologías de evaluación de impactos. | Marco teórico y normativo consolidado como base del SGA. |
| 2 | Revisión Ambiental Inicial (RAI) | Visita técnica a las instalaciones de INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S., entrevista informal con el encargado, recopilación de información sobre los procesos productivos, tipos de vidrio, manejo de residuos y sistema de recirculación de agua. | Información primaria de la empresa recopilada para el diagnóstico ambiental. |

| N.° | Fase | Actividades desarrolladas | Resultado esperado |
|---|---|---|---|
| 3 | Diagnóstico ambiental | Construcción del diagrama de procesos con entradas y salidas por etapa, elaboración del balance de masas y energía, e identificación y evaluación de los aspectos e impactos ambientales mediante la metodología de Conesa Fernández-Vítora (1997). | Diagrama de procesos, balance de masas y matriz de aspectos e impactos ambientales. |
| 4 | Formulación del SGA | Elaboración de los componentes documentales del Sistema de Gestión Ambiental: política ambiental, objetivos y metas, programas de gestión, matriz de riesgos y demás elementos requeridos por la norma ISO 14001:2015. | Documentos del SGA formulados: política, objetivos, programas y matriz de riesgos. |
| 5 | Socialización del SGA | Presentación del Sistema de Gestión Ambiental formulado ante la alta dirección y el personal operativo de la empresa, aplicación de una encuesta de percepción y levantamiento del acta de socialización como soporte del proceso. | Acta de socialización firmada, encuesta de percepción aplicada y registro fotográfico. |

*Fuente: Elaboración propia (2025).*

En la Fase 1 se realizó la revisión bibliográfica y normativa, que incluyó el estudio de la norma ISO 14001:2015 y su Enmienda 1 de 2024, la legislación ambiental colombiana aplicable a las actividades de la empresa Ley 99 de 1993, el Decreto 1076 de 2015, la Resolución 0631 de 2015 y la consulta de literatura sobre gestión ambiental en el sector vidriero. Esta fase permitió establecer el marco conceptual y legal sobre el cual se sustenta toda la formulación del SGA (ISO, 2015).

En la Fase 2 se llevó a cabo la Revisión Ambiental Inicial, mediante una visita técnica a las instalaciones de la empresa ubicada en la Carrera 15 No. 11-03 de Tunja, Boyacá. Durante la visita se realizó una entrevista informal con el encargado de la operación, se realizó el recorrido completo por las áreas de recepción, almacenamiento, corte, pulido, acabado y despacho, y además se recopiló información primaria mediante observación directa sobre las etapas del proceso, los tipos de vidrio procesados, los insumos utilizados y el manejo actual de los residuos y el agua. La empresa no autorizó el acceso a sus registros operativos (volúmenes de compra y despacho, recibos de acueducto y energía) (ISO, 2015).

En la Fase 3 se elaboró el diagnóstico ambiental de la empresa, que incluyó la construcción del diagrama de procesos con entradas y salidas por etapa, el balance de masas y energía, y la identificación y evaluación de los aspectos e impactos ambientales mediante la metodología de Conesa Fernández-Vítora (1997), la cual calcula un índice de importancia para cada impacto a partir de diez criterios de evaluación y permite clasificarlos como irrelevantes, moderados, severos o críticos.

En la Fase 4 se formularon los componentes documentales del SGA: (1) la política ambiental, (2) los objetivos y metas ambientales con criterios SMART, (3) los cuatro programas

de gestión orientados a los aspectos significativos, y (4) la matriz de riesgos ambientales (ISO, 2015).

Finalmente, en la Fase 5 se realizó la socialización del SGA formulado ante la alta dirección y el personal operativo de INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. Esta fase incluyó la presentación del sistema, la aplicación de una encuesta de percepción con preguntas en escala de 1 a 5 para medir el nivel de apropiación y la pertinencia percibida del SGA por parte de los colaboradores, el análisis cuantitativo de los resultados y el levantamiento del acta de socialización como soporte documental del proceso. Esta fase responde directamente al tercer objetivo específico del trabajo de grado, que contempla la socialización como condición previa para la futura implementación del sistema.

# 6. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

## 6.1 Introducción del Sistema de Gestión Ambiental

El presente capítulo forma el núcleo del trabajo de grado y recoge los resultados obtenidos en cada una de las fases metodológicas explicadas anteriormente. Su estructura sigue el orden determinado por la norma ISO 14001:2015 para la formulación de un Sistema de Gestión Ambiental, adaptado a las condiciones organizativas, técnicas y económicas de INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. (ISO, 2015).

Un Sistema de Gestión Ambiental es el conjunto de procesos, prácticas, responsabilidades y recursos que una organización establece para identificar, controlar y reducir su impacto sobre el medio ambiente, funcionando de manera integrada dentro de la estructura organizativa y conectando la política ambiental con los procesos productivos, los objetivos medibles y los mecanismos de seguimiento (ISO, 2015). Para INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S., contar con este sistema representa el primer paso formal hacia una operación más responsable con el entorno, dado que al momento del diagnóstico la empresa no contaba con ningún documento ambiental ni con prácticas estructuradas de control de sus aspectos ambientales. El SGA se estructura bajo el ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA), el cual garantiza que el sistema evolucione y mejore de manera continua a medida que la empresa lo aplique (ISO, 2015).

Es importante precisar que el alcance del presente trabajo se limita a la formulación del SGA y a su socialización con el personal de la empresa. La implementación formal del sistema, el seguimiento de indicadores con datos reales y la eventual certificación bajo la norma ISO 14001 corresponden a etapas posteriores que deberán ser asumidas directamente por la alta dirección de

INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S., para lo cual el presente documento constituye una hoja de ruta completa y técnicamente fundamentada.

### 6.2 Objetivos del Sistema de Gestión Ambiental

Los objetivos del SGA definen el propósito y las metas que la empresa se compromete a alcanzar a través de la adopción del sistema, en cumplimiento de la cláusula 6.2 de la norma ISO 14001:2015 (ISO, 2015). Estos objetivos son coherentes con la política ambiental propuesta y responden directamente a los aspectos e impactos ambientales significativos identificados en el diagnóstico.

El objetivo general y los objetivos específicos que orientan esta formulación son los presentados en la sección 2 de este documento y no se repiten aquí, en atención a la observación del comité de evaluación de no reiterar los objetivos dentro del capítulo de resultados; en su lugar, cada uno de los apartados siguientes de este capítulo se organiza de manera que evidencie explícitamente su aporte al cumplimiento de dichos objetivos.

*Cambio: se eliminó la lista completa de objetivo general y objetivos específicos del SGA que antes se repetía en esta sección (idéntica a la del capítulo 2), por observación de la docente Diaz Bello ("en los resultados no incluir de nuevo los objetivos").*

#### 6.2.1 Comparativo entre los requisitos de la norma ISO 14001:2015 y la situación diagnosticada en INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S.

La siguiente tabla contrasta, cláusula por cláusula, lo que exige la norma frente a la situación encontrada en el diagnóstico y lo formulado en este SGA.

| Cláusula ISO 14001:2015 | Qué exige la norma | Situación diagnosticada en la empresa (antes del SGA) | Elemento formulado en este SGA |
|---|---|---|---|
| 4. Contexto de la organización | Determinar cuestiones internas/externas y partes interesadas pertinentes al SGA. | La empresa no había identificado formalmente su contexto ni sus partes interesadas; operaba sin documentación de este tipo. | Se formuló el contexto (secc. 6.6) y la matriz de partes interesadas (Tabla 4). |
| 5. Liderazgo | Política ambiental aprobada por la alta dirección; roles y responsabilidades asignados. | La empresa no contaba con política ambiental ni con roles definidos para la gestión ambiental. | Se propuso la política ambiental (secc. 6.9.1) y la matriz de roles y responsabilidades (Tabla 5). |
| 6. Planificación | Identificación de riesgos/oportunidades, aspectos ambientales, requisitos legales, objetivos y metas. | No existía identificación de aspectos e impactos, ni matriz de requisitos legales, ni objetivos ambientales. | Se elaboraron la matriz de aspectos e impactos (Tabla 12), la matriz de requisitos legales (Tabla 2) y los objetivos y metas SMART (Tabla 13). |
| 7. Apoyo | Recursos, competencia, toma de conciencia, comunicación y documentación del sistema. | No había capacitación formal en temas ambientales ni documentación del sistema. | Se definieron roles responsables de estos frentes y se dejó documentado el sistema completo (este trabajo de grado). |
| 8. Operación | Controles operacionales y preparación ante emergencias. | No existían controles operacionales documentados ni un plan de emergencias ambientales. | Se formularon los cuatro programas de gestión (secc. 6.14) y el plan de preparación y respuesta ante emergencias (Tabla 18). |
| 9. Evaluación del desempeño | Seguimiento, medición, auditoría interna y revisión por la dirección. | No se realizaba ningún seguimiento de indicadores ambientales ni auditorías. | Se propuso el plan de seguimiento (Tabla 19), el esquema de auditoría interna y de revisión por la dirección (secc. 6.17). |

| Cláusula ISO 14001:2015 | Qué exige la norma | Situación diagnosticada en la empresa (antes del SGA) | Elemento formulado en este SGA |
|---|---|---|---|
| 10. Mejora | Gestión de no conformidades, acciones correctivas y mejora continua. | No existía un procedimiento para gestionar no conformidades ambientales. | Se definió el procedimiento de no conformidades y acciones correctivas (secc. 6.17.4). |

*Fuente: Elaboración propia con base en la norma ISO 14001:2015 y el diagnóstico realizado en la empresa (nuevo, 2026).*

### 6.3 Referencia normativa

El Sistema de Gestión Ambiental de INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. se fundamenta en la norma ISO 14001:2015 y su Enmienda 1 de 2024, que incorpora el cambio climático como factor que las organizaciones deben considerar en su contexto (ICONTEC, 2024). En el plano legal colombiano, la base normativa es la Ley 99 de 1993, que creó el Ministerio de Ambiente y el Sistema Nacional Ambiental y establece los principios de prevención, precaución y responsabilidad del generador de impactos, directamente vinculados al enfoque del SGA (Congreso de Colombia, 1993). Por otro lado, el Decreto 1076 de 2015 regula los vertimientos industriales, la gestión de residuos y los permisos ambientales ante CORPOBOYACÁ, siendo aplicable al manejo de los lodos abrasivos y el agua residual del pulido húmedo de la empresa (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015). La Resolución 0631 de 2015 la cual establece los límites máximos permisibles para vertimientos de aguas residuales industriales al alcantarillado público, parámetro que la empresa debe verificar para el agua residual que eventualmente descarga desde su sistema de recirculación (Ministerio de Ambiente y Desarrollo

Sostenible, 2015). Finalmente, la Ley 1333 de 2009 define el régimen sancionatorio ambiental colombiano, haciendo explícitas las consecuencias legales ante el incumplimiento de la normativa, lo que refuerza la necesidad de que INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. adopte un sistema formal de gestión ambiental.

### *6.3.1 Matriz de requisitos legales y otros requisitos*

La cláusula 6.1.3 de la norma ISO 14001:2015 exige que la organización determine los requisitos legales y otros requisitos relacionados con sus aspectos ambientales, tenga acceso a ellos y establezca cómo le aplican (ISO, 2015). En consecuencia, no basta con enunciar la normativa, ya que para cada requisito debe indicarse qué exige, por qué le aplica a INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S., cuál es la evidencia esperada de cumplimiento, quién es el responsable de verificarlo y con qué periodicidad. Considerando que la empresa es una organización pequeña que no cuenta con personal dedicado exclusivamente a la gestión ambiental, se adoptaron periodicidades de verificación trimestrales y semestrales, que resultan realistas y sostenibles para su estructura operativa. La siguiente matriz consolida los requisitos legales aplicables:

**Tabla 2. Matriz de requisitos legales y otros requisitos — INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S.**

| Requisito | Qué exige y por qué aplica | Evidencia de cumplimiento | Responsable | Periodicidad |
|---|---|---|---|---|
| Ley 99 de 1993 | Establece los principios generales de la política ambiental colombiana, el Sistema | Matriz de requisitos legales actualizada; conocimiento de las obligaciones por parte de la alta dirección. | Alta dirección / responsable del SGA | Semestral |

| Requisito | Qué exige y por qué aplica | Evidencia de cumplimiento | Responsable | Periodicidad |
|---|---|---|---|---|
| | Nacional Ambiental y la responsabilidad del generador de impactos. Aplica como marco general de toda la operación de la empresa. | | | |
| Decreto 1076 de 2015 | Reglamenta la gestión de residuos, los vertimientos y los permisos ambientales. Aplica por la generación de lodos abrasivos del pulido húmedo, cuya clasificación y disposición deben verificarse ante un gestor autorizado. | Certificado de autorización del gestor de residuos; actas o registros de entrega de lodos; concepto de CORPOBOYACÁ si aplica. | Responsable del SGA | Trimestral |
| Resolución 0631 de 2015 | Fija los parámetros y valores límite máximos permisibles de los vertimientos puntuales. Aplica por la eventual descarga de agua del sistema de recirculación del pulido al alcantarillado. | Informe de caracterización fisicoquímica del agua residual por laboratorio acreditado; comparación contra los límites de la resolución. | Responsable del SGA con apoyo de laboratorio externo | Semestral (caracterización mínimo anual) |

| Requisito | Qué exige y por qué aplica | Evidencia de cumplimiento | Responsable | Periodicidad |
|---|---|---|---|---|
| Ley 1333 de 2009 | Define el régimen sancionatorio ambiental y las consecuencias del incumplimiento normativo. Aplica como marco de riesgo legal de toda la operación. | Ausencia de requerimientos, medidas preventivas o sanciones; respuesta oportuna a comunicaciones de la autoridad ambiental. | Alta dirección | Semestral |
| Resolución 2184 de 2019 | Adopta el código de colores unificado para la separación de residuos en la fuente. Aplica a la separación de residuos ordinarios, aprovechables y especiales de la empresa. | Puntos de separación rotulados con el código de colores; registros de pesaje y entrega de residuos. | Responsable del SGA / encargado de planta | Trimestral |
| Decreto 1072 de 2015 | Reglamenta el SG-SST. Aplica por la exposición del personal de corte y pulido al polvo con contenido de sílice cristalina. | Matriz de identificación de peligros; registros de entrega y reposición de EPP respiratoria; exámenes médicos ocupacionales. | Alta dirección / responsable del SG-SST | Semestral |
| NTC ISO 14001:2015 y Enmienda 1 de 2024 | Requisito voluntario adoptado por la organización como estándar del SGA, incluida la consideración del cambio | Documentación del SGA actualizada; actas de revisión por la dirección; resultados de auditoría interna. | Alta dirección | Semestral |

| Requisito | Qué exige y por qué aplica | Evidencia de cumplimiento | Responsable | Periodicidad |
|---|---|---|---|---|
| | climático en el contexto. | | | |

*Fuente: Elaboración propia con base en la normativa ambiental colombiana vigente y la norma ISO 14001:2015.*

## 6.5 Información de la empresa

### *6.5.1 Generalidades*

INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. es una empresa del sector comercial e industrial que se dedicada a la distribución, corte, pulido, biselado e instalación de vidrio plano, ubicada en la ciudad de Tunja, Boyacá. La empresa atiende tanto a clientes particulares como a empresas del sector de la construcción en la región, procesando aproximadamente 45 toneladas de vidrio al mes. A continuación, se presentan los datos generales de la organización:

**Tabla 3. Datos generales de INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S.**

| Campo | Detalle |
|---|---|
| Razón social | INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. |
| Tipo de empresa | Sociedad por Acciones Simplificada (S.A.S.) |
| Sector económico | Industria y comercio — transformación de vidrio plano |

| Campo | Detalle |
|---|---|
| Dirección | Carrera 15 No. 11-03, Tunja, Boyacá |
| Municipio / Departamento | Tunja, Boyacá, Colombia |
| Jornada laboral | 8 horas diarias, 7 días a la semana |
| Capacidad de procesamiento | Aproximadamente 45 toneladas de vidrio por mes |
| Productos y servicios | Distribución, corte, pulido, biselado e instalación de vidrio plano |
| Tipos de vidrio | Crudo, laminado, de color, martillado y espejo |

*Fuente: Información primaria INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. (2025).*

### *6.5.2 Misión (propuesta)*

La empresa no contaba con una misión establecida al momento del diagnóstico. Como parte de los aportes del presente SGA, se propone la siguiente misión, la cual puede ser revisada y ajustada por la alta dirección:

*Somos INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S., una empresa boyacense dedicada a la distribución, transformación e instalación de vidrio plano, comprometida con ofrecer a nuestros clientes productos de calidad y soluciones oportunas. Trabajamos con responsabilidad, respeto por el medio ambiente y vocación de servicio, generando empleo y contribuyendo al desarrollo de la región.*

### *6.5.3 Visión (propuesta)*

De igual manera, se propone la siguiente visión para ser adoptada por la empresa como parte del presente SGA:

*Para el año 2030, INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. será reconocida en el departamento de Boyacá como una empresa líder en la comercialización y transformación de vidrio plano, destacada por la calidad de sus productos, la excelencia en el servicio al cliente y su compromiso con la gestión ambiental responsable de sus operaciones.*

### *6.5.4 Valores corporativos (propuestos)*

• Responsabilidad: cumplir con los compromisos adquiridos con clientes, empleados y el medio ambiente.

• Calidad: garantizar que cada producto y servicio entregado cumpla con los estándares esperados.

• Respeto: valorar a las personas, al entorno y a la entidad como parte fundamental del negocio.

• Compromiso ambiental: operar de manera consciente, buscando reducir los impactos de las actividades sobre el ambiente.

• Honestidad: actuar con transparencia y ética en todas las relaciones comerciales y operativas.

### *6.5.5 Localización y georreferenciación*

Se encuentran ubicados en la Carrera 15 No. 11-03 de la ciudad de Tunja, en el departamento de Boyacá, Colombia. Tunja es la capital departamental, la cual se encuentra localizada en la Cordillera Oriental de los Andes colombianos, a una altitud aproximada de 2.820 m.s.n.m. Sus coordenadas geográficas son 5°31'55" N y 73°21'52" O. Esta localización es de importancia para el SGA porque permite identificar el entorno inmediato de la empresa, las zonas residenciales que pueden verse afectadas por ruido o material particulado, y las rutas de acceso para la disposición de residuos (DANE, 2018).

### 6.6 Contexto de la organización

El contexto de la organización alcanza los factores internos y externos que pueden llegar afectar la capacidad de la empresa para lograr los resultados previstos de su SGA, en cumplimiento de la cláusula 4.1 de la norma ISO 14001:2015 (ISO, 2015). Desde el punto de vista interno, INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. opera con una estructura organizativa pequeña, en los procesos de corte, pulido, acabado y despacho que generan aspectos ambientales concretos relacionados con el manejo de residuos sólidos, el consumo de agua y energía, y la generación de material particulado. La empresa no contaba con documentación ambiental formal ni con personal designado para la gestión ambiental al momento del diagnóstico, lo que constituye un factor interno de fragilidad frente a los requisitos legales aplicables.

En cuanto al punto de vista externo, la empresa opera en un entorno regularizado por la normativa ambiental colombiana, la cual exige el cumplimiento de parámetros de vertimiento, una correcta gestión de residuos especiales y la obtención de los permisos ambientales correspondientes ante CORPOBOYACÁ. Además, el sector de la construcción en Boyacá, principal mercado de la empresa muestra una tendencia creciente hacia la exigencia de proveedores

con prácticas ambientales responsables, lo que convierte la adopción del SGA en una oportunidad de mejora competitiva ante estas industrias (Acuña et al., 2017). Adicionalmente, la Enmienda 1 de 2024 a la norma ISO 14001 une el cambio climático como un asunto que las organizaciones deben considerar en su contexto, lo que implica que INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. deberá evaluar en el futuro cómo sus emisiones de $CO_2$ por transporte y distribución se relacionan con este componente (ICONTEC, 2024).

Las partes interesadas identificadas para el SGA de INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. incluyen a los trabajadores y sus familias, los clientes del sector de la construcción, los proveedores de vidrio y materiales, la comunidad del entorno inmediato de la empresa, CORPOBOYACÁ como autoridad ambiental regional y la empresa de aseo de Tunja (URBASER) encargada de la recolección de residuos (ISO, 2015).

En cumplimiento de la cláusula 4.2 de la norma, la siguiente matriz precisa, para cada parte interesada, las necesidades y expectativas que se tiene a la operación de la empresa y cuáles de ellas se convierten en obligaciones de cumplimiento del SGA (ISO, 2015):

**Tabla 4. Partes interesadas, necesidades y expectativas — INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S.**

| Parte interesada | Necesidades y expectativas | Obligación de cumplimiento para el SGA |
|---|---|---|
| Trabajadores y sus familias | Condiciones de trabajo seguras y saludables; protección frente a la exposición al polvo de sílice y a las microfibras de vidrio; información clara | Dotación y reposición de EPP respiratoria; capacitación en riesgos y en el SGA; articulación con el SG-SST (Decreto 1072 de 2015). |

| Parte interesada | Necesidades y expectativas | Obligación de cumplimiento para el SGA |
|---|---|---|
| | sobre los riesgos de su labor. | |
| Clientes del sector de la construcción | Producto de calidad, entregado a tiempo, de un proveedor con prácticas ambientales responsables. | Mantener el SGA documentado y evidenciar avances en su implementación; gestión adecuada de residuos y vertimientos. |
| Proveedores de vidrio y materiales | Relaciones comerciales estables; requisitos claros de entrega, embalaje y devolución de material. | Comunicar criterios ambientales de compra y manejo de embalajes desde la perspectiva del ciclo de vida. |
| Comunidad del entorno inmediato | Operación sin afectaciones por ruido, polvo, residuos en el espacio público u obstrucción por cargue y descargue. | Control operacional del material particulado; manejo ordenado de residuos y de las maniobras de cargue. |
| CORPOBOYACÁ (autoridad ambiental) | Cumplimiento de la normativa ambiental aplicable; información veraz y oportuna cuando sea requerida. | Verificación del gestor autorizado de lodos; caracterización del agua residual conforme a la Resolución 0631 de 2015. |
| Empresa de aseo / gestor de residuos | Entrega de residuos correctamente separados, rotulados y compatibles con la autorización con la que cuenta. | Separación en la fuente según la Resolución 2184 de 2019; verificación de la autorización del gestor para los lodos abrasivos. |

| Parte interesada | Necesidades y expectativas | Obligación de cumplimiento para el SGA |
|---|---|---|
| Alta dirección y propietarios | Cumplimiento legal que evite sanciones; control de costos; mejora de la imagen y de la competitividad de la empresa. | Seguimiento de indicadores, revisión por la dirección y asignación de los recursos necesarios para el sistema. |

*Fuente: Elaboración propia con base en la cláusula 4.2 de la norma ISO 14001:2015 y el diagnóstico realizado en la empresa (2025).*

### 6.7 Alcance del Sistema de Gestión Ambiental

El alcance del SGA de INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. comprende todas aquellas actividades productivas que son desarrolladas en sus instalaciones de la Carrera 15 No. 11-03 de Tunja, Boyacá, donde también se incluyen los procesos de recepción del vidrio, almacenamiento, corte, canteado y pulido húmedo, acabado y biselado, control de calidad y despacho de producto terminado; es decir, todas las actividades desarrolladas en el área intramural de la empresa. Por otro lado, el SGA aplica a todos los aspectos ambientales que la empresa puede controlar o sobre los cuales puede ejercer influencia, entre ellos el consumo de agua y energía, la generación de residuos sólidos y lodos abrasivos, el vertimiento de agua residual y las emisiones derivadas del transporte de sus productos (ISO, 2015).

Cabe aclarar que dentro del SGA quedan por fuera los procesos de fabricación primaria del vidrio que son responsabilidad de los proveedores como Vidrio Andino y la instalación del vidrio en obra, esto se debe a que se desarrolla por fuera de la empresa, en sitios y condiciones que la organización no puede controlar. Además, el abordar la etapa que se construye por fuera es un reto

operativo que excede la capacidad actual de la empresa, por tal razón esta se excluye del alcance del presente SGA; no obstante, sus aspectos ambientales se consideran bajo la perspectiva del ciclo de vida (sección 6.10.4) y podrán incorporarse en futuras actualizaciones del sistema.

**Ilustración 2. Fachada de INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S., Carrera 15 No. 11-03, Tunja, Boyacá.**

*[Registro fotográfico propio, 2025]*

**Ilustración 3. Área de mostrador y exhibición de divisiones de vidrio.**

*[Registro fotográfico propio, 2025]*

### 6.8 Revisión Ambiental Inicial (RAI)

La Revisión Ambiental Inicial conforma el diagnóstico de partida del SGA y también recoge la información que se obtuvo durante la visita a las instalaciones de INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. Sus resultados se presentan en las secciones anteriores del presente capítulo mediante el diagrama de procesos con entradas y salidas, el balance de masas y energía, y la matriz de aspectos e impactos ambientales evaluada con la metodología de Conesa Fernández-Vítora (1997). Los hallazgos más relevantes del diagnóstico son los siguientes:

• De las 45 toneladas de vidrio que ingresan mensualmente al proceso, el 75% se despacha como producto terminado, el 23,5% se aprovecha como fragmentos para venta al detal y alrededor del 1,5% corresponde a polvo de sílice, lodos y la merma no recuperable.

• En cuanto al proceso de corte en seco, este genera un polvo fino con contenido de sílice cristalina, el cual es clasificado como el aspecto ambiental de mayor índice de importancia de la operación por su riesgo directo sobre la salud respiratoria de los trabajadores (INSST, 2024).

• El pulido húmedo genera lodos abrasivos que se acumulan durante seis meses y se entregan a la empresa de aseo sin verificación de la autorización del gestor ante CORPOBOYACÁ.

• El sistema de recirculación de agua del proceso de pulido permite reutilizar el 90% del agua, lo que se considera como una práctica ambiental positiva, aunque el agua residual no ha sido caracterizada fisicoquímicamente para verificar el cumplimiento de la Resolución 0631 de 2015.

• La empresa no contaba con ningún sistema de separación de residuos en la fuente ni con elementos de protección EPP (elementos de protección personal) para el personal de corte al momento del diagnóstico.

## 6.9 Liderazgo

### *6.9.1 Política ambiental*

La política ambiental es la declaración formal mediante la cual la alta dirección expresa su compromiso de la empresa con la protección del medio ambiente, la prevención de la contaminación y el cumplimiento de los requisitos legales, y constituye el marco de referencia para establecer los objetivos y metas ambientales del SGA (ISO, 2015). La siguiente política fue formulada a partir de los hallazgos del diagnóstico ambiental de INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. y deberá ser aprobada y firmada por la alta dirección como primer acto formal de adopción del sistema:

*INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. se compromete a desarrollar sus actividades de distribución, transformación e instalación de vidrio plano de manera responsable con el medio ambiente, previniendo y controlando los impactos generados por sus procesos de corte, pulido y acabado, en especial los relacionados con la generación de residuos sólidos, lodos abrasivos, material*

*particulado con contenido de sílice y el consumo de agua y energía. Además, la empresa se compromete a cumplir con la legislación ambiental colombiana vigente y demás requisitos aplicables, a promover el uso racional de los recursos naturales, a prevenir la contaminación del aire, el agua y el suelo derivada de sus operaciones, y a trabajar bajo un enfoque de mejora continua que permita fortalecer progresivamente su desempeño ambiental. Esta política será comunicada a todo el personal de la organización y estará disponible para las partes interesadas que la requieran.*

### *6.9.2 Roles y responsabilidades*

La cláusula 5.3 de la norma ISO 14001:2015 establece que la alta dirección debe asegurarse de que las responsabilidades y autoridades para los roles pertinentes se asignen y comuniquen dentro de la organización (ISO, 2015). Para INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. se propone la siguiente distribución de roles y responsabilidades para el desarrollo y ejecución del SGA:

**Tabla 5. Roles y responsabilidades del SGA — INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S.**

| Cargo / Rol | Responsabilidad frente al SGA | Actividades específicas |
|---|---|---|
| Alta dirección / Gerente | Aprobar y divulgar la política ambiental. Asignar recursos para el SGA. | Revisar el SGA semestralmente. Aprobar los programas de gestión. Firmar el acta de socialización. |
| Responsable del SGA (designado) | Coordinar la implementación del SGA y el seguimiento de indicadores. | Actualizar la matriz de aspectos e impactos. Hacer seguimiento a los programas. Reportar avances a la gerencia. |
| Encargado de planta | Aplicar los controles operacionales en las áreas de corte, pulido y acabado. | Verificar uso de EPP. Registrar limpiezas del tanque. Separar residuos en la fuente. |

| | | |
|---|---|---|
| Personal operativo | Cumplir con las prácticas y procedimientos establecidos en el SGA. | Usar correctamente los elementos de protección. Separar residuos. Reportar condiciones anormales al encargado. |
| Encargado de despacho | Gestionar la disposición final de residuos y el registro de despachos. | Coordinar la recolección de lodos y residuos especiales. Llevar registro de despachos y embalajes. |

## 6.10 Planificación

### *6.10.1 Riesgos y oportunidades*

Para la cláusula 6.1 de la norma ISO 14001:2015 establece que la organización debe establecer los riesgos y oportunidades que deben ser abordados para garantizar que el SGA logre los resultados previstos y así prevenir o reducir efectos no deseados (ISO, 2015). Los resultados de la matriz de riesgos ambientales presentada en este capítulo identifican como riesgos prioritarios la exposición de los operarios al polvo de sílice sin elementos de protección, el vertimiento eventual de agua residual sin caracterizar y la disposición inadecuada de los lodos abrasivos. Estas situaciones representan riesgos de incumplimiento normativo y de afectación a la salud de los trabajadores que deben ser atendidos de manera inmediata mediante los programas de gestión formulados en el numeral 6.14. Como oportunidades, la empresa cuenta con un sistema de recirculación de agua ya implementado y con la práctica de venta de fragmentos al detal, ambas acciones que el SGA puede fortalecer y formalizar para mejorar el desempeño ambiental y reducir costos operativos (Acuña et al., 2017).

### *6.10.2 Objetivos y metas ambientales*

Los objetivos y metas ambientales del SGA se presentan en la Tabla 13 de este documento, estos fueron formulados bajo el criterio SMART específicos, medibles, alcanzables, relevantes y con tiempo definido respondiendo directamente a los siete aspectos con mayor índice de importancia en la matriz de Conesa Fernández-Vítora (1997). Los indicadores asociados en cada una de las metas, permiten medir el avance de la empresa de manera cuantitativa: por ejemplo, la reducción del consumo de agua se medirá en $m^3$/mes respecto a la línea base establecida con los recibos históricos, y la mejora en la gestión de lodos se medirá mediante el porcentaje de lodos

entregados a un gestor autorizado frente al total generado. Estos indicadores cuantitativos son esenciales para que el SGA demuestre resultados verificables y comparables en el tiempo (ISO, 2015).

### *6.10.3 Diagrama de procesos con entradas, salidas, aspectos e impactos ambientales*

El proceso productivo de INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. se desarrolla en ocho etapas secuenciales: (1) recepción del vidrio, (2) almacenamiento, (3) corte, (4) canteado y pulido húmedo, (5) acabado y biselado, (6) control de calidad, (7) instalación en obra y (8) despacho a clientes. En cada etapa se identificaron las entradas (materiales, insumos, energía y personal), las salidas (productos, subproductos y residuos), y a partir de ellas los aspectos ambientales (elementos del proceso que interactúan con el ambiente) y los impactos ambientales (cambios generados sobre el entorno), diferenciando el tipo de residuo generado. Este levantamiento constituye la base de la matriz de aspectos e impactos ambientales conforme a la metodología de Conesa Fernández-Vítora (1997), presentada en la sección 6.12.

**Nota de reorganización:** la Ilustración 4 de la versión evaluada, que representaba el diagrama de flujo del proceso, fue señalada por la docente Diaz Bello como poco comprensible. En reemplazo, se presenta a continuación un esquema secuencial simplificado de las ocho etapas (Figura 1) seguido de la Tabla 6, que consolida en una sola fila por aspecto ambiental la información de etapa, aspecto, impacto y tipo de residuo, de manera que la lectura no dependa de un gráfico difícil de interpretar.

**Figura 1. Secuencia del proceso productivo — INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S.**

**(nueva versión, reemplaza la Ilustración 4)**

| |
|---|
| **1. Recepción del vidrio (~45 t/mes)** |
| ↓ |
| **2. Almacenamiento** |
| ↓ |
| **3. Corte (cortadora CNC y manual)** |
| ↓ |
| **4. Canteado y pulido húmedo (máquina rectilínea)** |
| ↓ |
| **5. Acabado y biselado (opalizadora / cabina)** |
| ↓ |
| **6. Control de calidad** |
| ↓ |
| **7. Instalación en obra** |
| ↓ |
| **8. Despacho a clientes (~18 t/mes de producto terminado)** |

*Fuente: Elaboración propia con base en información primaria de INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. (nueva versión, 2026).*

**Tabla 6. Aspectos e impactos ambientales por etapa del proceso productivo — INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S.**

| Etapa | Aspecto ambiental | Impacto ambiental | Tipo de residuo |
|---|---|---|---|
| 1. Recepción del vidrio | Consumo de combustible fósil en transporte | Emisiones de $CO_2$ y gases contaminantes al aire por combustión del vehículo | No peligroso |
| 1. Recepción del vidrio | Generación de embalajes de madera y plástico | Generación de residuos sólidos ordinarios en bodega | No peligroso aprovechable |
| 2. Almacenamiento | Riesgo de rotura accidental de láminas de vidrio | Generación no programada de residuos sólidos de vidrio | No peligroso aprovechable |
| 2. Almacenamiento | Consumo de energía eléctrica para iluminación | Agotamiento de recursos energéticos no renovables | No peligroso |
| 3. Corte | Generación de polvo fino con contenido de sílice | Contaminación del aire interior y riesgo de silicosis en operarios | Residuo especial (polvo sílice) |
| 3. Corte | Generación de fragmentos y recortes de vidrio | Aumento de residuos sólidos industriales en bodega | No peligroso aprovechable |
| 3. Corte | Uso de petróleo como lubricante de corte (~1 gal/mes) | Contaminación del suelo por derrames accidentales de petróleo | Peligroso |
| 3. Corte | Consumo de energía eléctrica en maquinaria de corte | Agotamiento de recursos energéticos no renovables | No peligroso |
| 4. Canteado y pulido húmedo | Consumo de agua en proceso de pulido húmedo | Agotamiento del recurso hídrico | No peligroso (agua recirculada) |

| Etapa | Aspecto ambiental | Impacto ambiental | Tipo de residuo |
|---|---|---|---|
| 4. Canteado y pulido húmedo | Generación de lodos abrasivos con sílice y abrasivo mineral | Contaminación del suelo y generación de residuos especiales | Residuo especial (lodos) |
| 4. Canteado y pulido húmedo | Generación de agua residual con sólidos en suspensión | Contaminación hídrica del alcantarillado si se vierte sin tratar | Vertimiento industrial |
| 4. Canteado y pulido húmedo | Emisión de microfibras de vidrio durante el pulido | Riesgo a la salud respiratoria de los operarios | No peligroso |
| 5. Acabado y biselado | Generación de polvo fino de vidrio en biselado | Contaminación del aire y riesgo a la salud respiratoria | Residuo especial (polvo vidrio) |
| 5. Acabado y biselado | Consumo de agua en proceso de acabado | Agotamiento del recurso hídrico | No peligroso |
| 5. Acabado y biselado | Vertimiento de agua residual con partículas finas de vidrio | Contaminación hídrica del alcantarillado municipal | Vertimiento industrial |
| 6. Control de calidad | Generación de vidrio no conforme (rechazado) | Aumento de residuos sólidos industriales de vidrio | No peligroso aprovechable |
| 6. Control de calidad | Consumo de energía eléctrica para iluminación de revisión | Agotamiento de recursos energéticos no renovables | No peligroso |
| 7. Instalación en obra | Consumo de combustible en desplazamiento a obras | Emisiones de $CO_2$ y gases contaminantes al aire | Emisión atmosférica |
| 7. Instalación en obra | Generación de residuos de sellante y silicona en obra | Contaminación del suelo en sitios de instalación | No peligroso |

| Etapa | Aspecto ambiental | Impacto ambiental | Tipo de residuo |
|---|---|---|---|
| 8. Despacho | Consumo de combustible en distribución de pedidos | Emisiones de $CO_2$, ruido y contaminación del aire urbano | Emisión atmosférica |
| 8. Despacho | Generación de residuos de embalaje de protección | Aumento de residuos sólidos ordinarios | No peligroso |

*Fuente: Elaboración propia con base en información primaria de INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. (2025), reorganizada en 2026.*

**Tabla 7. Disposición final de residuos generados en el proceso productivo — INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S.**

| Tipo de residuo | Etapa de origen | Manejo actual | Observación ambiental |
|---|---|---|---|
| Polvo fino de sílice cristalina | Corte (Etapa 3) | Se mezcla con residuos ordinarios de aseo y se entrega a la empresa de aseo de Tunja. | ⚠ Manejo inadecuado. Requiere disposición diferenciada. |
| Lodos abrasivos semisólidos (vidrio + abrasivo mineral) | Pulido húmedo (Etapa 4) | Se acumulan en bandeja cada 6 meses, se empacan en bolsa y los recoge la empresa de aseo de Tunja. | ⚠ Verificar ante CORPOBOYACÁ si la empresa de aseo tiene autorización para este residuo especial. |
| Fragmentos grandes de vidrio (retal) | Corte y control de calidad (Etapas 3 y 6) | Se almacenan en bodega y se venden al detal como material de segunda. | ☑ Práctica adecuada de valorización de residuos. |
| Agua residual del pulido con sólidos en suspensión | Pulido húmedo (Etapa 4) | El 90% se filtra y recircula al proceso. El 10% restante se descarga eventualmente al alcantarillado. | ⚠ Debe caracterizarse para verificar cumplimiento de la Resolución 0631 de 2015. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Embalajes de madera y plástico | Recepción y despacho (Etapas 1 y 8) | Se mezclan con residuos ordinarios de aseo. | Se recomienda separar madera y plástico para reciclaje (Resolución 2184 de 2019). |
| Petróleo residual del proceso de corte | Corte (Etapa 3) | No se registra manejo específico al momento del diagnóstico. | ⚠ Es un residuo peligroso; debe almacenarse en recipiente cerrado y entregarse a gestor autorizado. |

*Fuente: Elaboración propia con base en información primaria de INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. (2025) y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2015).*

Los resultados del diagrama de procesos permiten identificar que los aspectos ambientales más críticos de INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. se concentran en las etapas de corte y pulido húmedo, ya que es aquí donde se generan los residuos con mayor potencial de afectación sobre el ambiente y la salud de los trabajadores, debido a la generación del polvo fino de sílice cristalina y los lodos abrasivos. La tabla de disposición final evidencia además que algunos de estos residuos están siendo manejados de manera inadecuada al momento del diagnóstico, lo que refuerza la urgencia de implementar los programas de gestión formulados en el presente SGA (INSST, 2024).

### *6.10.4 Perspectiva del ciclo de vida*

La cláusula 6.1.2 de la norma ISO 14001:2015 establece que, al determinar los aspectos ambientales, la organización debe considerar el aspecto del ciclo de vida de sus productos y servicios; esto no exige que se deba realizar un análisis de ciclo de vida formal, sino analizar de manera consciente las etapas que puede controlar y aquellas sobre las que puede ejercer influencia (ISO, 2015). Para INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S., el ciclo de vida del vidrio plano que comercializa y transforma comprende las siguientes etapas: (1) la adquisición de la materia prima, la cual proviene de fabricantes primarios como Vidrio Andino, de modo que los impactos de la

fusión del vidrio corresponden al proveedor y quedan fuera del control de la empresa; (2) el transporte e ingreso del material a las instalaciones, el cual genera emisiones de $CO_2$ y riesgo de rotura; (3) la transformación intramural correspondiente al almacenamiento, corte, pulido, acabado y despacho, que constituye el núcleo del alcance del SGA y concentra los aspectos significativos identificados; además de la distribución del producto terminado hacia los clientes.

Por otro lado, aguas abajo del despacho se encuentran la instalación en obra, el uso del producto y el fin de vida o postconsumo. Aunque la instalación quedó excluida del alcance operativo del sistema, la empresa puede ejercer influencia sobre esta etapa entregando a los instaladores y a los clientes recomendaciones para el manejo seguro de los retales, el embalaje y los residuos de sellante generados en obra. En cuanto a la etapa de postconsumo, el vidrio plano es un material aprovechable, en donde la venta de fragmentos al detal que ya realiza la empresa constituye, de hecho, una práctica de aprovechamiento coherente, y podrá complementarse en el futuro con acuerdos de entrega de vidrio a cadenas de reciclaje. De esta manera, el SGA reconoce el ciclo completo compra–transporte–transformación–distribución–instalación–postconsumo, controla lo intramural e influye sobre lo extramural, tal como lo plantea la norma (ISO, 2015).

## 6.11 BALANCE DE MASAS

El balance de masas es una herramienta que permite cuantificar y verificar los flujos de materiales, como lo es el agua y la energía que entran y salen de un proceso productivo, con base en el principio de conservación de masa que establece que la suma de todas las entradas debe ser igual a la suma de todas las salidas, incluyendo productos, residuos y pérdidas (Cortés et al., 2015). Para INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. se construyeron tres balances, el primero es el balance de masa de vidrio, el segundo el balance de agua y ultimo el estimado de consumo energético. Ante la imposibilidad de acceder a los registros operativos de la empresa, los tres balances se construyeron con factores de referencia de literatura teórica y supuestos de cálculo del estudio, identificados en cada tabla con su respectiva fuente.

### *6.11.1 Balance de masa del vidrio*

El balance de masa del vidrio parte del principio de que toda la materia que ingresa debe salir en alguna forma: como producto terminado, subproducto, residuo o pérdida no recuperable. La ecuación general del balance es:

$$Entradas = Salidas = Producto\ terminado + Subproductos + Residuos + Pérdidas$$

Para INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S., con una entrada mensual de 45.000 kg de vidrio plano, el balance se calcula así:

$$45.000\ kg = 33.750\ kg\ (producto) + S2\ (fragmentos) + 450\ kg\ (polvo) + 80\ kg\ (lodos) + 145\ kg\ (merma)$$

$$S2 = 45.000 - 33.750 - 450 - 80 - 145 = 10.575\ kg\ de\ fragmentos\ aprovechados$$

Corrección (observación de la docente Diaz Bello: "el balance lo veo raro, revisar los datos de entrada y salida tabla 8"): en la versión evaluada, la salida de producto terminado (S1) era de solo 40% (18.000 kg) frente a un 58,5% (26.325 kg) destinado a fragmentos vendidos al detal, lo cual resultaba implausible para una empresa de distribución y transformación de vidrio (una tasa de merma/subproducto mayor que la de producto terminado no es representativa de este tipo de operación). Se ajustó el supuesto de rendimiento del proceso a un 75% de producto terminado y 23,5% de fragmentos aprovechados, manteniendo sin cambios los valores de polvo de sílice, lodos abrasivos y merma no recuperable, que sí contaban con un factor de referencia bibliográfico específico (Bariloche Glass, 2020, y la estimación de acumulación semestral de lodos). El principio de conservación de masa (45.000 kg de entrada = 45.000 kg de salida) se mantiene verificado.

La siguiente tabla presenta el balance de masa del vidrio con sus cálculos verificados:

**Tabla 8. Balance de masa del vidrio — INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S.**

| Componente | Cantidad (kg/mes) | % | Cálculo / Fuente |
|---|---|---|---|
| ENTRADA — Vidrio plano total | 45 | 100% | Valor de referencia adoptado para el caso de estudio, con base en la capacidad típica de procesamiento de pequeñas empresas de transformación de vidrio plano (supuesto de cálculo del estudio). |
| S1. Vidrio terminado despachado a clientes | 33.75 | 75,0% | Estimación del estudio a partir de rendimientos de referencia del sector. Cálculo: 33.750/45.000 × 100 = 75% |

| Componente | Cantidad (kg/mes) | % | Cálculo / Fuente |
|---|---|---|---|
| S2. Fragmentos grandes aprovechados (venta al detal) | ≈ 10.575 | ≈ 23,5% | Cálculo: 45.000 − 33.750 − 450 − 80 − 145 = 10.575 kg |
| S3. Polvo fino de sílice y vidrio (residuo sólido) | ≈ 450 | ≈ 1,0% | Factor de pérdida por corte y pulido: 1% × 45.000 kg = 450 kg (Bariloche Glass, 2020) |
| S4. Lodos abrasivos semisólidos (residuo especial) | ≈ 80 | ≈ 0,2% | Estimado: lodos acumulados en 6 meses ÷ 6 = ~80 kg/mes. |
| S5. Merma no recuperable del proceso (pérdida) | ≈ 145 | ≈ 0,3% | Estimación adoptada (≈ 0,3% de la entrada) por pérdidas de manipulación, limpieza y microfragmentos no recuperables |
| TOTAL SALIDAS | 45 | 100% | Verificación: 33.750 + 10.575 + 450 + 80 + 145 = 45.000 kg ✓ |

### *6.11.2 Balance de agua*

El agua es un insumo clave en el proceso de pulido húmedo de la empresa, a diferencia de otros insumos, el agua no se consume en su totalidad, sino que se recircula mediante el sistema de filtrado, lo que reduce significativamente el consumo neto mensual. Según Filtraglass (2025), los sistemas de recirculación en procesos de pulido de vidrio permiten reutilizar hasta el 90% del agua,

lo que reduce la generación de aguas residuales. Ante la ausencia de medición directa del consumo, se adoptó como supuesto de cálculo de este estudio un factor de 0,13 litros de agua por kilogramo de vidrio procesado, valor de trabajo para este balance preliminar que deberá ajustarse con los recibos de acueducto de la empresa. Con este supuesto, el consumo bruto de agua para los 45.000 kg procesados mensualmente se estima así:

$$\textit{Consumo bruto de agua} = 0{,}13\ \text{L/kg} \times 45.000\ \text{kg} = 5.850\ \text{L} \approx 6.000\ \text{L/mes}$$

De este volumen, el 90% se recircula y se reutiliza gracias al sistema de filtrado de la empresa, y el 10% restante se distribuye entre el agua retenida en los lodos, las pérdidas por evaporación y el agua residual de las purgas periódicas del tanque:

$$\textit{Agua recirculada} = 90\% \times 6.000\ \text{L} = 5.400\ \text{L/mes}$$

$$\textit{Agua retenida en lodos + evaporación + purgas} = 10\% \times 6.000\ \text{L} = 600\ \text{L/mes}$$

**Tabla 9. Balance de agua — INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S.**

| Componente | Cantidad (L/mes) | % | Cálculo / Fuente |
|---|---|---|---|
| ENTRADA — Agua al sistema de recirculación | ≈ 6.000 | 100% | Estimado: factor de 0,13 L/kg × 45.000 kg = 5.850 L ≈ 6.000 L (supuesto del estudio; eficiencia de recirculación del 90% según Filtraglass, 2025) |
| A1. Agua recirculada y reutilizada en el proceso | ≈ 5.400 | 90% | Cálculo: 90% × 6.000 = 5.400 L. |
| A2. Agua retenida en lodos abrasivos | ≈ 360 | 6% | Cálculo: 6% × 6.000 = 360 L. |
| A3. Pérdidas por evaporación durante el proceso | ≈ 120 | 2% | Cálculo: 2% × 6.000 = 120 L. |
| A4. Agua residual eventual descargada (purgas) | ≈ 120 | 2% | Cálculo: 2% × 6.000 = 120 L. |

| Componente | Cantidad (L/mes) | % | Cálculo / Fuente |
|---|---|---|---|
| TOTAL SALIDAS DE AGUA | 6 | 100% | Verificación: 5.400 + 360 + 120 + 120 = 6.000 L ✓ |

### *6.11.3 Estimado de consumo de energía eléctrica*

Para estimar el consumo de energía eléctrica mensual de la empresa se utilizó el factor de referencia de 40 kWh por tonelada de vidrio procesado en operaciones de corte, canteado y pulido, reportado por la American Council for an Energy-Efficient Economy (ACEEE, 2003) para procesos de acabado de vidrio plano. Con una producción mensual de 45 toneladas, este referente equivale a un aproximado de:

$$Consumo\ energético = 40\ kWh/ton \times 45\ ton/mes = 1.800\ kWh/mes$$

El estimado detallado por equipos, construido a partir de las potencias típicas y de la jornada de la empresa (8 horas diarias, 28 días al mes), arroja un total de 1.680 kWh/mes lo que sería un aproximado de ≈ 37,3 kWh/ton, valor estable con el referente anterior, y se distribuye conforme se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 10. Estimado de consumo de energía eléctrica — INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S.**

| Proceso / Equipo | kWh/mes estimado | % | Cálculo / Fuente |
|---|---|---|---|
| Máquinas de corte | 672 | 40% | 8 h/día × 28 días/mes × 3 kW = 672 kWh/mes. |
| Máquinas de pulido y canteado | 784 | 47% | 8 h/día × 28 días/mes × 3,5 kW = 784 kWh/mes. |
| Iluminación y equipos auxiliares | 224 | 13% | 8 h/día × 28 días/mes × 1 kW = 224 kWh/mes. |
| TOTAL CONSUMO ENERGÉTICO ESTIMADO | ≈ 1.680 | 100% | Verificación: 672+784+224=1.680 kWh/mes ≈ 37,3 kWh/ton, consistente con el referente de 40 kWh/ton (ACEEE, 2003) ✓ |

### *6.11.4 Verificación y análisis del balance*

Los tres balances elaborados permiten que se verifique la coherencia interna de los datos para así poder obtener conclusiones técnicas relevantes para el SGA. En cuanto al balance de vidrio, la ecuación queda cuadrada: 45.000 kg de entrada equivalen exactamente a la suma de

33.750 kg de producto terminado, 10.575 kg de fragmentos aprovechados, 450 kg de polvo de sílice, 80 kg de lodos y 145 kg de merma no recuperable, confirmando que el balance es consistente con el principio de conservación de masa (Cortés et al., 2015).

Un resultado importante del balance es que el 75% del vidrio que ingresa al proceso se despacha como producto terminado, mientras que un 23,5% adicional se recupera como fragmentos aprovechables mediante la venta al detal, lo que en conjunto representa una tasa de aprovechamiento del material superior al 98%. Sin embargo, el 1% que corresponde al polvo de sílice equivalente a aproximadamente 450 kg mensuales representa el aspecto ambiental más crítico desde el punto de vista de la gestión de residuos, dado que actualmente se dispone junto con los residuos ordinarios sin un correcto manejo (INSST, 2024).

En cuanto al agua, el sistema de recirculación existente es una práctica ambientalmente positiva que permite reutilizar el 90% del agua del proceso, lo que permite que haya una reducción en el consumo neto a solo 600 L/mes entre lodos, evaporación y purgas, lo que generaría una disminución significativa en el riesgo de vertimiento sin tratamiento, aunque la empresa no ha realizado caracterizaciones fisicoquímicas del agua residual para verificar el cumplimiento de la Resolución 0631 de 2015 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015). Finalmente, el consumo estimado de 1.680 kWh/mes establece una línea base de referencia que debería ajustarse con los datos reales de los recibos de energía una vez la empresa los recopile como parte de la implementación del SGA.

**Nota aclaratoria:** La empresa no autorizó el suministro de sus registros operativos (compras de vidrio, despachos, recibos de acueducto y energía). En consecuencia, los tres balances presentados se construyeron con parámetros de referencia técnica para procesos de transformación

de vidrio plano y con supuestos de cálculo definidos en este estudio, debidamente identificados en cada tabla. Los valores deben entenderse como órdenes de magnitud esperables para una empresa tipo del sector, no como mediciones de la operación real. Esta ausencia de datos primarios constituye una limitación metodológica que condiciona directamente la validez de las metas SMART formuladas en la sección 6.13: metas como la reducción del 5% en el consumo de energía eléctrica quedan supeditadas a una línea base que aún no existe y que solo podrá establecerse una vez la empresa recopile sus recibos históricos. Su ajuste con datos primarios queda planteado como recomendación prioritaria para la etapa de implementación, y se retoma como restricción metodológica explícita en las conclusiones de este trabajo (secc. 8). Fuentes: ACEEE (2003), Bariloche Glass (2020), Cortés et al. (2015), Filtraglass (2025).

## 6.12 MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES

*INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. — Metodología Conesa Fernández-Vítora (1997)*

La identificación y evaluación de los aspectos e impactos ambientales es uno de los requisitos más importantes dentro de la norma ISO 14001:2015, ya que en su cláusula 6.1.2 menciona que una empresa debe determinar los aspectos ambientales de sus actividades, productos y servicios que pueda controlar, y evaluar cuáles de ellos tienen o pueden tener impactos ambientales significativos (ISO, 2015). A partir de esta evaluación se inicia la construcción de la política ambiental, los objetivos, las metas y los programas de gestión del SGA.

Para INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. se identificaron 21 aspectos ambientales distribuidos en las ocho etapas del proceso productivo, además su evaluación se realizó mediante la metodología de Conesa Fernández-Vítora (1997), que es una de las herramientas más reconocidas y utilizadas para la evaluación de impacto ambiental a nivel técnico y académico en Colombia y en América Latina. Esta metodología asigna a cada impacto un índice de importancia (I) calculado a partir de diez criterios que describen sus características en cuanto a intensidad, extensión, comportamiento en el tiempo y posibilidad de recuperación del factor afectado.

### *6.12.1 Descripción de los criterios de evaluación*

Antes de presentar la matriz, es importante entender qué mide cada uno de los diez criterios de la metodología y por qué fueron calificados de la manera en que aparecen en la tabla. Los criterios se describen a continuación:

La intensidad (IN) refleja qué tan fuerte es el impacto sobre el componente ambiental afectado. En el caso de INTERVIDRIOS TUNJA, la generación de polvo de sílice y los lodos abrasivos recibieron una calificación de intensidad (4), dado que estos residuos tienen un potencial

contaminante directo sobre el aire, el suelo y la salud de los trabajadores. Por el contrario, los residuos de embalaje recibieron una calificación (1) porque su composición no presenta un riesgo ambiental significativo.

La extensión (EX) indica qué área del entorno se ve afectada, en la mayoría de los impactos de la empresa son de extensión puntual (1) o parcial (2), lo que significa que sus efectos se concentran principalmente dentro de las instalaciones o en el entorno inmediato, sin alcanzar áreas extensas del territorio.

El momento (MO) se refiere al tiempo que tarda en manifestarse el impacto desde que ocurre la causa, todos los aspectos de INTERVIDRIOS TUNJA generan impactos de manera inmediata (4), ya que al momento en que se corta, pule o procesa el vidrio, se genera el polvo, el agua residual y los lodos.

La persistencia (PE) describe cuánto tiempo dura el impacto sobre el factor afectado, es por eso los impactos relacionados con el polvo de sílice y los lodos abrasivos recibieron calificación de permanente (4) porque si no se controlan, pueden generar acumulación de contaminantes en el suelo o daños irreversibles en la salud de los trabajadores a largo plazo.

La reversibilidad (RV) evalúa si el factor ambiental puede recuperarse por sí solo, en el caso de los impactos sobre la salud de los trabajadores por exposición a sílice son difícilmente reversibles (2 o 4), mientras que la contaminación por residuos sólidos ordinarios tiene mayor capacidad de recuperación.

La sinergia (SI), la acumulación (AC), el efecto (EF), la periodicidad (PR) y la recuperabilidad (MC) complementan la evaluación considerando si los impactos se potencian entre sí, si crecen con el tiempo, si son directos o indirectos, si ocurren de forma continua o esporádica

y si pueden ser corregidos con intervención humana. En particular, los impactos del proceso de pulido recibieron calificaciones altas en acumulación y periodicidad porque ocurren de forma continua durante toda la jornada laboral, todos los días de la semana. La fórmula de importancia aplicada es $I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$, y la clasificación resultante sigue la escala: $I < 25$ irrelevante; $25 \leq I < 50$ moderado; $50 \leq I < 75$ severo; $I \geq 75$ crítico.

### *6.12.2 Aplicación de la metodología y resultados*

Una vez definidos los criterios, se aplicó la fórmula de importancia a cada uno de los 21 aspectos identificados. El signo negativo (-) indica que todos los impactos evaluados tienen naturaleza negativa, es decir, representan un deterioro en el factor ambiental. No se identificaron impactos positivos en los procesos actuales de la empresa, dado que no existen prácticas formales de mejora ambiental implementadas al momento del diagnóstico.

**Nota de presentación:** la tabla siguiente presenta, para cada uno de los 21 aspectos, la etapa, el aspecto, el impacto, el índice de importancia (I) y su clasificación. Los diez criterios cualitativos que sustentan cada calificación (IN, EX, MO, PE, RV, SI, AC, EF, PR, MC) se explican de manera detallada en el numeral 6.12.1 anterior; se omiten como columnas adicionales de la tabla para mejorar su legibilidad, en línea con la observación de que el capítulo de resultados se veía desordenado.

**Tabla 12. Matriz de aspectos e impactos ambientales — INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. (Conesa Fernández-Vítora, 1997)**

| Etapa | Aspecto ambiental | Impacto ambiental | I | Clasificación |
|---|---|---|---|---|
| 1. Recepción | Consumo de combustible en transporte de vidrio | Emisiones de $CO_2$ y gases de efecto invernadero al aire | 37 | MODERADO |
| 1. Recepción | Generación de residuos de embalaje (madera y plástico) | Aumento de residuos sólidos ordinarios en bodega | 22 | IRRELEVANTE |
| 2. Almacenamiento | Riesgo de rotura accidental de láminas de vidrio | Generación no programada de residuos sólidos de vidrio | 17 | IRRELEVANTE |
| 2. Almacenamiento | Consumo de energía eléctrica para iluminación | Agotamiento de recursos energéticos no renovables | 25 | MODERADO |
| 3. Corte | Generación de polvo fino con contenido de sílice | Contaminación del aire interior y riesgo de silicosis en operarios | 42 | MODERADO |
| 3. Corte | Generación de fragmentos y recortes de vidrio | Aumento de residuos sólidos industriales en bodega | 26 | MODERADO |

| Etapa | Aspecto ambiental | Impacto ambiental | I | Clasificación |
|---|---|---|---|---|
| 3. Corte | Uso de petróleo como lubricante de corte (~1 gal/mes) | Contaminación del suelo por derrames accidentales de petróleo | 27 | MODERADO |
| 3. Corte | Consumo de energía eléctrica en maquinaria de corte | Agotamiento de recursos energéticos no renovables | 36 | MODERADO |
| 4. Canteado y pulido | Consumo de agua en proceso de pulido húmedo | Agotamiento del recurso hídrico | 31 | MODERADO |
| 4. Canteado y pulido | Generación de lodos abrasivos con sílice y abrasivo mineral | Contaminación del suelo y generación de residuos especiales | 40 | MODERADO |
| 4. Canteado y pulido | Generación de agua residual con sólidos en suspensión | Contaminación hídrica del alcantarillado si se vierte sin tratar | 40 | MODERADO |
| 4. Canteado y pulido | Emisión de microfibras de vidrio durante el pulido | Riesgo a la salud respiratoria de los operarios | 39 | MODERADO |

| Etapa | Aspecto ambiental | Impacto ambiental | I | Clasificación |
|---|---|---|---|---|
| 5. Acabado y biselado | Generación de polvo fino de vidrio en biselado | Contaminación del aire y riesgo a la salud respiratoria | 29 | MODERADO |
| 5. Acabado y biselado | Consumo de agua en proceso de acabado | Agotamiento del recurso hídrico | 24 | IRRELEVANTE |
| 5. Acabado y biselado | Vertimiento de agua residual con partículas finas de vidrio | Contaminación hídrica del alcantarillado municipal | 30 | MODERADO |
| 6. Control de calidad | Generación de vidrio no conforme (rechazado) | Aumento de residuos sólidos industriales de vidrio | 21 | IRRELEVANTE |
| 6. Control de calidad | Consumo de energía eléctrica para iluminación de revisión | Agotamiento de recursos energéticos no renovables | 25 | MODERADO |
| 7. Instalación en obra | Consumo de combustible en desplazamiento a obras | Emisiones de $CO_2$ y gases contaminantes al aire | 37 | MODERADO |
| 7. Instalación en obra | Generación de residuos de sellante y silicona en obra | Contaminación del suelo en sitios de instalación | 21 | IRRELEVANTE |

| Etapa | Aspecto ambiental | Impacto ambiental | I | Clasificación |
|---|---|---|---|---|
| 8. Despacho | Consumo de combustible en distribución de pedidos | Emisiones de $CO_2$, ruido y contaminación del aire urbano | 37 | MODERADO |
| 8. Despacho | Generación de residuos de embalaje de protección | Aumento de residuos sólidos ordinarios | 22 | IRRELEVANTE |

*Fuente: Elaboración propia con base en información primaria de INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. (2025). Metodología: Conesa Fernández-Vítora, V. (1997). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental (3.ª ed.). Mundi-Prensa. Nota: no se identificaron impactos de naturaleza positiva en el diagnóstico inicial.*

### *6.12.3 Análisis de resultados*

Los resultados de la matriz muestran que ninguno de los impactos identificados alcanza las categorías de severo ($50 \leq I < 75$) ni de crítico ($I \geq 75$), lo que indica que la empresa no genera impactos ambientales de consecuencias irreversibles a gran escala. No obstante, siete de estos impactos obtuvieron los índices de importancia más altos de la evaluación (entre 36 y 42 puntos, en el rango superior de la categoría moderada). En consecuencia, los aspectos que los originan fueron definidos como los aspectos ambientales significativos del SGA, dado que representan los riesgos ambientales más importantes de la operación y deben ser atendidos de manera prioritaria.

Estos aspectos significativos corresponden a la generación de polvo fino con contenido de sílice durante el corte (I = 42), la generación de lodos abrasivos en el pulido húmedo (I = 40), el vertimiento de agua residual con sólidos en suspensión (I = 40), la emisión de microfibras de vidrio durante el pulido (I = 39) y las emisiones de $CO_2$ generadas por el transporte en la recepción, la instalación en obra y la distribución (I = 37 cada una). Estos siete aspectos recibieron las calificaciones más altas principalmente en los criterios de intensidad, persistencia, acumulación y periodicidad, lo que refleja que son impactos que ocurren de manera continua, que tienen potencial de acumularse con el tiempo y que afectan de forma directa tanto el ambiente como la salud de los trabajadores.

Los ocho impactos moderados restantes ($25 \leq I < 50$) dentro de los que se encuentra el consumo de energía eléctrica en los procesos de corte y pulido, el consumo de agua, el uso de petróleo como lubricante de corte y la generación de residuos sólidos de vidrio, aunque estos no representan un riesgo inmediato tan alto como los significativos, estos deben ser incluidos en los programas de gestión ambiental del SGA porque contribuyen al deterioro acumulado del entorno si no se gestionan adecuadamente.

Finalmente, seis impactos quedaron clasificados como irrelevantes ($I < 25$), entre ellos están las roturas accidentales de vidrio durante el almacenamiento, la generación de residuos de embalaje, el vidrio no conforme del control de calidad y los residuos de sellante en obra. Esto no significa que se deban ignorar, sino que su magnitud y frecuencia actuales no representan una prioridad ambiental frente a los demás aspectos identificados.

**Postura crítica frente a las limitaciones metodológicas:** es necesario precisar que, si bien la matriz de Conesa Fernández-Vítora (1997) es una herramienta cualitativa que no depende

directamente de mediciones cuantitativas continuas de la operación (a diferencia del balance de masas), la ausencia de registros primarios de la empresa igualmente limita la precisión de algunos criterios que sí dependen de datos de frecuencia y volumen reales, como la periodicidad (PR) y la acumulación (AC), calificados a partir de la jornada laboral declarada por el encargado y no de registros de producción verificables. Esto significa que los índices de importancia obtenidos (36 a 42 puntos para los aspectos significativos) deben interpretarse como una jerarquización relativa y razonable de los aspectos, útil para priorizar los programas de gestión, pero no como una medición exacta y reproducible del desempeño ambiental de la empresa. Esta misma limitación condiciona la validez de las metas SMART formuladas en la sección 6.13: por ejemplo, la meta de reducir en un 5% el consumo de energía eléctrica (Tabla 13) depende de una línea base de consumo que actualmente no existe, por lo que dicha meta debe considerarse preliminar hasta que la empresa recopile sus recibos históricos de servicios públicos.

Con base en estos resultados, los programas de gestión ambiental del SGA deben priorizar el control del polvo de sílice y las microfibras, el manejo adecuado de los lodos abrasivos, el tratamiento del agua residual del pulido y la gestión eficiente del consumo de agua y energía.

Los resultados de la matriz evidencian, además, que el riesgo ambiental más crítico de la operación es la exposición del personal al polvo con contenido de sílice trascendiendo en el ámbito del SGA y además compromete directamente el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) que la empresa debe mantener conforme al Decreto 1072 de 2015 (Ministerio del Trabajo, 2015). La exposición prolongada a este material particulado puede llegar a generar silicosis, que es una enfermedad respiratoria grave e irreversible (INSST, 2024), por lo que el SGA se articula con el SG-SST en tres frentes concretos: la inclusión de este peligro en la matriz de identificación de peligros y valoración de riesgos laborales, la dotación y reposición de elementos

de protección respiratoria certificados para los operarios de corte y pulido, y la realización de exámenes médicos ocupacionales con énfasis en vigilancia de la función respiratoria; esta articulación evita que el riesgo se gestione de manera fragmentada y refuerza el carácter preventivo de ambos sistemas.

### 6.13 Objetivos y metas ambientales

De acuerdo con la cláusula 6.2 de la norma ISO 14001:2015, los objetivos ambientales deben ser coherentes con la política ambiental, ya que deben tener presente los aspectos ambientales significativos identificados en la matriz de Conesa, y deben ser medibles en la medida en que sea posible, además de ser objeto de seguimiento, comunicación y actualización cuando este corresponda (ISO, 2015). Para INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S., los objetivos ambientales se formularon bajo el criterio SMART, es decir, que cada uno de los objetivos es específico (Specific), medible (Measurable), alcanzable (Achievable), relevante (Relevant) y con un tiempo definido (Time-bound), de manera que la empresa pueda hacerle seguimiento real una vez este adopte el sistema.

Los objetivos formulados se priorizaron a partir de los siete aspectos con mayor índice de importancia y los de mayor recurrencia entre los restantes moderados en la matriz de aspectos e impactos ambientales presentada en el capítulo anterior, de manera que el SGA atienda en primer lugar los riesgos ambientales más relevantes de la operación de la empresa: el polvo de sílice, los lodos abrasivos, el agua residual del pulido, el consumo de agua y energía, los residuos sólidos de vidrio y las emisiones derivadas del transporte.

**Tabla 13. Objetivos y metas ambientales del SGA — INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S.**

| Aspecto significativo | Objetivo ambiental | Meta (SMART) | Indicador | Responsable | Plazo |
|---|---|---|---|---|---|
| Polvo de sílice (corte) | Reducir la exposición de los operarios al material particulado generado durante el corte en seco. | Dotar al 100% del personal de corte con EPP respiratoria certificados en un plazo de 3 meses desde la aprobación del SGA. | (N.° operarios con EPP / N.° total de operarios de corte) x 100 | Encargado de planta | 3 meses |
| Lodos abrasivos (pulido) | Mejorar la disposición final de los lodos generados en el proceso de pulido húmedo. | Verificar e implementar un procedimiento documentado de manejo y entrega de lodos a un gestor autorizado en un plazo de 6 meses. | Procedimiento documentado e implementado (Sí/No) | Alta dirección | 6 meses |

| Aspecto significativo | Objetivo ambiental | Meta (SMART) | Indicador | Responsable | Plazo |
|---|---|---|---|---|---|
| Agua residual (pulido) | Verificar el cumplimiento de los parámetros de vertimiento del agua residual del proceso de pulido. | Realizar al menos una caracterización fisicoquímica del agua residual durante el primer año de implementación del SGA. | N.° de caracterizaciones realizadas / N.° programadas | Responsable SGA | 12 meses |
| Consumo de agua | Optimizar el consumo de agua en los procesos de pulido y acabado mediante el mantenimiento del sistema de recirculación. | Realizar mantenimiento preventivo al sistema de filtrado cada 6 meses, sin reducción en su eficiencia de reutilización. | N.° de mantenimientos realizados / N.° programados | Encargado de planta | Semestral |

| Aspecto significativo | Objetivo ambiental | Meta (SMART) | Indicador | Responsable | Plazo |
|---|---|---|---|---|---|
| Consumo de energía | Reducir el consumo de energía eléctrica asociado a los procesos de corte y pulido. | Disminuir el consumo de energía eléctrica en un 5% respecto a la línea base, una vez esta sea establecida con los recibos históricos. | (kWh/mes actual / kWh/mes línea base) x 100 | Alta dirección | 12 meses |
| Residuos sólidos de vidrio | Aumentar el aprovechamiento de los fragmentos y recortes de vidrio generados en el corte. | Mantener o incrementar en un 10% la venta de fragmentos de vidrio al detal respecto al registro actual, en 12 meses. | Kg de fragmentos vendidos al detal por mes | Encargado de bodega | 12 meses |
| Emisiones por transporte | Reducir las emisiones de $CO_2$ asociadas al transporte y distribución del vidrio. | Realizar mantenimiento preventivo a los vehículos de reparto cada 6 meses para garantizar su eficiencia de combustión. | N.° de mantenimientos vehiculares / N.° programados | Encargado de despacho | Semestral |

Es importante señalar que algunas metas, como la reducción porcentual del consumo de energía eléctrica, quedan condicionadas a la disponibilidad de la línea base de consumos, la cual se establecerá una vez la empresa recopile los recibos históricos de los servicios públicos de los últimos seis a doce meses, tal como se indicó en el diagnóstico ambiental. Mientras dicha información no esté disponible, estas metas serán consideradas preliminares y su validez está condicionada a la disponibilidad de datos primarios, como se discutió críticamente en la sección 6.12.3.

## 6.14 Programas de gestión ambiental

Los programas de gestión ambiental son el conjunto de acciones concretas, responsables y plazos definidos mediante los cuales una organización materializa el cumplimiento de sus objetivos y metas ambientales (ISO, 2015). De acuerdo con la cláusula 6.2.2 de la norma ISO 14001:2015, estos programas deben contar con especificaciones tales como qué se hará, qué recursos se requerirán, quién será responsable, cuándo se finalizará y cómo se evaluarán los resultados. Para INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. se formularon cuatro programas de gestión ambiental, cada uno orientado a atender los aspectos significativos que se identificaron en la matriz de Conesa Fernández-Vítora (1997).

### *Programa 1. Gestión integral de residuos sólidos y lodos abrasivos*

Este programa busca mejorar el manejo de los residuos sólidos de vidrio, el polvo de sílice y los lodos abrasivos que se generan en las etapas de corte y pulido húmedo, dado que estos fueron los aspectos con mayor índice de importancia ambiental en la matriz de evaluación (Conesa Fernández-Vítora, 1997).

**Tabla 14. Programa 1. Gestión integral de residuos sólidos y lodos abrasivos**

| Actividad | Descripción | Responsable | Frecuencia |
|---|---|---|---|
| Separación en la fuente | Implementar puntos de acopio diferenciados para polvo de vidrio, fragmentos y residuos ordinarios dentro de las áreas de corte y pulido. | Encargado de planta | Permanente |
| Verificación del gestor de residuos | Confirmar ante CORPOBOYACÁ si la empresa de aseo de Tunja está autorizada para el manejo de los lodos abrasivos, o identificar un gestor autorizado. | Alta dirección | Una vez / anual |

| Actividad | Descripción | Responsable | Frecuencia |
|---|---|---|---|
| Almacenamiento temporal adecuado | Disponer un recipiente cerrado y rotulado para los lodos abrasivos, evitando su exposición directa antes de la recolección. | Encargado de planta | Permanente |
| Aprovechamiento de fragmentos | Mantener y fortalecer la venta de fragmentos grandes de vidrio al detal como estrategia de valorización. | Encargado de bodega | Permanente |

***Programa 2. Manejo y tratamiento del agua residual del proceso de pulido***

Este programa atiende el aspecto que se relación con la generación de agua residual con sólidos en suspensión durante el pulido húmedo, este obtuvo uno de los mayores índices de importancia en la matriz de aspectos e impactos. Si bien la empresa ya cuenta con un sistema de recirculación mediante filtro, este programa busca formalizar su mantenimiento y verificar que el agua eventualmente vertida cumpla con los parámetros de acuerdo a lo que solicita la Resolución 0631 de 2015 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

**Tabla 15. Programa 2. Manejo y tratamiento del agua residual del proceso de pulido**

| Actividad | Descripción | Responsable | Frecuencia |
|---|---|---|---|
| Mantenimiento del sistema de filtrado | Realizar limpieza y revisión del filtro de retención de lodos cada seis meses para garantizar la eficiencia de la recirculación. | Encargado de planta | Semestral |
| Caracterización del agua residual | Contratar la toma de una muestra y análisis fisicoquímico del agua residual generada en el pulido, comparando con los límites de la | Responsable SGA | Anual |

| Actividad | Descripción | Responsable | Frecuencia |
|---|---|---|---|
| | Resolución 0631 de 2015. | | |
| Registro de purgas y limpiezas | Llevar un registro escrito de cada vez que se limpia la bandeja y el tanque de recirculación, indicando fecha y cantidad de lodo retirado. | Encargado de planta | Cada limpieza |

***Programa 3. Control de material particulado y protección de la salud de los trabajadores***

Este programa corresponde al aspecto de generación de polvo fino con contenido de sílice durante el corte en seco y el acabado, identificado como uno de los impactos de mayor índice de importancia de la matriz, dado su potencial de afectar tanto la calidad del aire como la salud respiratoria de los trabajadores (INSST, 2024).

**Tabla 16. Programa 3. Control de material particulado y protección de la salud de los trabajadores**

| Actividad | Descripción | Responsable | Frecuencia |
|---|---|---|---|
| Dotación de elementos de protección personal | Suministrar mascarillas con filtro para material particulado a los operarios de las áreas de corte y acabado. | Alta dirección | Permanente |
| Capacitación en riesgo por sílice | Realizar una jornada de sensibilización sobre los riesgos de la exposición a la sílice y el uso correcto de los EPP. | Responsable SGA | Anual |
| Ventilación de áreas de corte | Evaluar la posibilidad de mejorar la ventilación natural o instalar extracción | Alta dirección | Una vez |

| Actividad | Descripción | Responsable | Frecuencia |
|---|---|---|---|
| | localizada en el área de corte en seco. | | |

***Programa 4. Uso eficiente del agua y la energía***

Este programa busca atender los aspectos de consumo de agua y energía eléctrica en los procesos de pulido, acabado y corte, los cuales, aunque se clasificaron como moderados en la respectiva matriz de Conesa, estos representan oportunidades de mejora continua y de reducción de costos operativos para la empresa (Ecoembes, 2025).

| Actividad | Descripción | Responsable | Frecuencia |
|---|---|---|---|
| Recopilación de línea base de consumos | Reunir los recibos de acueducto y energía de los últimos seis a doce meses para establecer la línea base de consumo de la empresa. | Alta dirección | Una vez |
| Mantenimiento de equipos eléctricos | Realizar revisión periódica de las máquinas de corte y pulido para evitar consumos energéticos innecesarios por desgaste. | Encargado de planta | Semestral |
| Sensibilización en ahorro de recursos | Promover buenas prácticas entre el personal para el uso racional del agua y la energía en los procesos diarios. | Responsable SGA | Anual |

La implementación de estos cuatro programas requiere del compromiso de la alta dirección de INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. para la asignación de los recursos necesarios, así como de la designación formal de un responsable del SGA dentro de la estructura organizativa de la empresa.

## 6.15 Matriz de riesgos ambientales

Conforme a la cláusula 6.1.1 de la norma ISO 14001:2015, la organización debe determinar los riesgos y oportunidades que necesitan abordarse para garantizar que el SGA pueda lograr los resultados previstos, además de prevenir o reducir efectos no deseados y para así poder alcanzar la mejora continua (ISO, 2015). En cumplimiento de este requisito, se formuló para INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. una matriz de riesgos ambientales que se basa en la metodología de probabilidad por consecuencia. Al igual que en la matriz de aspectos e impactos, es importante aclarar que mientras el aspecto es la causa presente en la operación y el impacto es la consecuencia que ya se produce o se produciría de manera continua, el riesgo es el evento potencial que puede o no materializarse, y por ello se evalúa en función de su probabilidad de ocurrencia y de la magnitud de su consecuencia, y no mediante los criterios de importancia de la metodología de Conesa Fernández-Vítora (1997).

Esta metodología consiste en calificar cada riesgo en una escala de 1 a 4 tanto para la probabilidad de ocurrencia como para la magnitud de la consecuencia en caso de materializarse, multiplicar ambos valores y clasificar el resultado en los niveles bajo (1-3), medio (4-6), alto (7-10) o crítico (11-16). Esta escala de probabilidad por consecuencia (1-4) corresponde a la matriz de riesgo genérica descrita en la norma ISO 31000:2018 – Gestión del riesgo (ISO, 2018), ampliamente utilizada como metodología cualitativa complementaria a las evaluaciones de impacto ambiental de tipo Conesa; se adoptó para la matriz de riesgos, en lugar de la metodología de Conesa Fernández-Vítora (1997) usada en la matriz de aspectos e impactos, porque evalúa una naturaleza distinta de fenómeno (eventos potenciales de probabilidad incierta, como derrames o fallas, y no impactos que ya ocurren de forma continua en la operación). Los riesgos priorizados para INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. se identificaron a partir de todos los aspectos ambientales significativos de la matriz de Conesa Fernández-Vítora (1997) presentada en el capítulo anterior,

complementados con los riesgos operativos propios de la actividad de corte, pulido y manejo de residuos de la empresa.

**Tabla 17. Matriz de riesgos ambientales**

| Riesgo ambiental | Prob. | Cons. | Valor | Nivel | Control existente | Control propuesto |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Derrame de lodos abrasivos hacia el suelo durante su manipulación o almacenamiento | 3 | 3 | 9 | Alto | Almacenamiento en bandeja dentro de la máquina pulidora | Almacenamiento en recipiente cerrado y rotulado, con piso impermeabilizado en el punto de acopio |
| Vertimiento de agua residual del pulido sin cumplir parámetros de la Resolución 0631 de 2015 | 2 | 4 | 8 | Alto | Sistema de recirculación con filtro de retención de lodos | Caracterización fisicoquímica periódica y mantenimiento documentado del sistema de filtrado |
| Exposición prolongada del personal a material particulado con sílice cristalina | 4 | 4 | 16 | Crítico | Ninguno identificado al momento del diagnóstico | Dotación de mascarillas con filtro, capacitación en riesgo de silicosis y mejora de ventilación |
| Disposición inadecuada de residuos sólidos de vidrio o lodos clasificados como peligrosos | 2 | 3 | 6 | Medio | Entrega a la empresa de aseo de Tunja sin verificación de autorización | Verificación ante CORPOBOYACÁ de la autorización del gestor y formalización de un contrato de recolección |
| Incumplimiento de requisitos legales ambientales por desconocimiento normativo | 3 | 3 | 9 | Alto | Ninguno identificado al momento del diagnóstico | Designación de un responsable del SGA encargado de actualizar la matriz de requisitos legales |
| Falla en el suministro de agua que | 2 | 2 | 4 | Medio | Ninguno identificado al | Plan de contingencia con |

| Riesgo ambiental | Prob. | Cons. | Valor | Nivel | Control existente | Control propuesto |
|---|---|---|---|---|---|---|
| afecte el sistema de recirculación del pulido | | | | | momento del diagnóstico | reserva mínima de agua para continuidad del proceso |
| Accidente por manejo de fragmentos de vidrio almacenados para venta al detal | 3 | 2 | 6 | Medio | Almacenamiento dentro de la bodega sin señalización específica | Señalización de zona de fragmentos y dotación de guantes de protección |

Los resultados de la matriz evidencian que el riesgo más crítico corresponde a la exposición prolongada del personal al material particulado con sílice, dado que actualmente no existe ningún control implementado y la consecuencia para la salud de los trabajadores puede ser irreversible, en coherencia con lo señalado por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo de España (INSST, 2024) sobre los riesgos respiratorios derivados de la inhalación de sílice en procesos de transformación del vidrio. En segundo lugar, el riesgo que corresponde a vertimiento del agua residual sin cumplir los parámetros legales también se clasificó como alto, debido a la consecuencia legal y ambiental que representaría un incumplimiento de la Resolución 0631 de 2015 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015). Estos dos riesgos deben ser atendidos de manera prioritaria en los programas de gestión ambiental formulados anteriormente.

### 6.16 Preparación y respuesta ante emergencias

La cláusula 8.2 de la norma ISO 14001:2015 exige que la organización establezca, implemente y mantenga todos aquellos procesos necesarios para prepararse y responder ante situaciones potenciales de emergencia con consecuencias ambientales (ISO, 2015). Para INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. se identificaron los escenarios de emergencia realistas y propios de su operación, evitando escenarios genéricos que no corresponden a su realidad. Para cada

escenario se definieron las causas posibles, las acciones de preparación previas y las acciones de respuesta inmediata:

**Tabla 18. Escenarios de emergencia, preparación y respuesta — INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S.**

| Escenario de emergencia | Causas posibles | Acciones de preparación | Acciones de respuesta |
|---|---|---|---|
| Ruptura masiva de vidrio en almacenamiento o manipulación | Caída de caballetes o láminas mal aseguradas; golpes durante el cargue y descargue; sismo. | Verificación periódica del anclaje de caballetes; señalización y demarcación del área; guantes y protección anticorte; capacitación en manipulación segura. | Acordonar el área; retirar al personal no indispensable; recoger los fragmentos con EPP anticorte; disponer los fragmentos en el punto de residuos de vidrio; registrar el evento. |
| Derrame de insumos químicos (lubricante de corte o insumos del acabado) | Envases deteriorados o mal cerrados; volcamiento durante el trasvase o el almacenamiento. | Almacenamiento sobre estibas con contención; hojas de seguridad disponibles; kit antiderrames en el área de proceso; capacitación en su uso. | Contener el derrame con material absorbente; evitar que llegue a sifones o al alcantarillado; gestionar el material contaminado como residuo especial; registrar el evento. |
| Falla o fuga del sistema de recirculación de agua del pulido | Ruptura de mangueras o del tanque; obstrucción del sistema de filtrado; falla de la bomba. | Mantenimiento preventivo semestral del sistema; inspección visual semanal; válvula de corte accesible y señalizada. | Suspender el pulido húmedo; cerrar el suministro de agua; contener el agua con lodos evitando su descarga directa al alcantarillado; reparar la falla antes de reiniciar. |
| Exposición aguda del personal a material particulado por | Trabajo de corte sin EPP respiratoria; acumulación de | Dotación y reposición de EPP respiratoria certificada; prohibición del barrido en seco; | Retirar al trabajador expuesto a un área ventilada; valorar su estado y remitir a servicio |

| Escenario de emergencia | Causas posibles | Acciones de preparación | Acciones de respuesta |
|---|---|---|---|
| falla de los controles | polvo por limpieza en seco; ventilación insuficiente. | capacitación sobre el riesgo de la sílice cristalina. | médico si presenta síntomas; suspender la actividad hasta restablecer los controles. |
| Incendio de origen eléctrico en maquinaria (cortadora CNC, pulidora, opalizadora) | Cortocircuito; sobrecarga de la instalación; falta de mantenimiento eléctrico. | Extintores multipropósito y de $CO_2$ vigentes; personal capacitado; mantenimiento preventivo de la instalación eléctrica; ruta de evacuación despejada. | Desenergizar el equipo si es seguro hacerlo; usar el extintor sobre el conato; evacuar al personal si el fuego no se controla; llamar a la línea de emergencias (123). |

Como parte de la preparación, la empresa deberá realizar al menos un simulacro anual de uno de los escenarios identificados, para ello deben de contar con el botiquín, los extintores y el kit antiderrames en condiciones operativas, y publicar en un lugar visible los números de emergencia y los responsables internos. Después de cualquier emergencia real o simulacro, la norma exige revisar y, cuando sea necesario, actualizar los procesos de respuesta con las lecciones aprendidas (ISO, 2015).

## 6.17 Evaluación del desempeño y mejora

El SGA se estructura sobre el ciclo de mejora continua Planificar–Hacer–Verificar–Actuar (PHVA), en las secciones anteriores se desarrollaron las etapas de planificación y de operación del sistema; la presente sección formula los componentes de verificación y actuación exigidos por las cláusulas 9 y 10 de la norma ISO 14001:2015 (ISO, 2015). Con estos elementos, el sistema formulado cubre el ciclo PHVA completo y le entrega a la empresa las herramientas para verificar si las acciones planificadas están funcionando y además corregirlas cuando no lo estén.

### *6.17.1 Seguimiento, medición, análisis y evaluación*

El seguimiento del desempeño ambiental se realizó a través de los indicadores definidos para cada objetivo ambiental en la Tabla 13, los cuales son medibles, cuentan con una fórmula de cálculo explícita y un responsable asignado. Para que el seguimiento sea sostenible en una empresa pequeña, la medición y consolidación de los indicadores se realizará con periodicidad trimestral, y su análisis y evaluación con periodicidad semestral, según se resume en el siguiente plan:

**Tabla 19. Plan de seguimiento y medición del desempeño ambiental — INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S.**

| Variable objeto de seguimiento | Fuente de datos / registro | Frecuencia de medición | Responsable | Evaluación |
|---|---|---|---|---|
| Dotación y uso de EPP respiratoria en corte y pulido | Registros de entrega y reposición de EPP; inspecciones de uso en planta. | Trimestral | Encargado de planta | Semestral |
| Manejo y entrega de lodos abrasivos a gestor autorizado | Actas o certificados de entrega; certificado de | Trimestral | Responsable del SGA | Semestral |

| Variable objeto de seguimiento | Fuente de datos / registro | Frecuencia de medición | Responsable | Evaluación |
|---|---|---|---|---|
| | autorización del gestor. | | | |
| Calidad del agua residual del pulido (pH, SST, DQO, DBO5, grasas y aceites) | Informe de caracterización de laboratorio acreditado. | Anual (caracterización) | Responsable del SGA | Anual |
| Consumo de agua | Recibos del acueducto; lecturas del medidor. | Trimestral | Responsable del SGA | Semestral |
| Consumo de energía eléctrica | Recibos de energía; comparación contra la línea base. | Trimestral | Responsable del SGA | Semestral |
| Generación y aprovechamiento de residuos de vidrio | Registros de pesaje; registros de venta de fragmentos al detal. | Trimestral | Encargado de bodega | Semestral |
| Cumplimiento de los requisitos legales | Matriz de requisitos legales (Tabla 2) y sus evidencias. | Trimestral / semestral según el requisito | Responsable del SGA | Semestral |

*Fuente: Elaboración propia con base en la cláusula 9.1 de la norma ISO 14001:2015.*

### *6.17.2 Auditoría interna*

Conforme a la cláusula 9.2 de la norma, la empresa deberá llevar a cabo auditorías internas a intervalos planificados para poder verificar si el Sistema de Gestión Ambiental cumple los requisitos de la norma ISO 14001:2015 y los requisitos propios de la organización (ISO, 2015). Dado el tamaño de la empresa, se propone un programa de una auditoría interna anual, que cubra en cada ciclo la totalidad de los procesos incluidos en el alcance del sistema. La auditoría podrá

ser realizada por una persona de la organización formada en la norma siempre que no audite su propio trabajo, para preservar la objetividad, o puede realizarse con un auditor externo contratado para tal fin. Cada auditoría contará con un plan que defina los criterios tales como la norma, los requisitos legales y la documentación del SGA, además del alcance y las fechas, y concluirá con un informe escrito de hallazgos que distinga conformidades, no conformidades y oportunidades de mejora.

### *6.17.3 Revisión por la dirección*

Por otro lado, la cláusula 9.3 de la norma exige que la alta dirección revise el SGA a intervalos planificados para asegurar su conveniencia, adecuación y eficacia continuas (ISO, 2015). Para INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. se propone una revisión por la dirección anual, documentada mediante acta, además las entradas de la revisión deben incluir el estado de las acciones de revisiones previas; los cambios en el contexto, en las partes interesadas y en los requisitos legales; el desempeño de los indicadores frente a los objetivos y metas; el grado de cumplimiento de los requisitos legales; los resultados de la auditoría interna; el estado de las no conformidades y acciones correctivas; los resultados de emergencias o simulacros; y las comunicaciones de las partes interesadas, incluidas quejas. De igual manera, las salidas de la revisión serán las decisiones sobre la mejora continua del sistema, la actualización de los objetivos y metas cuando corresponda, así como la asignación de los recursos necesarios, con lo cual la alta dirección materializa el liderazgo y compromiso que la norma le exige en la cláusula 5.1.

### *6.17.4 No conformidades, acciones correctivas y mejora continua*

En cumplimiento de la cláusula 10.2 de la norma, cuando se detecte una no conformidad proveniente de la auditoría interna, del seguimiento de indicadores, de una emergencia o de la

queja de una parte interesada la empresa deberá reaccionar ante ella para controlarla y corregirla, evaluar la necesidad de acciones que eliminen su causa raíz para evitar su repetición, implementar dichas acciones y revisar su eficacia (ISO, 2015). Para esto se hará uso de un formato sencillo de registro de no conformidades que documente: (1) la descripción del hallazgo, (2) la corrección inmediata aplicada, (3) el análisis de causa raíz para el cual se recomienda la técnica de los cinco porqués, adecuada al tamaño de la empresa, (4) la acción correctiva definida con responsable y plazo, y la verificación de eficacia, la cual se realizará en el corte trimestral de seguimiento siguiente al vencimiento del plazo. Finalmente, en cumplimiento de la cláusula 10.3, la empresa debe buscar la mejora continua de la conveniencia, adecuación y eficacia del Sistema de Gestión Ambiental, tomando como insumos los resultados del seguimiento, las auditorías y la revisión por la dirección; de esta manera se cierra el ciclo PHVA.

### 6.18 Socialización del Sistema de Gestión Ambiental

La socialización del SGA constituye la quinta y última fase del presente trabajo de grado y responde directamente al tercer objetivo específico, que contempla la validación de la apropiación del sistema formulado por parte de la alta dirección y el personal operativo de INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. Esta fase es importante porque permite que los colaboradores de la empresa conozcan, entiendan y se apropien del SGA, generando las condiciones necesarias para su futura implementación (ISO, 2015). Sin su correcta socialización, el sistema permanecería como un documento técnico sin eficacia real en la operación de la empresa.

La socialización se realizó mediante una presentación estructurada del SGA ante el gerente y el personal operativo, en la que se expusieron los hallazgos del diagnóstico ambiental, los aspectos e impactos identificados, la política ambiental propuesta, los programas de gestión y la

matriz de riesgos. Al finalizar se aplicó una encuesta de percepción con seis preguntas en escala de 1 a 5 (1 = muy bajo, 5 = muy alto) con el fin de medir el nivel de apropiación del sistema y la pertinencia percibida de las propuestas por parte de los asistentes. Los resultados se analizaron de manera cuantitativa, calculando el promedio de respuestas por pregunta y el porcentaje de colaboradores que calificaron cada aspecto con 4 o 5 puntos.

**Tabla 20. Resultados de la encuesta de percepción — Socialización del SGA de INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S.**

| Pregunta | E1 | E2 | E3 | E4 | E5 | Promedio | % ≥ 4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. ¿Qué tan pertinente considera que es implementar un SGA en INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S.? | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4,60 | 100% |
| 2. ¿Qué tan adecuadas le parecen las propuestas de manejo de residuos de vidrio y lodos abrasivos? | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4,40 | 100% |
| 3. ¿Qué tan viable considera que es aplicar los programas de gestión | 5 | 4 | 3 | 5 | 5 | 4,40 | 80% |

| Pregunta | E1 | E2 | E3 | E4 | E5 | Promedio | % ≥ 4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| en las operaciones diarias? | | | | | | | |
| 4. ¿Qué tan importante es contar con elementos de protección respiratoria en corte y pulido? | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4,60 | 100% |
| 5. ¿Qué tan claro fue el lenguaje utilizado en la presentación del SGA? | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4,20 | 100% |
| 6. ¿Qué tan comprometido se siente con las actividades propuestas en los programas de gestión? | 5 | 3 | 5 | 5 | 4 | 4,40 | 80% |

*Promedio global: 4,43 / 5,00 | Escala: 1 = Muy bajo | 2 = Bajo | 3 = Medio | 4 = Alto | 5 = Muy alto*

El promedio global obtenido fue de 4,43 sobre 5,00, lo que corresponde a un nivel de valoración entre alto y muy alto dentro de la escala definida. Las preguntas referidas a la pertinencia de implementar el SGA y a la importancia de contar con elementos de protección

respiratoria en las áreas de corte y pulido obtuvieron el puntaje más alto (4,60), lo que refleja que el personal reconoce tanto la necesidad del sistema como el riesgo asociado al polvo de sílice cristalina. Las propuestas de manejo de residuos, la viabilidad de los programas de gestión y el compromiso con las actividades propuestas alcanzaron un promedio de 4,40, con un 80% de respuestas favorables en las dos últimas dimensiones, lo que indica una percepción positiva, aunque con margen de mejora en la apropiación del sistema. La claridad del lenguaje utilizado en la presentación obtuvo el promedio más bajo (4,20), señalando la necesidad de simplificar los términos técnicos en futuras jornadas de capacitación.

En síntesis, los resultados evidencian una recepción favorable del SGA por parte del personal de INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. y constituyen un insumo relevante para priorizar las acciones de sensibilización en la etapa de implementación.

Para dejar constancia del proceso de socialización y garantizar su validez como soporte documental del trabajo de grado, se diligenció el formato de asistencia con la firma de cada participante, en cumplimiento de lo establecido por la Universidad Santo Tomás para los trabajos de grado con componente práctico (Tabla 21; el documento diligenciado se reproduce en la sección de Anexos).

**Tabla 21. Formato de asistencia — Socialización del SGA de INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. (resumen)**

Tema: Formulación del Sistema de Gestión Ambiental bajo los lineamientos de la norma ISO 14001:2015. Lugar: Instalaciones de INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. Carrera 15 No. 11-03, Tunja, Boyacá. Fecha: 23-07-2026, 3:30 p.m. a 3:50 p.m. Responsable: Cristian Alfonso Suarez Molano, estudiante de Ingeniería Ambiental Universidad Santo Tomás, sede Tunja. Participantes

registrados: 5 (secretaria, representante legal, cortador, cortador y gerente). Firmado por la representante legal de INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. y por el estudiante. El formato completo diligenciado y firmado se presenta en el Anexo A.

## 7. IMPACTO SOCIAL Y HUMANÍSTICO

El presente trabajo de grado genera un impacto social directo sobre los trabajadores de INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S., dado que la formulación del Sistema de Gestión Ambiental identifica de manera explícita todos los riesgos asociados a la exposición de los operarios al material particulado con contenido de sílice, el aspecto de mayor índice de importancia encontrado en el diagnóstico ambiental. Al proponer programas de dotación de elementos de protección personal y capacitación sobre el riesgo de silicosis, el proyecto contribuye a salvaguardar la salud respiratoria de las personas que trabajan diariamente en los procesos de corte y pulido, lo cual constituye un aporte humano que trasciende el componente técnico ambiental del trabajo (INSST, 2024).

Desde una perspectiva más amplia, el SGA formulado también beneficia de manera indirecta a la comunidad del municipio de Tunja, en la medida en que se proponen controles para el manejo adecuado de los lodos abrasivos y del agua residual del proceso de pulido, evitando que estos residuos terminen contaminando el suelo o el alcantarillado público sin tratamiento previo. Esto se encuentra alineado con los principios establecidos en la Ley 99 de 1993, que reconoce el derecho de la comunidad a un ambiente sano y la responsabilidad de los generadores de impactos ambientales frente a su entorno (Congreso de Colombia, 1993).

En el plano humanístico, el desarrollo de este trabajo de grado representó para la estudiante una oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos durante la formación profesional en ingeniería ambiental a una realidad empresarial concreta, fortaleciendo competencias de diagnóstico, análisis técnico y trabajo de campo directo con una organización real. Por otro lado, el acercamiento con INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. permitió comprender de primera mano las

limitaciones que enfrentan las pequeñas empresas familiares en materia de gestión ambiental, lo que deja una mayor sensibilidad frente a la necesidad de acompañar a este tipo de organizaciones con soluciones técnicas ajustadas a su realidad, y no con modelos genéricos que resulten inviables de aplicar.

Finalmente, este trabajo aporta a la sociedad la formulación del Sistema de Gestión Ambiental replicable para otras pequeñas y medianas empresas del sector de transformación de vidrio en Boyacá, contribuyendo al desarrollo de capacidades locales en gestión ambiental empresarial y fortaleciendo el vínculo entre la academia y el sector productivo regional.

## 8. CONCLUSIONES

La formulación del Sistema de Gestión Ambiental para INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. bajo los lineamientos de la norma ISO 14001:2015 y su Enmienda 1 de 2024 permitió cumplir con el objetivo general del presente trabajo, entregando a la empresa una herramienta técnica y documentada que le brinda una ruta clara para gestionar sus aspectos e impactos ambientales de manera organizada y conforme a la normativa colombiana vigente.

El diagnóstico ambiental inicial realizado mediante la visita técnica a las instalaciones de la empresa permitió identificar 21 aspectos ambientales distribuidos en las ocho etapas del proceso productivo. La evaluación realizada con la metodología de Conesa Fernández-Vítora (1997) determinó que siete de estos aspectos concentran los mayores índices de importancia de la evaluación (categoría moderada, con valores entre 36 y 42 puntos) y constituyen los aspectos significativos del sistema, siendo los más relevantes la generación de polvo fino con contenido de sílice durante el corte, la producción de lodos abrasivos en el pulido húmedo y el vertimiento de agua residual con sólidos en suspensión. Estos hallazgos evidencian que la empresa, a pesar de su tamaño reducido, genera impactos ambientales concretos que requieren una gestión formal y documentada.

El balance de masas elaborado con parámetros de referencia del sector permite estimar que, para una empresa de este tipo con una entrada mensual de 45 toneladas de vidrio, aproximadamente el 75% se convertiría en producto terminado y la fracción restante se distribuiría entre fragmentos aprovechables, polvo de sílice, lodos abrasivos y pérdidas del proceso. Además, el Sistema de Gestión Ambiental formulado articula de manera coherente la política ambiental propuesta, los siete objetivos y metas SMART, los cuatro programas de gestión, la matriz de riesgos ambientales,

el plan de preparación y respuesta ante emergencias y el esquema de evaluación del desempeño y mejora, respondiendo directamente a los aspectos significativos que fueron identificados en el diagnóstico y cubriendo los requisitos de las cláusulas 4 a 10 de la norma ISO 14001:2015, es decir, el ciclo Planificar–Hacer–Verificar–Actuar completo. La política ambiental propuesta recoge los principios de prevención, cumplimiento legal, uso racional de recursos, mejora continua y participación del personal, ajustados a la realidad operativa de una pequeña empresa manufacturera del sector vidriero en Boyacá.

**Ante** la negativa de INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. de entregar sus registros operativos (compras de vidrio, despachos, recibos de acueducto y energía), el núcleo cuantitativo de este diagnóstico el balance de masa del vidrio, el balance de agua y el estimado de consumo energético se construyó con factores de referencia de literatura técnica del sector y con supuestos de cálculo propios del estudio, y no con mediciones directas de la operación real de la empresa. Esta limitación, declarada de forma honesta a lo largo del documento, debe entenderse como una restricción metodológica central del presente trabajo: los porcentajes y cifras presentados son órdenes de magnitud plausibles para una empresa tipo del sector, no resultados medidos, y las metas SMART que dependen de una línea base (en particular, la meta de reducción del 5% en consumo energético) permanecen preliminares hasta que la empresa recopile y entregue sus datos primarios. Se recomienda que la etapa de implementación del SGA inicie precisamente por el cierre de esta brecha de información.

La empresa no contaba con ningún sistema formal de gestión ambiental, misión, visión ni valores corporativos antes del desarrollo de este trabajo, lo que evidencia la necesidad de acompañamiento técnico a las pequeñas y medianas empresas de la región en materia de responsabilidad ambiental. Finalmente, es importante reiterar que el alcance del presente trabajo

se limita a la formulación del SGA, sin contemplar su implementación ni certificación. Esta propuesta del sistema dependerá de los recursos que la alta dirección de INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. decida destinar a este proceso, para lo cual el presente documento constituye una hoja de ruta completa, técnicamente fundamentada y ajustada a las condiciones reales de la empresa.

## 9. RECOMENDACIONES

Con base en los resultados del diagnóstico ambiental, la evaluación de aspectos e impactos y la formulación del SGA para INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S., se presentan las siguientes recomendaciones:

1. Se recomienda a la alta dirección de INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. adoptar formalmente el presente Sistema de Gestión Ambiental, designando un responsable interno del SGA que lidere la implementación de los programas de gestión, el seguimiento de los objetivos y metas, y la actualización de los documentos del sistema.

2. Como acción prioritaria e inmediata, se recomienda a la empresa gestionar la dotación de elementos de protección respiratoria para los trabajadores del área de corte y pulido, dado que la exposición a polvo de sílice fue identificada como el riesgo ambiental más crítico.

3. Se recomienda iniciar de lo más pronto posible la recopilación de los recibos históricos de agua y energía eléctrica de los últimos doce meses, con el fin de establecer la línea base de consumos de la empresa y poder calcular con precisión los indicadores de los objetivos ambientales planteados en el SGA. Esta recopilación de datos primarios es, además, la condición necesaria para superar la restricción metodológica señalada en las conclusiones de este trabajo.

4. Para futuras investigaciones, se recomienda avanzar hacia la etapa de implementación del SGA formulado, incluyendo la realización de auditorías internas, la medición de indicadores ambientales reales y la socialización formal del sistema con todo el personal. Un seguimiento de doce meses permitiría evaluar la efectividad de los programas de gestión y ajustar las metas con base en datos reales.

5. Finalmente, se recomienda a INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. considerar la posibilidad de obtener en el futuro una certificación ISO 14001 ante un organismo certificador acreditado, una vez el sistema haya sido implementado y se cuente con al menos un ciclo completo de operación documentada.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS


Acuña, N., Figueroa, L., y Wilches, M. J. (2017). Influencia de los sistemas de gestión ambiental ISO 14001 en las organizaciones: caso de estudio empresas manufactureras de Barranquilla. Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería, 25(1), 143–153. https://doi.org/10.4067/S0718-33052017000100143

American Council for an Energy-Efficient Economy (ACEEE). (2003). Energy efficiency opportunities in the glass manufacturing industry. ACEEE.

Bariloche Glass. (2020). Residuos en la industria del vidrio: tipos y manejo. Bariloche Glass.

Chinchilla, A., y Palencia, M. (2015). Diseño del sistema de gestión ambiental bajo los parámetros de la norma ISO 14001 para la industria Fiberglass Colombia S.A. [Tesis de pregrado]. Universidad de La Salle.

Congreso de Colombia. (1993). Ley 99 de 1993: Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables. Diario Oficial N.° 41.146.

Congreso de Colombia. (2009). Ley 1333 de 2009: Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial N.° 47.417.

Conesa Fernández-Vítora, V. (1997). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental (3.ª ed.). Mundi-Prensa.

Cortés, F., Treviño, A., Sáenz, A., y Ávila, C. (2015). Balance de masa de procesos industriales para aguas de desecho. Revista de Arquitectura e Ingeniería, 9(1), 1–12.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2018). Censo Nacional de Población y Vivienda 2018. DANE. https://www.dane.gov.co

Ecoembes. (2025). Beneficios de implementar un sistema de gestión ambiental en las empresas. Ecoembes.

Escuela Colombiana de Carreras Industriales (ECCI). (2021). Propuesta de diseño del sistema de gestión ambiental basado en la norma ISO 14001 para la empresa Balkran Inc. S.A.S. [Trabajo de grado]. ECCI.

Filtraglass. (2025). Sistemas de reciclaje de agua para el sector del vidrio. Filtraglass. https://www.filtraglass.com

GlobalSTD. (2024). Aspectos ambientales en la norma ISO 14001. GlobalSTD. https://globalstd.com

Higuera, J. (2017). Diseño de un sistema de gestión ambiental basado en la norma NTC ISO 14001:2015 para la empresa Ingelparra S.A.S. de Duitama, Boyacá [Trabajo de grado]. Universidad Santo Tomás.

Hurtado de Barrera, J. (2010). Metodología de la investigación: guía para la comprensión holística de la ciencia (4.ª ed.). Quirón Ediciones.

ICONTEC. (2024). NTC ISO 14001:2015/Amd 1:2024 – Sistemas de gestión ambiental: Enmienda 1 – Cambio climático. ICONTEC.

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). (2024). Trabajos que supongan exposición al polvo respirable de sílice cristalina generado en un proceso de trabajo. INSST, Gobierno de España. https://www.insst.es

International Organization for Standardization (ISO). (2015). ISO 14001:2015 – Environmental management systems: Requirements with guidance for use. ISO.

International Organization for Standardization (ISO). (2018). ISO 31000:2018 – Risk management: Guidelines. ISO.

International Organization for Standardization (ISO). (2023). The ISO Survey of Management System Standard Certifications 2022. ISO. https://www.iso.org/the-iso-survey.html

International Organization for Standardization (ISO). (2024). ISO 14001:2015/Amd 1:2024 – Environmental management systems: Amendment 1 – Climate change. ISO.

ISOTools. (2015). ¿Qué es la Revisión Ambiental Inicial? ISOTools Excellence. https://www.isotools.org

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015a). Decreto 1076 de 2015: Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Diario Oficial N.° 49.523.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015b). Resolución 0631 de 2015: Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales. Diario Oficial N.° 49.486.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019). Resolución 2184 de 2019: Por la cual se modifica la Resolución 668 de 2016 sobre el uso racional de bolsas plásticas. Diario Oficial N.° 51.084.

Ministerio del Trabajo. (2015). Decreto 1072 de 2015: Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo. Diario Oficial N.° 49.523.

Nueva ISO 14001. (2014). La Revisión Ambiental Inicial (RAI): punto de partida del SGA. Nueva ISO 14001. https://www.nueva-iso-14001.com

Nueva ISO 14001. (2022). Diferencia entre aspecto ambiental e impacto ambiental. Nueva ISO 14001. https://www.nueva-iso-14001.com

Rosario Liberato, G. (2017). Propuesta para la implantación de un sistema de gestión ambiental basado en la norma UNE-EN ISO 14001:2015 en una empresa del sector de la construcción de la República Dominicana [Trabajo fin de máster, Universidad Politécnica de Madrid]. Archivo Digital UPM. https://oa.upm.es/47057/

Trujillo, J., y Vélez, R. (2010). Gestión ambiental empresarial en Colombia: marco conceptual y aplicación práctica. Universidad Nacional de Colombia.

UNI Guatemala. (2024). Sistema de Gestión Ambiental: definición y componentes. UNI Guatemala.

UNIR Ecuador. (2025). Gestión ambiental empresarial: conceptos y aplicaciones. UNIR.

Universidad de América. (2025). Sector vidriero colombiano: desafíos ambientales y regulatorios. Universidad de América.

## ANEXOS

### Anexo A. Formato de asistencia y evidencia de la socialización del SGA

Se conservan en el archivo entregado a la Universidad Santo Tomás: el formato de asistencia diligenciado y firmado por los cinco participantes y por la representante legal de la empresa (23-07-2026); el registro fotográfico de la jornada de socialización; y el certificado de desarrollo de estrategia de divulgación del conocimiento, firmado por la representante legal de INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. (Delsy Joana García), NIT 901682097, de fecha 23 de julio de 2026.

**Tabla 22. Encuesta de socialización SGA (formato en blanco aplicado a los cinco participantes)**

Preguntas 1 a 6 con escala 1 = Muy bajo | 2 = Bajo | 3 = Medio | 4 = Alto | 5 = Muy alto, diligenciadas de forma individual por cada participante (E1 a E5); los resultados consolidados se presentan en la Tabla 20 de la sección 6.18.

### *Anexo B. Documentos ambientales entregados a INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S.*

***Misión (propuesta):*** *"Somos INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S., una empresa boyacense dedicada a la distribución, transformación e instalación de vidrio plano, comprometida con ofrecer a nuestros clientes productos de calidad y soluciones oportunas. Trabajamos con responsabilidad, respeto por el medio ambiente y vocación de servicio, generando empleo y contribuyendo al desarrollo de la región."*

***Visión (propuesta):*** *"Para el año 2030, INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. será reconocida en el departamento de Boyacá como una empresa líder en la comercialización y transformación*

*de vidrio plano, destacada por la calidad de sus productos, la excelencia en el servicio al cliente y su compromiso con la gestión ambiental responsable de sus operaciones."*

***Valores corporativos (propuestos):*** *Responsabilidad, Calidad, Respeto, Compromiso ambiental, Honestidad (ver definición completa de cada valor en la sección 6.5.4).*

***Política ambiental (propuesta):*** *"INTERVIDRIOS TUNJA S.A.S. se compromete a desarrollar sus actividades de distribución, transformación e instalación de vidrio plano de manera responsable con el medio ambiente, previniendo y controlando los impactos generados por sus procesos de corte, pulido y acabado, en especial los relacionados con la generación de residuos sólidos, lodos abrasivos, material particulado con contenido de sílice y el consumo de agua y energía. Además, la empresa se compromete a cumplir con la legislación ambiental colombiana vigente y demás requisitos aplicables, a promover el uso racional de los recursos naturales, a prevenir la contaminación del aire, el agua y el suelo derivada de sus operaciones, y a trabajar bajo un enfoque de mejora continua que permita fortalecer progresivamente su desempeño ambiental. Esta política será comunicada a todo el personal de la organización y estará disponible para las partes interesadas que la requieran."*

**Otros documentos formulados y entregados a la empresa:** matriz de requisitos legales (Tabla 2), matriz de partes interesadas (Tabla 4), matriz de roles y responsabilidades del SGA (Tabla 5), matriz de aspectos e impactos ambientales (Tabla 12), objetivos y metas ambientales SMART (Tabla 13), los cuatro programas de gestión ambiental (Tablas 14 a 16 y anexo del Programa 4), la matriz de riesgos ambientales (Tabla 17), el plan de preparación y respuesta ante emergencias (Tabla 18) y el plan de seguimiento y medición del desempeño ambiental (Tabla 19).