Diseño del sistema de gestión ambiental para los laboratorios de la tecnología de Laboratorio Dental de la Universidad Santo Tomás seccional Bucaramanga

Carlos Arley Mateus Herreño; Kevin Sebastián García Méndez

Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Ambiental

Directora

Ing. Isabel Cristina Patricia Ocazionez Jiménez

Magister en Ciencias y Tecnologías Ambientales

Codirector

Ing. Martha Jhoana Estévez Gómez

Magister en Ingeniería Civil con énfasis en Recursos Hídricos y Suelos

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Facultad de Ingeniería Ambiental

Año 2021

Dedicatoria

A mis padres Yaneth y Sebastián, por darme en cada momento las herramientas necesarias para llevar a cabo mi pregrado y por su inmenso amor en aquellos momentos difíciles de mi vida. A mis hermanos Tatiana y Sebastián, que con sus consejos guiaron mi etapa universitaria. A mis sobrinas Verónica, Vittoria y Valerie, que con sus ocurrencias hicieron que me saliera de la realidad por un momento, para volver a ser niño y aprender lo interesante qué es la vida desde la curiosidad. Gracias a cada uno de ustedes que hizo parte de este camino y que, en parte, no lo podría culminar sin el apoyo de ustedes.

Kevin Sebastián García Méndez

Agradecer a la Universidad Santo Tomas por habernos brindado un espacio para crecer como persona y profesional, buscando una nueva etapa en mi vida llena de desafíos, pero con la convicción de afrontar y superar cada uno de ellos. A mis padres Cecilia Herreño Galeano y Carlos Julio Mateus Herreño, quienes me apoyaron a lo largo de toda mi carrera y me mostraron que el camino para conseguir las metas propuestas es el sacrificio y trabajo constante, además el agradecimiento a mi tío Edwin Eiler Herreño Galeano por apoyarme y aconsejarme en las primeras etapas de la universidad en las cuales en ocasiones me sentía desorientado, sin la ayuda de mi familia no habría podido culminar este logro en mi vida.

Carlos Arley Mateus Herreño

Agradecimientos

A la decanatura de laboratorio dental de la Universidad Santo Tomás, por sus aportes y disposición para llevar a cabo el proyecto.

A la coordinación de gestión ambiental, por apórtanos información de la Universidad Santo Tomás y apoyarnos en el desarrollo del proyecto.

A las profesoras y directoras Isabel Ocazionez y Martha Estévez, por los consejos, tiempo y apoyo para guiar nuestro proyecto y poder terminar esta etapa tan importante en nuestra vida.

Contenido

Pág.

Introducción 17

1. Diseño del sistema de gestión ambiental para la tecnología de Laboratorio Dental de la Universidad Santo Tomás seccional bucaramanga 18

1.1 Planteamiento del problema 18

1.2 Justificación 19

1.3 Objetivos 20

1.3.1 Objetivo general 20

1.3.2 Objetivos específicos 21

2. Marco referencial 21

2.1 Marco teórico 21

2.1.1 Sistemas de gestión ambiental 21

2.1.2 Evolución de los sistemas de gestión ambiental 23

2.1.3 Norma técnica colombiana NTC-ISO 14001-2015 25

2.1.4 Sistema comunitario de gestión y auditoría ambiental, EMAS 27

2.1.5 Diferencias entre los sistemas de Gestión Ambiental ISO 14001-2015 y EMAS CE 1221/2009 31

2.1.6 Objetivos de desarrollo sostenible y su relación con los Sistemas de Gestión Ambiental 32

2.1.7 Ranking de Universidades verdes. UI GreenMetric World University Ranking 35

2.1.8 Metodológica para la identificación y evaluación de aspectos ambientales en instituciones de educación superior 36

2.1.9 Fabricación de prótesis dentales 42

2.2 Marco conceptual 51
2.2.1 Economía circular en la gestión ambiental 51
2.2.2 Inclusión del modelo de economía circular en Colombia 53
2.2.3 Servicios ofrecidos en los laboratorios dentales 56
2.2.4 Impactos ambientales de los laboratorios dentales 57
2.2.5 Salud ocupacional de los tecnólogos dentales 60
3. Método 64
3.1 Contexto de la organización 64
3.2 Liderazgo 64
3.3 Planificación 65
3.4 Operación 65
3.5 Evaluación del desempeño 66
4. Resultados 66
4.1 Contexto de la organización 66
4.1.1 Contexto interno 66
4.1.2 Contexto externo 69
4.1.3 Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas 72
4.1.4 Determinación del alcance del sistema de gestión ambiental 73
4.2 Liderazgo y compromiso 74
4.2.1 Resolución No 20 de 2017 75
4.2.2 Resolución No 18 de 2017 75
4.2.3 Acuerdo No 42 de 2017 75
4.2.4 Roles, responsabilidades y autoridades en la organización 76
4.3 Planificación 78

4.3.1 Identificación de aspectos ambientales. 79

4.3.2 Evaluación de los aspectos e impactos ambientales..... 92

4.3.3 Objetivos ambientales y planificación para lograrlos 103

4.4 Operación..... 104

4.4.1 Planificación y control operacional..... 104

4.5 Evaluación del desempeño..... 105

4.5.1 Seguimiento, medición, análisis y evaluación 105

4.5.2 Auditoría interna 106

4.5.3 Revisión por la dirección 108

5. Métodos de aprovechamiento de residuos..... 109

5.1 Aprovechamiento de los residuos de yeso. 109

5.1.1 Materia prima para el sector de la construcción..... 110

5.1.2 Aprovechamiento de los residuos de yeso como corrector de suelos ácidos por presencia de iones aluminio 113

5.2 Aprovechamiento de los residuos de alambre de acero inoxidable 118

5.2.1 Etapas del proceso de aprovechamiento de los residuos de alambres dentales . 121

5.3 Aprovechamiento de los residuos de alginato 122

5.3.1 Método de aprovechamiento de los residuos de alginato..... 124

6. Conclusiones..... 128

7. Recomendaciones 129

Referencias 131

Apéndices 141

Lista de tablas

Pág.

Tabla 1. *Diferencias entre ISO 14001 y EMAS 2009* 31

Tabla 2. *Requisitos adicionales de la norma EMAS 2009*..... 31

Tabla 3. *ODS que se tienen en cuenta en el sga de los laboratorios de la tecnología de laboratorio dental*..... 33

Tabla 4. *Criterios e indicadores utilizados en la ui greenmetric world university rankings*..35

Tabla 5. *Escala de valor para la evaluación del atributo tiempo* *40*

Tabla 6. *Efecto de los aspectos ambientales sobre la salud*..... 41

Tabla 7. *Escala de valor para el atributo severidad* 41

Tabla 8. *Valor de categoría para la prioridad en la toma de decisiones*..... 42

Tabla 9. *Ejercicios realizados en el laboratorio dental con alambres*..... 49

Tabla 10. *Residuos sólidos de laboratorios dentales* 57

Tabla 11. *Riesgos ocupacionales del laboratorio dental.* 61

Tabla 12. *Marco legal*..... 62

Tabla 13. *Áreas de malla curricular del programa de laboratorio dental y espacios académicos.* 68

Tabla 14. *Leyenda mapa de procesos*..... 71

Tabla 15. *Partes interesadas del sistema de gestión ambiental* 72

Tabla 16. *Roles, responsabilidades y autoridades en el SGA* 77

Tabla 17. *Caracterización de residuos sólidos de los laboratorios de la tecnología de laboratorio dental*..... 86

Tabla 18. *Análisis fisicoquímico del vertimiento del edificio de la clínica antigua*..... 87

Tabla 19. *Diagnostico fotográfico de los laboratorios dentales* 89

Tabla 20. *Matriz de valoración del tiempo* 93

Tabla 21. *Valoración del atributo severidad* 95

Tabla 22. *Aspecto ambientales y valoración de magnitud* 96

Tabla 23. *Evaluación de magnitud para el aspecto ambiental de residuos peligrosos* 97

Tabla 24. *Evaluación de magnitud para el aspecto ambiental de residuos no peligrosos* .. 97

Tabla 25. *Evaluación de magnitud para el aspecto ambiental de vertimientos* 98

Tabla 26. *Evaluación de magnitud para el aspecto ambiental de gases, emisiones, olores ofensivos y material particulado* 98

Tabla 27. *Matriz de aspectos e impactos ambientales valoración de la significancia* 98

Tabla 28. *Programa de uso racional y ahorro de agua* 100

TABLA 29. *Programa de uso racional y ahorro de energía* 101

Tabla 30. *Programa de consumo y compra responsable de materias primas* 102

Tabla 31. *Objetivos y metas ambientales* 103

Tabla 32. *Aspectos ambientales e indicadores de seguimiento* 106

Tabla 33. *Plan de auditoría interna* 107

Tabla 34. *Ventajas de la aplicación de yeso en suelos* 116

Tabla 35. *Composición del alambre utilizado en la tecnología de laboratorio dental* 120

Tabla 36. *Aporte de nutrientes en cultivos de coliflor provenientes de residuos de alginato* .

……124

Tabla 37. *Comparación de nutrientes entre la ntc-5167 y aplicación por frahdian et al de residuos del alginato* 128

Lista de figuras

Pág.

Figura 1. *Proceso de adhesión a la norma EMAS por parte de una organización* 29

Figura 2. *Etapas y actividades para la metodología de identificación y evaluación de aspectos ambientales* 38

Figura 3. *Flujograma del proceso de prótesis total* 44

Figura 4. *Flujograma del proceso de prótesis fija* 46

Figura 5. *Flujograma del proceso de prótesis removible* 48

Figura 6. *Flujograma doblado de alambres* 50

Figura 7. *Principios de Economía Circular* 52

Figura 8. *Modelo de economía circular* 54

Figura 9. *Gestión de residuos sólidos en una empresa* 54

Figura 10. *Organigrama del programa de laboratorio dental* 68

Figura 11. *Mapa de procesos USTA* 70

Figura 12. *Vista aérea del Campus de Floridablanca de la Universidad Santo Tomás.* 74

Figura 13. *Participación de los docentes en las áreas de prácticas* 80

Figura 14. *Género de los encuestados* 80

Figura 15. *Edad de los docentes encuestados* 81

Figura 16. *Espacios académicos en el área de prótesis dentales* 81

Figura 17. *Espacios académicos en el área de prótesis removible* 82

Figura 18. *Principales materiales utilizados en el laboratorio dental* 82

Figura 19. *Principales equipos utilizados en el laboratorio dental* 83

Figura 20. *Principales instrumentos utilizados en el laboratorio dental* 83

Figura 21. *Clases de residuo generados* 84

Figura 22. *Frecuencia de generación de residuo gaseoso* 84

Figura 23. *Frecuencia de generación de residuo solido* 84

Figura 24. *Frecuencia de generación de residuo liquido* 85

Figura 25. *Composición de residuos sólidos en los laboratorios de laboratorio dental* 86

Figura 26. *Flujograma para el proceso del reciclado del yeso dental para su uso como materia prima en el sector de la construcción.* 113

Figura 27. *Flujograma para el proceso del reciclado del yeso dental para fines de materia prima en aplicación para abonos orgánicos.* 118

Figura 28. *Tipo de alambre utilizado en el laboratorio dental* 119

Figura 29. *Flujograma del método de aprovechamiento propuesto para los alambres dentales……* 122

Figura 30. *Composición del alginato* 123

Figura 31. *Flujograma del método de aprovechamiento de los residuos de alginato…..*126

Resumen

En los laboratorios de la Tecnología de Laboratorio Dental de la Universidad Santo Tomás seccional Bucaramanga, se elaboran diferentes tipos de prótesis dentales, estas actividades generan residuos de yeso, liquido electrolítico, alambres de acero inoxidable, revestimiento, acrílico, cera, entre otros, causando impactos al medio ambiente y en la salud de los tecnólogos dentales.

Con base en lo anterior, se diseñó un Sistema de Gestión Ambiental bajo la metodología ISO 14001:2015 para los laboratorios de la Tecnología de Laboratorio Dental en la Universidad Santo Tomás seccional Bucaramanga campus Floridablanca, para tal fin, se aplicaron conceptos de Economía Circular, se elaboró la matriz de aspectos e impactos ambientales a partir de fuentes primarias y secundarias. Teniendo en cuenta la información anterior, se proponen controles operacionales para los procesos que generan residuos peligrosos, no peligrosos, vertimientos de agua residual no doméstica y equipos electrónicos, con el fin de cumplir con los requisitos establecidos en la Política Ambiental Multicampus de la Universidad Santo Tomás.

Además, se recomiendan métodos de aprovechamiento para los residuos con mayor generación en las actividades de los laboratorios dentales como yeso, alginato y alambres.

Palabras clave: Economía circular, sistema de gestión ambiental, laboratorio dental, aspecto ambiental, métodos de aprovechamiento, control operacional

Abstract

In the laboratories of the Dental Laboratory Technology of the Universidad Santo Tomás branch Bucaramanga, different types of dental prosthesis are elaborated, these activities generate waste of plaster, electrolytic liquid, stainless steel wires, coating, acrylic, wax, among others, causing impacts on the environment and on the health of dental technologists.

Based on the above, an Environmental Management System was designed under the ISO 14001:2015 methodology for the laboratories of the Dental Laboratory Technology at the Universidad Santo Tomás Bucaramanga sectional Bucaramanga campus Floridablanca, for this purpose, Circular Economy concepts were applied, the matrix of environmental aspects and impacts was prepared from primary and secondary sources. Considering the above information, operational controls are proposed for the processes that generate hazardous and non-hazardous waste, non-domestic wastewater discharges and electronic equipment, to comply with the requirements established in the Multicampus Environmental Policy of Universidad Santo Tomás.

In addition, methods of utilization are recommended for the wastes that are most generated in dental laboratory activities, such as gypsum, alginate and wires.

Key words: circular economy, environmental management system, dental laboratory, environmental aspect, utilization methods, operational control.

Glosario

*Aspecto ambiental***:** elemento que deriva de la actividad empresarial de la organización (sea producto o servicio) y que tiene contacto o puede interactuar con el medio ambiente (Universidad Santo Tomás, 2019).

*Ciclo de vida***:** recopilación y evaluación de las entradas y salidas de materia y energía, y de los impactos ambientales potenciales directamente atribuibles a la función del sistema del producto a lo largo de su ciclo de vida (Universidad Santo Tomás, 2019).

*Economía circular***:** sistema de aprovechamiento de residuos donde prima la reducción, el reciclaje, valorización, y reincorporación de los elementos en el ciclo de producción.(DANE, 2020)

Equipo auditor: una o más personas que llevan a cabo una auditoría con el apoyo, si es necesario, de expertos técnicos (ISO 19011, 2018).

*Impacto ambiental***:** técnicamente, es la alteración de la línea del medio ambiente, debido a la acción antrópica o por eventos naturales (Universidad Santo Tomás, 2019).

Laboratorio dental: son establecimientos destinados al diseño, preparación, elaboración, fabricación, modificación y reparación de prótesis dentales y aparatología, mediante la utilización de los productos, materiales, técnicas y procedimientos adecuados (Fuertes Dopico, 2017)

Malla curricular: la malla curricular es el esqueleto de cualquier carrera. Son las cátedras (asignaturas) que tendrás durante todos los años(Preuniversitario Pedro De Valdivia, 2018) .

*Medio ambiente***:** conjunto de componentes físicos, químicos, biológicos y sociales capaces de causar efectos directos o indirectos, en un plazo corto o largo, sobre los seres vivos y las actividades humana (Universidad Santo Tomás, 2019).

*Prótesis dental***:** elemento artificial que sirve para restaurar la anatomía de uno o varios dientes, consiguiendo que el paciente recupere la funcionalidad y estética de su dentición (Organización colegial de dentistas en España, 2020).

*Prótesis fija***:** las prótesis fijas se encargan de reponer dientes ausentes y en aquellos casos en los que la parte de la raíz está en boca. Es un tratamiento de patología encargado de eliminar la oclusión(Sánchez Giménez, 2016).

Prótesis removible: las prótesis removibles son varios tipos de prótesis que por su característica removible se agrupan en una misma área, estas prótesis son aquellas que cumplen la función de rehabilitación dental que, como su nombre indica, pueden ser retiradas y colocadas por el paciente sin ayuda de un profesional. Se conocen comúnmente como dentaduras postizas y están sujetas a la boca mediante los dientes y/o la mucosa (Aguilera Constansa, 2018a).

Prótesis total: según Corega (2020), una prótesis total o completa son "dispositivos extraíbles que pueden usarse para reemplazar los dientes que faltan. Los dientes de la prótesis están hechos de porcelana o acrílico y se unen mediante una base de acrílico (Aguilera Constansa, 2018a)

Residuo aprovechable: son aquellos que no se descomponen fácilmente y pueden volver a ser utilizados en procesos productivos como materia prima. Entre estos residuos se encuentran: algunos papeles y plásticos, chatarra, vidrio, telas, radiografías, partes y equipos obsoletos o en desuso, entre otros (Resolución 1164 de 2002, 2002).

Residuo biosanitario: son todos aquellos elementos o instrumentos utilizados durante la ejecución de los procedimientos asistenciales que tienen contacto con materia orgánica, sangre o fluidos corporales del paciente humano o animal (Resolución 1164 de 2002, 2002).

Residuo cortopunzante: son aquellos que por sus características punzantes o cortantes pueden dar o rigen a un accidente percutáneo infeccioso(Resolución 1164 de 2002, 2002).

Residuo de metal pesado: son objetos, elementos o restos de estos en desuso, contaminados o que contengan metales pesados como: Plomo, Cromo, Cadmio, Antimonio, Bario, Níquel, Estaño, Vanadio, Zinc, Mercurio (Resolución 1164 de 2002, 2002).

Residuo inerte: son aquellos que no se descomponen ni se transforman en materia prima y su degradación natural requiere grandes períodos de tiempo. Entre estos se encuentran: el icopor, algunos tipos de papel como el papel carbón y algunos plásticos (Resolución 1164 de 2002, 2002).

Residuo liquido: combinación de agua y residuos procedentes de las instituciones, hogares etc, que por su composición química y física puede generar un impacto en el ambiente (Resolución 1164 de 2002, 2002).

Residuo ordinario: son aquellos generados en el desempeño normal de las actividades. Estos residuos se generan en oficinas, pasillos, áreas comunes, cafeterías, salas de espera, auditorios y en general en todos los sitios del establecimiento del generador (Resolución 1164 de 2002, 2002).

Residuo peligroso: aquel residuo que, en función de sus características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y patogenicidad puede presentar riesgo a la salud pública o causar efectos adversos al medio ambiente. No incluye a los residuos radiactivos (Resolución 1164 de 2002, 2002).

Residuo reactivo: son aquellos que por sí solos y en condiciones normales, al mezclarse o al entrar en contacto con otros elementos, compuestos, sustancias o residuos, generan gases, vapores, humos tóxicos, explosión o reaccionan térmicamente colocando en riesgo la salud humana o el medio ambiente (Resolución 1164 de 2002, 2002).

Residuo sólido: constituyen aquellos materiales desechados tras su vida útil, y que por lo general por sí solos carecen de valor económico. Se componen principalmente de desechos procedentes de materiales utilizados en la fabricación, transformación o utilización de bienes de consumo (El tiempo, 2019).

Residuo: es cualquier objeto, material, sustancia o elemento resultante del consumo o uso de un bien actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible al aprovechamiento o transformación de un nuevo bien, con valor económico o de disposición final (Castro Gómez, n.d.).

Sistema de gestión ambiental: marco formal para mejorar el desempeño ambiental con el fin de reducir los residuos y mejorar la eficiencia en la organización (Universidad Santo Tomás, 2019).

Sostenibilidad: desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones, garantizando el equilibrio entre el crecimiento económico, el cuidado del medio ambiente y el bienestar social.(Sánchez Sumelo, 2012)

Syllabus: plan o guía utilizado en entornos académicos para comunicar información específica de una asignatura en la que se describen los contenidos del curso, se definen las expectativas se establecen rutas de aprendizaje y se establece el método de evaluación.(Caballero Nery, 1986)

Introducción

La universidad Santo Tomás Multicampus estableció la Política Ambiental mediante el Acuerdo 42 de 2017 el cual tiene el propósito de contribuir al desarrollo sustentable a partir del pensamiento humanista cristiano de Santo Tomás de Aquino y en concordancia con la encíclica "*laudato si*" sobre la importancia del cuidado de la "casa común". La seccional Bucaramanga viene adelantado procesos con el propósito para cumplir con la Política Ambiental a través del Sistema de Gestión Ambiental.

Uno de los programas que ofrece la Universidad Santo Tomás seccional Bucaramanga, es el de tecnología de Laboratorio Dental, en donde se desarrollan laboratorios que demandan el consumo de recursos naturales como el agua, generando vertimientos de interés ambiental, asimismo, se generan semanalmente 43,6 kg de residuos sólidos en los que se destacan los residuos inertes y ordinarios correspondientes a 66,14% y 26,14% del total de residuos respectivamente.

Teniendo en cuenta lo anterior, se diseña el Sistema de Gestión Ambiental para la tecnología de Laboratorio Dental mediante la aplicación de la Norma ISO 14001:2015, que permita dar cumplimiento a la Política Ambiental de la USTA. Este proyecto contempla la identificación de aspectos e impactos ambientales para los laboratorios de la tecnología de Laboratorio Dental y el laboratorio de producción dental, mediante la implementación de una matriz específica para instituciones de educación superior que se ha sido aplicada en la Universidad Nacional Sede-Bogotá. De la misma forma, se diseñan controles operacionales para las actividades con requisitos legales, además se proponen métodos de aprovechamiento basados en los principios de economía circular para aquellos residuos de mayor generación e impactos ambientales, por último, se establecen programas de auditoría interna que permitan un seguimiento y mejora continua del sistema de gestión ambiental.

1. Diseño del sistema de gestión ambiental para la tecnología de Laboratorio Dental de la Universidad Santo Tomás seccional Bucaramanga

1.1 Planteamiento del problema

En los laboratorios de la tecnología de Laboratorio Dental se desarrollan actividades y procesos que consumen gran cantidad de recursos naturales. El recurso hídrico se utiliza al realizar trabajos con materiales como yeso, quedando como residuo un vertimiento cuyas características necesitan de un tratamiento especial. De igual manera, la generación de residuos sólidos en los laboratorios dentales se caracteriza por la producción de residuos inertes como yeso y alginato (Ngombane, 2018), sin embargo, se destacan otros tipos de residuos aprovechables como bolsas plásticas, papel y vidrio. Adicionalmente, en las actividades y procesos del laboratorio dental es común la generación de material particulado al realizar el pulido y arenado de prótesis dentales (Bechir et al., 2013).

En los laboratorios de la tecnología de Laboratorio Dental se generan residuos peligrosos, entre los que se caracterizan biosanitarios, cortopunzantes y reactivos además se generan residuos no peligrosos como ordinarios e inertes. Por lo tanto, el impacto generado por las actividades de los laboratorios dentales es particular, debido a los diferentes componentes usados en los materiales dentales como yesos, ceras, acrílicos, alginatos, líquido electrolítico y aleaciones cromo – cobalto (Wiechers 2014). Además, se conoce que, en los laboratorios dentales, si los residuos no son manejados adecuadamente, puede generar dos tipos de efectos: contaminación al ambiente y exposición al personal de manejo de residuos (Singh et al., 2018).

Los laboratorios de la tecnología de Laboratorio Dental de la Universidad Santo Tomas no son excepción a lo anterior, en ella se identificó a partir del diagnóstico realizado,

que la generación de residuos sólidos está compuesta por residuos de yeso, ordinarios, alginato, plástico, biosanitarios, papel y acrílico correspondientes a 56,65 %, 25,92 %, 9,17%, 3,21 %, 2,29 %, 1,83% y 0,92% del total de residuos respectivamente. Por otra parte, existe una carencia de información y de un manual de laboratorios que permitan cumplir con la normativa vigente, en el que el riesgo a enfermedades de los tecnólogos y sanciones por parte de las autoridades se hace evidente.

1.2 Justificación

La Universidad Santo Tomás en el año 2017 decidió ingresar al ranking internacional de universidades verdes, que buscan mejorar sus condiciones de sostenibilidad en cuanto a entorno, infraestructura, uso energético y de agua, gestión de residuos y de transporte, involucrando a su vez, el componente ambiental en sus funciones misionales de docencia e investigación y proyección social(Franco Idarraga, 2019). El propósito del ingreso en este ranking es iniciar un camino hacia la construcción de la visión Multicampus 2027 en temas de responsabilidad social, transformación social y ambiental (Redacción USTA, 2017). De la misma forma la USTA tiene la responsabilidad de atender problemáticas como la generación de residuos sólidos y producción de vertimientos ya que su Política Ambiental, se basa en las orientaciones de la Encíclica *"laudato si*" sobre el cuidado de la casa común, en la que se promueve el desarrollo sustentable y sistema de mejora continua del Sistema Nacional de Gestión Ambiental (USTA, 2017).

La tecnología de laboratorio dental para el proceso de fabricación de las prótesis de tipo removible, fija o parcial junto a laboratorios de ortodoncia y ortopedia, requiere de insumos o materia primas como yeso, alginato, acrílico, cera, entre otros, generando este tipo de residuos que según Ngombane (2018), en caso de realizar un inadecuado manejo en la

recolección y disposición final, pueden afectar las propiedades físicas y químicas del suelo junto a vertimientos asociados a la fabricación de prótesis removible con residuos de yeso y limaduras de metales, generando afectación potencial al ambiente. A su vez, por la composición de los residuos generados en el laboratorio dental como yeso, alginato y alambres, se identifican oportunidades para el aprovechamiento debido a su composición física y química.

Por consiguiente, la elaboración de este proyecto se realiza con el fin de implementar la Política Ambiental de la USTA en la tecnología de Laboratorio Dental, a partir del diseño del Sistema de Gestión Ambiental basado en la metodología ISO 14001:2015 para los laboratorios de la tecnología de Laboratorio Dental, dando cumplimiento a las políticas de desarrollo sustentable de la universidad, permitiendo la generación de espacios para el crecimiento de la comunidad educativa en proyectos de responsabilidad y transformación social.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Diseñar el Sistema de Gestión Ambiental (SGA) para minimizar los aspectos ambientales significativos generados en los laboratorios de la tecnología de Laboratorio Dental de la Universidad Santo Tomás, seccional Bucaramanga.

1.3.2Objetivos específicos

- Identificar los impactos ambientales significativos generados en las actividades desarrolladas en los laboratorios de la tecnología de Laboratorio Dental de la Universidad Santo Tomás.
- Formular estrategias para prevenir y mitigar los impactos ambientales significativos generados en los laboratorios de la tecnología de Laboratorio Dental aplicando la norma ISO 14001:2015
- Establecer métodos de aprovechamiento de residuos teniendo en cuenta los principios de Economía Circular

2. Marco referencial

2.1 Marco teórico

2.1.1 Sistemas de gestión ambiental

La importancia de la responsabilidad empresarial relacionada con el cumplimiento de la normativa ha llevado a las empresas a implementar lo que se conoce como un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) el cual, es un mecanismo para hacer frente a los efectos negativos de las actividades de una organización (Rey, 2008).

Los SGA ofrecen una metodología detallada para organizar y actualizar las medidas de seguridad ambiental que involucran el establecimiento de programas, así como el seguimiento y la medición del avance para cumplir los objetivos y metas ambientales. Teóricamente un SGA es una herramienta que se utiliza para prevenir los impactos negativos

generados por las actividades de la organización sobre el medio ambiente en el cual se monitorea el desempeño ambiental optimizado por los procesos de control operacional promoviendo en la organización a aumentar su eficiencia y reducir su huella de carbono (Rey, 2008).

Actualmente existen dos tipos de sistemas de gestión ambiental, los sistemas informales y los formales o normalizados los cuales se describen a continuación (Rey, 2008).

- Informales: están basados en un programa interno de reducción de desechos con el objetivo de cumplir con la normativa, en donde los medios y metodologías utilizados no se encuentran debidamente documentados, pero gestionan sus afectaciones al medio ambiente.
- Formales o normalizados: estos tipos de SGA están regidos por una norma internacional la cual establece unos protocolos mediante los cuales los llevarán a cabo las actividades dentro de la empresa. Cabe destacar que los SGA no es de carácter obligatorio, es decir, las empresas adoptan la norma por voluntad propia, debido a que ofrece ventajas corporativas.

La implementación de los SGA en Colombia comenzó con la reglamentación emitida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial-MAVD, el cual expidió el Decreto 1299 de 2008 "*Por el cual se reglamenta el departamento de gestión ambiental de las empresas a nivel industrial",* en este Decreto se establece que "*Todas las empresas a nivel ambiental deben tener un departamento de gestión ambiental dentro de su organización para velar por el cumplimiento de la normatividad ambiental de la república*".

Actualmente, las certificaciones internacionales más utilizadas son la norma ISO 14001-2015 y la Enviromental Management and Audit Scheme (EMAS) o sistema comunitario de gestión y auditoría ambiental.

2.1.2 Evolución de los sistemas de gestión ambiental

Los Sistemas de Gestión Ambiental han ido evolucionando a través de los años producto de los procesos de industrialización, crecimiento económico, responsabilidad empresarial, normativa y acuerdos internacionales. Dada la preocupación mundial por la contaminación del medioambiente, se han originado varias cumbres mundiales que han incidido en los SGA, dentro de ellas se destacan la cumbre celebrada en Estocolmo (Suecia) en 1972 que adoptó una declaración sobre los principios para la conservación y mejora del medio humano y un plan de acción que contenía recomendaciones para la acción medioambiental internacional. Posteriormente, en 1992 se realizó la conferencia de la "Cumbre de la Tierra" en Río de Janeiro (Brasil) cuyo eje principal fue la relación entre el medioambiente y el desarrollo dando origen a procesos de concientización ambiental y al surgimiento formal de las prácticas de gestión ambiental, haciendo evidente la necesidad de optar por medidas como el desarrollo sostenible, implementándolo como una meta que busca la integración de la dimensión ambiental y social con el desarrollo económico, dando origen así a un desarrollo sostenible en el contexto de la globalización y como respuesta a las fuertes presiones en el siglo XXI (Maxwell & Van der Vorst, 2003).

Para 1970 las empresas a nivel ambiental se regían por un enfoque a final del tubo, es decir, no se busca la prevención y minimización de los residuos, sino que se trata la contaminación después de la generación de los residuos.

El primer estándar mundial de la gestión de sistemas de calidad fue BS 5750, esta norma derivó de una tendencia en Estados Unidos, implementada en un programa de requerimientos de calidad para los suministros militares. Con el pasar del tiempo y la presión de los compradores de insumos, esta idea de la estandarización fue más allá del ámbito militar, y el Instituto de Estandarización Británico publicó la norma BS 9000 para asegurar

la calidad en la industria electrónica, la cual pasó a ser en 1970 la BS 5750 en una versión más general y aplicable a nivel general de las empresas. La BS 5750 era un método enfocado a controlar los resultados en la realización de producto. A partir de 1975 se empezó a tener en cuenta las etapas dentro del ciclo de producción, buscando encontrar los factores que incidían de mayor manera en las afectaciones ambientales. Para l980 se iniciaron las auditorías ambientales, permitiendo tener control por parte de los entes territoriales sobre las empresas y la forma en la que sus ciclos de producción tenían repercusiones sobre el medio ambiente, naciendo así el termino de Sistema de gestión ambiental (SGA). En 1987 la norma BS 5750, dio origen a la serie ISO 9000 de normas internacionales (Maxwell & Van der Vorst, 2003).

La Organización Internacional para la Normalización (ISO), es una confederación de países, con base en Ginebra Suiza, cuya función es promover estándares para productos y servicios. Desde los años 90 en adelante, se iniciaron los estándares para los SGA, los cuales tienen la función de mejorar el desempeño ambiental y desarrollar su trabajo de forma más eficiente. En general, un sistema de gestión ambiental es una poderosa herramienta para reducir los residuos y mejorar la eficiencia, sin sacrificar los beneficios (Alzate et al., 2018).

La Organización Internacional de Normalización (ISO) estableció la serie de normas ISO 14000 buscando proporcionar un marco internacional que favoreciera el control de los impactos generados por las actividades empresariales asegurando así la protección del medio ambiente. De esta serie de normas, la que cuenta con mayor reconocimiento es la ISO 14001, la cual fue desarrollada por el Comité Técnico de Normalización ISO/TC 207/SC y se publicó en el año 1996, esta norma específica los requisitos para la implementación de un sistema de gestión ambiental (Alzate et al., 2018).

Desde la publicación de la primera versión la ISO 14001, se han realizado dos actualizaciones con el propósito de suministrar un modelo apropiado, aplicable y adaptable a la dinámica de cambio de las empresas. La primera actualización de la ISO 14001 se dio a conocer en el 2004 e involucra una mejora en su redacción, nuevos términos y definiciones. Posteriormente, en el año 2015 se publicó la tercera y actual versión de la norma. La versión 2015 exhibe una reforma sustancial en comparación con las versiones anteriores, debido a que busca no solo la protección del medioambiente y la reducción de los impactos ambientales, sino también proporcionar condiciones para fortalecer las estrategias internas de la organización de manera que opere de forma sistemática, además integra el concepto de ciclo de vida para los productos o servicios generados por la empresa (Alzate et al., 2018).

2.1.3 Norma técnica colombiana NTC-ISO 14001-2015

El propósito de esta Norma Internacional es proporcionar a las organizaciones un marco de referencia para proteger el medio ambiente y responder a las condiciones cambiantes en equilibrio con las necesidades socioeconómicas. Esta norma específica requisitos que permiten que una organización logre los resultados previstos establecidos en el sistema de gestión ambiental basado en la teoría de sistemas. La norma ISO 14001 es certificada por un ente privado, el cual a su vez debe ser reglamentado por las entidades de supervisión de cada país (Testa et al., 2014).

2.1.3.1 Campos de acción. La norma ISO 14001-2015, puede ser aplicada a cualquier tipo de organización ya que contiene todos los requisitos para establecer un Sistema de Gestión Ambiental (Rey, 2008). La norma puede ser implementada por organizaciones

que adopten la norma por primera vez, o por organizaciones que ya la tengan implementada y deseen mantener su vigencia.

Su campo de acción es amplio y aplicable a todo tipo de empresa ya que los Sistemas de gestión se basan en la idea de integrar un sistema potencialmente desorientado de protección ambiental, en uno sólido y organizado, que demuestre que se tiene en cuenta el control de las actividades y operaciones que podrían generar impactos ambientales significativos (Rey, 2008).

La norma ISO 14001:2015 hace hincapié en que es aplicable a aquellos aspectos ambientales que la organización puede controlar, y sobre los que puede esperarse que tenga influencia, pero no establece requisitos categóricos para el comportamiento ambiental más allá del compromiso que adquiere en su política ambiental, el cumplimiento de la normativa ambiental y otros requisitos y la mejora continua. Para la certificación la organización debe dirigirse a un organismo certificador externo a la empresa (NTC-ISO 140001, 2015).

2.1.3.2 Ventajas y beneficios. Dentro de los beneficios que puede suponer la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental podemos encontrar los siguientes (NTC-ISO 140001, 2015):

- Aumenta la competitividad y la efectividad en la gestión lo que aporta, aportando una mejora en la imagen de la organización.
- Ayuda a optimizar los recursos destinados al medio ambiente.
- Facilita las relaciones con los grupos de interés y las administraciones.
- Evita sanciones derivadas de incumplimientos legislativos y normativos.

- Mejora las relaciones del personal, ayudando a fomentar un clima interno de participación.
- Tiene en cuenta la prevención de posibles accidentes generando pautas de actuación.
- Facilita la consideración de las posibles innovaciones técnicas aplicables.

2.1.4 Sistema comunitario de gestión y auditoría ambiental, EMAS

El Reglamento Europeo "Environmental Management and Audit Scheme" (EMAS), es un modelo de sistema de gestión ambiental desarrollado por la Unión Europea desde 1993, su principal objetivo es promover mejoras continuas en el comportamiento ambiental de las organizaciones (Consejería de medio ambiente y ordenación del territorio de Madrid, 2013).

2.1.4.1 Proceso de adhesión al reglamente EMAS. La consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de Madrid resume en la Figura 1 como debe ser el proceso de adhesión de cualquier organización al reglamento EMAS. En el que para este proceso sigue los siguientes pasos:

2.1.4.2 Paso 0. Decisión y compromiso de inicio. Consiste en revisar los antecedentes de la organización, revisar las implicaciones que tiene la norma EMAS y analizar la factibilidad de la aplicación de la norma a la organización(Consejería de medio ambiente y ordenación del territorio de Madrid, 2013).

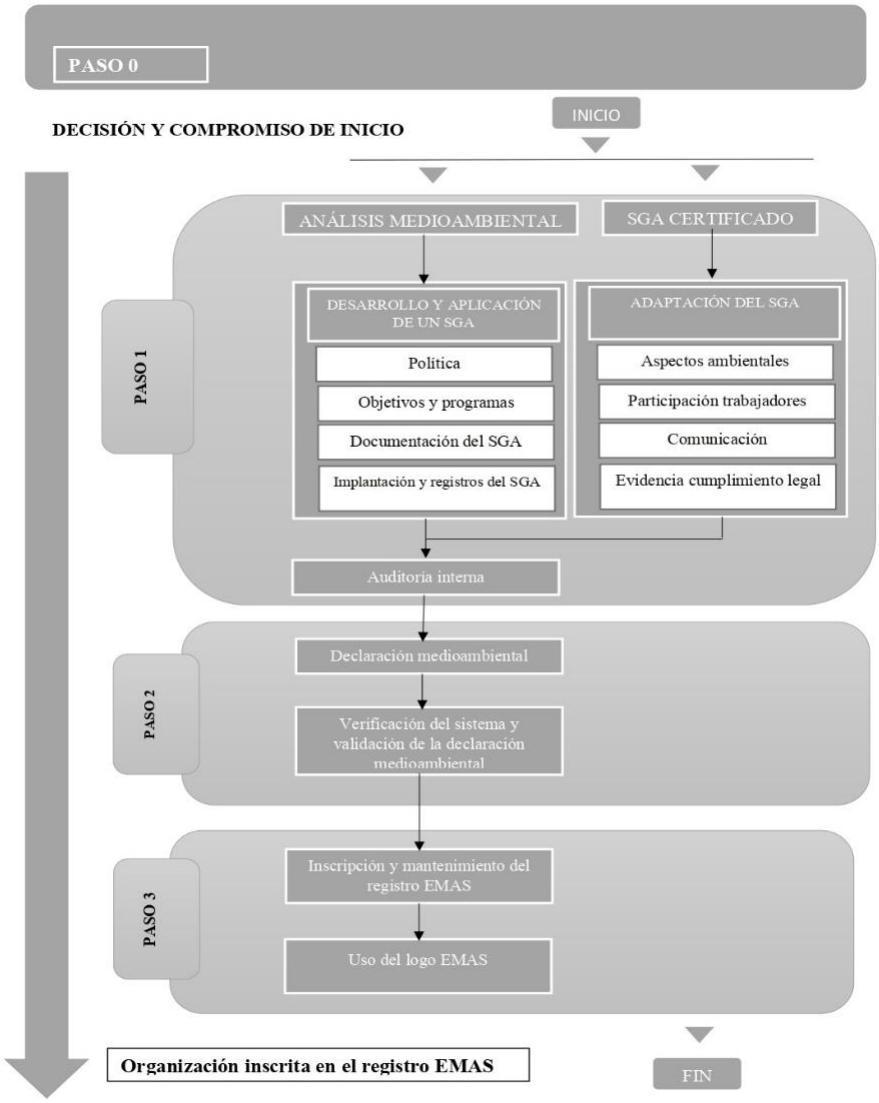
2.1.4.3 Paso 1. Cómo establecer el SGA en la organización. En este paso se realiza un análisis ambiental de la organización respecto a los aspectos ambientales y se desarrolla

y aplica un sistema de gestión ambiental junto a su respectiva auditoría interna (Consejería de medio ambiente y ordenación del territorio de Madrid, 2013).

2.1.4.4 Paso 2. Medio de verificación. Se debe preparar una declaración medioambiental para que posteriormente junto al sistema de gestión ambiental se validen mediante un verificador acreditado (Consejería de medio ambiente y ordenación del territorio de Madrid, 2013)**.**

2.1.4.5 Paso 3. Inscripción al registro EMAS. La organización va a solicitar la inscripción al registro EMAS competente de cada región en el que, se evaluaran los pasos anteriores y de cumplir con los requisitos la organización quedará adherida a la norma EMAS. Entre las implicaciones de la adhesión a la norma EMAS se debe tener en cuenta el mantenimiento del registro EMAS y el uso del logo EMAS en los productos o servicios. (Consejería de medio ambiente y ordenación del territorio de Madrid, 2013). En la **Figura 1** se presentan los pasos anteriores.

Figura 1. *Proceso de adhesión a la norma EMAS por parte de una organización*



Fuente: (Consejería de medio ambiente y ordenación del territorio de Madrid, 2013).

La norma EMAS se destaca por tener implicaciones con los entes públicos en el momento de implementar medios de verificación, procura el desarrollo de relaciones transparentes y de colaboración con las partes interesadas tanto públicas como privadas. Esta norma ha sido reconocida por obtener las ganancias ambientales a largo plazo debido a que, al principio suele ser una fase de aprendizaje en la que se reconocen las áreas grises de la

organización y se logra una mayor conciencia de los problemas ambientales (Testa et al., 2014).

2.1.4.2 Campos de acción. La norma EMAS está disponible para cualquier organización privada o pública que quiera disminuir su impacto ambiental a la par de obtener una imagen social aceptable. A partir de la última actualización (Reglamento CE 1221/2009) se ha ampliado el campo de acción de la norma en el que se permite la inscripción de organizaciones fuera de la Unión Europea con la posibilidad de ser registrados mediante los organismos competentes avalados por la Unión EQ Europea (Consejería de medio ambiente y ordenación del territorio de Madrid, 2013).

2.1.4.3 Ventajas y beneficios. La consejería de medio ambiente y ordenación del territorio de Madrid define que las principales ventajas de las organizaciones al adherirse al reglamento EMAS son:

- Gestión ambiental de calidad
- Cumplimiento de los requerimientos legales propiciando la obtención de permisos, licencias y entre otros.
- Reducción de costes operacionales
- Reducción de consumo de energía
- Minimización de los residuos generados

Los beneficios que destacan al adherirse a esta norma son: ventajas competitivas, oportunidades de negocio, mejora en las relaciones con las autoridades, motivación al personal de la organización y entre otros.

2.1.5 Diferencias entre los sistemas de Gestión Ambiental ISO 14001-2015 y EMAS CE 1221/2009

La principal característica de la norma ISO 14001-2015 es la generación de mayores mejoras ambientales a corto que a largo plazo, se cree que esto se debe a que la norma se encuentra bajo regulación privada, en la cual las organizaciones solicitan la certificación con el fin de obtener inversiones verdes y les permite generar la documentación requerida al momento de solicitar la certificación. El éxito de cada metodología utilizada va a depender de la identificación de las características de la organización y la elección de las soluciones más efectivas (Testa et al., 2014). En la **Tabla 1** se presentan las principales diferencias entre las dos normas.

Tabla 1. *Diferencias entre ISO 14001 y EMAS 2009*

TEMA	ISO 14001	EMAS 2009
Naturaleza	Estándar privado	Regulación pública
Validez	Valido a nivel internacional desde su primera emisión en el año 1996	Valido en Europa desde el año 2009 y a nivel internacional desde 2010
Comunicación externa	No es obligatorio	Se debe realizar una declaración ambiental
Alcance	Organización de todos los sectores	Organización de todos los sectores y aplicadas

Fuente: (Testa et al., 2014).

La versión EMAS 2009, tiene coincidencias a partir de los requisitos solicitados en la norma ISO 14001:2015 sin embargo, la norma EMAS adiciona requerimientos al momento de ejecutar algunas cuestiones específicas como las presentadas en la **Tabla 2**.

Tabla 2. *Requisitos adicionales de la norma EMAS 2009.*

REQUISITOS DE EMAS E ISO 14001	DETALLES ADICIONALES ESPECIFICADOS EN EMAS
4.3.1 Aspectos ambientales	Detalles adicionales con la necesidad de elaborar informe de revisión ambiental inicial y tener en

REQUISITOS DE EMAS E ISO 14001	DETALLES ADICIONALES ESPECIFICADOS EN EMAS
	cuenta las leyes ambientales de los países referencia en caso de emitirse fuera de Europa
4.3.2 Requisitos legales y de otro tipo	Detalles adicionales sobre cómo demostrar el cumplimiento legal de la organización
4.3.3 Objetivos, metas y programas	Detalles adicionales sobre la medición del desempeño ambiental en pro de buscar la mejora continua
4.4.2 Competencia, formación y sensibilización	Requisitos acerca de la participación de los empleados
4.4.3 Comunicaciones	Establecer un dialogo abierto entre el público y otras partes interesadas que requieran transparencia y suministro periódico de información ambiental

Fuente: (Testa et al., 2014).

2.1.6 Objetivos de desarrollo sostenible y su relación con los Sistemas de Gestión Ambiental

Actualmente los países miembros de las naciones unidas (ONU) siguen una serie de Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que se consideran de manera transversal a las políticas empleadas en los diferentes sectores. Los ODS se gestaron en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible celebrada en Río de Janeiro en 2012. El propósito es crear un conjunto de objetivos mundiales relacionados con los desafíos ambientales, políticos y económicos (PNUD, n.d.).

Los ODS son objetivos Mundiales adoptados en 2015 por varios países, respondiendo a una necesidad universal para proteger al planeta, erradicar la pobreza, garantizando que la humanidad avance de una manera eficiente y sostenible para el año 2030 en el cual, se espera el cumplimiento de una serie de metas. Se plantearon 17 objetivos de desarrollo sostenible, los cuales buscan de forma integrada solucionar problemas que permitan un desarrollo sostenible en el tiempo agrupando tres factores fundamentales: el natural, económico y

social. (PNUD, n.d.). En la **Tabla 3** se presentan los principales ODS para tener en cuenta en los laboratorios de la tecnología de Laboratorio Dental.

Tabla 3. *ODS que se tienen en cuenta en el SGA de los Laboratorios de la tecnología de Laboratorio Dental*

ODS	Descripción
ODS 6: AGUA LIMPIA Y SANEMAIENTO	Los recursos hídricos sostenibles son esenciales para la salud humana, la sostenibilidad del ambiente y la prosperidad económica. El agua y su disponibilidad se encuentran amenazadas por su inadecuado uso y contaminación, lo cual implica retos determinantes ante el saneamiento y la higiene para la población y los ecosistemas vinculados. En la interdependencia de los ODS, es gestionar un adecuado uso del recurso hídrico (ONU, n.d.)
ODS 11: CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES	En la interdependencia de los ODS, lograr ciudades sostenibles esto responde a un requerimiento de trabajo conjunto para que los ODS de salud, educación, agua y saneamiento, se articulen.(PNUD, n.d.)(PNUD, n.d.)
ODS 12: PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLE	Las modalidades de consumo y producción configuran la gestión del uso de recursos y sus impactos ambientales y sociales. El consumo sostenible reduce la necesidad de la extracción excesiva de recursos. En Colombia la tasa de reciclaje no supera el 10%, esto representa una tarea pendiente del país (DNP, 2018).
ODS 13: ACCIÓN POR EL CLIMA	En la actualidad el planeta Tierra está sufriendo con mayor rigor los efectos del cambio climático. De no existir un compromiso de todos los países para cumplir la meta de carbono a mediados de este siglo, se superarán los 2 grados centígrados de aumento de temperatura promedio de la Tierra, lo que se traduciría en impactos ambientales difíciles de asimilar. (Herrera, 2018)
ODS 15: VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES	El carácter biodiverso de la geografía colombiana y de sus sistemas ecológicos hace obligatoria una reflexión sobre los esfuerzos puestos en la conservación de los ecosistemas, Por ello, la falta de capacidad de adaptación de los ecosistemas tiene graves afectaciones sobre la biodiversidad. (Herrera, 2018)

Fuente: (Herrera, 2018; PNUD, n.d.). Adaptado: Autores.

Colombia cuenta con un marco normativo e institucional para el sector ambiental con fortalezas que le permitirán avanzar entorno a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, siendo una gran oportunidad para encaminar el país en pro de afrontar los retos que le permitan proyectar una visión centrada en los ODS (ONU, 2015). Las metas del país para cumplir con los ODS a 2030 son las siguientes:

- Para el año 2030 mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, minimización de vertimientos sin tratamiento a los cuerpos de agua dulce.
- Lograr la gestión ecológicamente racional de los productos químicos y de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida de conformidad con los marcos internacionales convenidos, y reducir significativamente su liberación a la atmosfera.
- Aumentar el porcentaje de residuos sólidos efectivamente aprovechados sobre el total de residuos de 17% en el 2015 a 30% en el 2030.
- Aumentar los residuos peligrosos aprovechados y tratados de 210.132 toneladas en el 2015 a 2.806.130 en el 2030.

Dentro de los compromisos adquiridos por Colombia para el cumplimiento de los ODS, se fijaron metas proyectadas para ser cumplidas en el año 2030. En lo que tiene que ver con la gestión de los residuos sólidos, uno de los objetivos de Colombia es buscar reducir el impacto generado debido a la gran cantidad de desechos sólidos en las ciudades, empezando desde un control en la producción de desechos por persona, atendiendo a los ODS 6 y 11, buscando reducir los impactos ambientales negativos. Uno de los aspectos importantes es reducir la generación de desechos mediante la prevención, disminuyendo los costos de disposición final o tratamiento, descritos en el objetivo 12, el cual habla de producción y consumo responsable. Actualmente se manejan una serie metodologías en las cuales se busca que los desechos generados puedan ser nuevamente incorporados en las etapas de producción. Según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, hoy Colombia recicla el 8,6 % de los residuos que produce, desaprovechando la oportunidad de valorizar y reincorporar el 100% de los desechos producidos (El tiempo, 2019; Rosenfeld, 2019).

De acuerdo con el Sistema Único de Información de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, en el 2018 el país aprovechó 690.000 toneladas de residuos de manera efectiva, orientado a un tipo de reciclaje en el que se busca reincorporar los residuos al ciclo productivo. Esta cifra se incrementó en comparación al 2017, año en que se reciclaron 500.000 toneladas de residuos. (Rosenfeld, 2019).

2.1.7 Ranking de Universidades verdes. UI GreenMetric World University Ranking

El ranking internacional de universidades verdes conocido como *UI GreenMetric World University Rankings* es realizado desde 2010 con la finalidad de, promover la sostenibilidad en los campus universitarios e involucrar a las partes interesadas en los esfuerzos hacia un entorno sostenible para el mundo. La metodología utilizada consiste en completar un cuestionario online en el que las universidades participantes aportan los datos sobre indicadores de sostenibilidad para posteriormente ser procesado en una clasificación. (UI Green metric, 2020).

Los indicadores y criterios utilizados en el *UI GreenMetric* se presentan en la **Tabla 4** en el que el criterio con mayor puntuación es energía y cambio climático.

Tabla 4. *Criterios e indicadores utilizados en la UI GreenMetric World University Rankings*

Criterio (%)	Descripción	Indicadores por destacar
Entorno e infraestructura (15%)	Determina si el campus merece ser llamado Green campus. La finalidad de este criterio es promover en las universidades participantes espacios para la vegetación, protección para el medio ambiente y desarrollo de energía sostenible	Relación entre área verde y área total Área en el campus ocupada por vegetación Relación entre el área verde y la población del campus Presupuesto destinado hacia la sostenibilidad
Energía y cambio climático (21%)	Es el criterio de mayor ponderación del ranking y va a evaluar en las universidades las políticas de uso de energía renovable, construcción ecológica, políticas de reducción de efecto invernadero y entre otras. La	Número de fuentes de energía renovable en el campus Relación entre el uso total de electricidad con la población total del campus (kWh por persona)

Criterio (%)	Descripción	Indicadores por destacar
	finalidad de este criterio es que las universidades incrementen el esfuerzo hacia la eficiencia energética del campus.	La relación entre la energía renovable producida y el uso de energía. Programa de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero
Residuos (18%)	El criterio consiste en evaluar a las universidades con las políticas encaminadas al tratamiento de residuos, programa de reciclaje y entre otros.	Programa de reciclaje de residuos Programa para reducir el uso de papel y plástico en el campus Tratamiento de residuos orgánicos e inorgánicos Residuos tóxicos manipulados
Agua (10%)	El objetivo de este criterio es que las universidades puedan reducir el uso de agua, aumentar el programa de conservación y proteger el hábitat.	Implementación del programa de conservación de agua Implementación del programa de reciclaje de agua El uso de electrodomésticos con menor consumo de agua. Agua tratada consumida
Transporte (18%)	Evalúa las políticas encaminadas a limitar los vehículos privados y promover uso de bicicleta y autobús.	La relación entre los vehículos totales con la población total del campus Servicio de transporte universitario Relación entre el área de estacionamiento y el área total Número de iniciativas de transporte para reducir los vehículos privados en el campus
Educación e investigación (18%)	Se enfatiza en evaluar el papel de la universidad en la preocupación de la nueva generación en temas de sostenibilidad.	La relación de cursos de sostenibilidad con respecto al total de cursos. La relación entre la financiación de la investigación en sostenibilidad y la financiación total de la investigación Número de publicaciones académicas sobre medio ambiente y sostenibilidad publicadas Número de eventos académicos relacionados con el medio ambiente y la sostenibilidad

Fuente: (UI Green metric, 2020). Adaptado: Autores.

2.1.8 Metodológica para la identificación y evaluación de aspectos ambientales en instituciones de educación superior

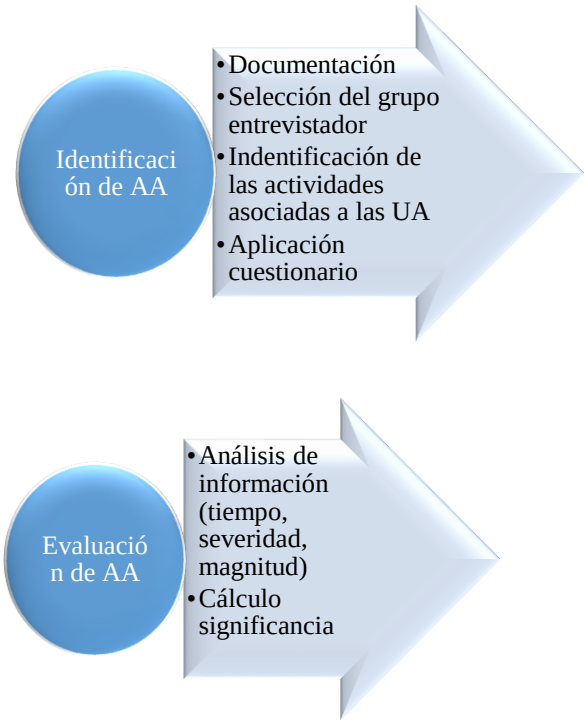
Para la identificación de los aspectos e impactos ambientales asociados a las áreas de trabajo del laboratorio dental se utiliza la metodología diseñada por Martínez-Bernal et al. (2017) para las instituciones de educación superior en el que, se tienen en cuenta el contexto y el análisis a partir de las características propias de las instituciones de educación superior

lo que permitirá apropiar los retos y oportunidades de la gestión ambiental, a partir de una visión educativa en lugar de una visión empresarial como en otras metodologías.

Para el desarrollo de la metodología se tienen en cuenta dos conceptos con el fin de referenciar los espacios que se analizan: la unidad de análisis (UA) y la unidad macro (UM). La *unidad de análisis* se relaciona con un espacio físico o conjunto de espacios donde se desarrollan actividades comunes y se comparten las mismas condiciones físicas, por lo que es probable que se presenten aspectos ambientales similares. Espacios como almacenes, áreas comunes de edificios, auditorios, baños, bibliotecas, cafeterías, espacios deportivos, laboratorios, oficinas, plazas, salas de informática, salas de reuniones, salones, talleres y zonas verdes pueden considerarse como unidades de análisis, siempre y cuando se compartan las mismas actividades en su interior. Por su parte, la *unidad macro* hace referencia al conjunto de unidades de análisis que pertenecen a un espacio físico diferenciable por elementos estructurales (por ejemplo, muros, cercas o rejas). En contraste con las unidades de análisis, dentro de una unidad macro se pueden llevar a cabo actividades de diferente índole. Los edificios que componen el campus de una IES son un ejemplo de unidades macro (Martínez-Bernal et al.,2017)

El diseño metodológico se hace a partir de dos etapas: la identificación de los aspectos ambientales y su posterior evaluación como se muestra en la **Figura 2**.

Figura 2. *Etapas y actividades para la metodología de identificación y evaluación de aspectos ambientales*



Fuente: (Martínez-Bernal et al., 2017). Adaptado: Autores.

2.1.8.1 Identificación de los aspectos ambientales. Para la identificación de los aspectos ambientales se plantean las siguientes fases:

2.1.8.1.1 Fase 1. Documentación. La documentación consiste en conocer la información de las actividades y procesos que se llevan a cabo en las instituciones de educación superior. Los documentos suministrados por la coordinación de gestión ambiental aportan información acerca de los aspectos ambientales y su comportamiento histórico.

2.1.8.1.2 Fase 2. Selección del grupo entrevistador. Teniendo en cuenta la documentación obtenida se selecciona y capacita un grupo investigador para obtener

información de los aspectos ambientales a partir de las unidades macro (UM) y unidades de análisis (UA). Las unidades macro o áreas de trabajo son aquellas áreas que concentran unidades de análisis que pertenecen a un espacio físico o áreas en común mientras que, las unidades de análisis son aquellas actividades que se relacionan por aspectos comunes y comparten las mismas condiciones físicas.

2.1.8.1.3 Fase 3. Identificación de las actividades asociadas a las unidades de análisis. Se realiza una entrevista o encuesta en la que se proporciona información acerca de las actividades de los aspectos ambientales. Las actividades se deben agrupar a partir de sus características con fines de sintetizar las actividades.

2.1.8.1.4 Fase 4. Aplicación del cuestionario. A partir de la identificación de las actividades realizadas se deben identificar los aspectos ambientales asociados. Para ello se realizado una encuesta a través de un cuestionario realizado al personal generador de los aspectos ambientales y de esta manera obtener la información en cada una de las áreas**.**

2.1.8.2 Fase 5. Análisis de información. En la evaluación de los aspectos ambientales se tiene en cuenta la información suministrada en la encuesta para determinar los atributos de tiempo, severidad y magnitud.

2.1.8.2.1 Atributo tiempo. Para la valoración de este atributo, se tiene en cuenta la frecuencia y duración del aspecto ambiental. Estos dos componentes permiten diferenciar los aspectos ambientales que presentan una frecuencia alta y una duración corta, de aquellos que pueden tener una frecuencia menor pero cuya duración puede conducir a que el tiempo total

del aspecto ambiental sea mayor. Para el cálculo de este atributo se tiene en cuenta los valores obtenidos para la Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá, se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. *Escala de valor para la evaluación del atributo tiempo*

Frecuencia	**Duración (horas)**												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Diario 240	3,41	3,84	4,09	4,27	4,41	4,52	4,61	4,7	4,77	4,84	4,9	4,95	5
Semanal 54	2,48	2,91	3,16	3,34	3,48	3,59	3,69	3,77	3,84	3,91	3,97	4,02	4,07
Mensual 12	1,54	1,97	2,23	2,41	2,54	2,66	2,75	2,84	2,91	2,97	3,03	3,09	3,14
Semestral 2	1,00	1,00	1,11	1,29	1,43	1,54	1,64	1,72	1,8	1,86	1,92	1,97	2,02

Fuente: (Martínez-Bernal et al., 2017). Adaptado: Autores.

2.1.8.1.1 ***Atributo Severidad.*** Para la valoración de este atributo se tiene en cuenta la cobertura, peligrosidad y efectos sobre la salud en los aspectos ambientales. Para el análisis de la cobertura se analiza si es extendida o localizada en el que, la primera es cuando los efectos de los impactos ambientales causan un efecto ambiental más allá de su generación mientras que, la última es cuando los efectos ambientales se generan al interior o en el sitio de generación. La peligrosidad, se identifica a partir de las características de los productos relacionados a los aspectos ambientales en el que, un producto o sustancia peligrosa es aquel que sea corrosivo, explosivo, toxico, inflamable, reactiva, infecciosa y/o radioactiva. Los efectos sobre la salud se describen como el nivel de daño que pueden generar los aspectos ambientales o las sustancias implementadas, para la evaluación de cada efecto sobre la salud se presenta en la Tabla 6.

Tabla 6. *Efecto de los aspectos ambientales sobre la salud*

Categoría	Efecto sobre la salud
Extremo	Muerte o invalidez
Critico	Enfermedades agudas o crónicas que generan incapacidad permanente parcial.
Severo	Enfermedades que causan incapacidad temporal, p.e. pérdida parcial de la audición.
Moderado	Enfermedad temporal que produce malestar, p.e. diarrea.
Leve	No tiene efecto sobre la salud o genera molestias o irritación, p.e. dolor de cabeza.

Fuente: (Martínez-Bernal et al., 2017). Adaptado: Autores.

2.1.8.2.3 Atributo severidad. Para la valoración de este atributo se tiene en cuenta los valores de efectos sobre la salud, peligrosidad y cobertura presentados en la **Tabla 7**.

Tabla 7. *Escala de valor para el atributo severidad*

Cobertura	Peligrosidad	Efectos en la salud				
		Extremo (5)	Critico (4)	Severo (3)	Moderado (2)	Leve (1)
Extendida (2)	Peligroso (5)	50	40	30	20	10
	No peligroso (3)	30	24	18	12	6
Localizada (1)	Peligroso (5)	25	20	15	10	5
	No peligroso (3)	15	12	9	6	3

Fuente: (Martínez-Bernal et al., 2017). Adaptado: Autores.

2.1.8.2.4 Atributo significancia. Para el cálculo de este atributo se obtiene a partir de la valoración de los anteriores atributos de acuerdo con la siguiente **Ecuación 1.**

Ecuación 1. *Cálculo del atributo significancia*

$$Significancia = Severidad\ + [Tiempo\ x\ Magnitud]$$

En el que, la severidad y tiempo se obtiene de las anteriores valoraciones mientras que, la magnitud se realiza a partir de la evaluación mediante indicadores que pueden ser cuantitativos y los resultados se categorizan empleando las etiquetas “muy alto”, “alto”, “medio”, “bajo” y “muy bajo”, que toman los valores de 10, 8, 6, 4 y 2, respectivamente.

A partir de los resultados de la significancia se identifican las categorías de los aspectos ambientales y se definen la prioridad para la toma de decisiones teniendo en cuenta los valores de la **Tabla 8**.

Tabla 8. *Valor de categoría para la prioridad en la toma de decisiones*

Categoría	Valores	Significancia	Prioridad para la toma de decisiones
Critico	81 - 100	Si	Inmediata
Severo	61 - 80	Si	Corto plazo
Moderado	41 – 60	Si	Mediano plazo
Leve	21 - 40	No	Largo plazo
Irrelevante	< 20	No	No requiere medida

Fuente: (Martínez-Bernal et al., 2017). Adaptado: Autores.

2.1.9 Fabricación de prótesis dentales

En la fabricación de prótesis dentales se elaboran prótesis completas o totales, prótesis fijas, prótesis removibles, además de las prácticas del doblado de alambres.

2.1.9.1 Prótesis total. Según Corega (2020), una prótesis total o completa son "dispositivos extraíbles que pueden usarse para reemplazar los dientes que faltan. Los dientes de la prótesis están hechos de porcelana o acrílico y se unen mediante una base de acrílico. Las prótesis dentales parciales son similares, pero sólo se usan para reemplazar algunos dientes. Una prótesis dental total consiste en un reemplazo de toda la dentadura''

Según Hilario Roxana (2012) el proceso para realizar las prótesis totales consiste en:

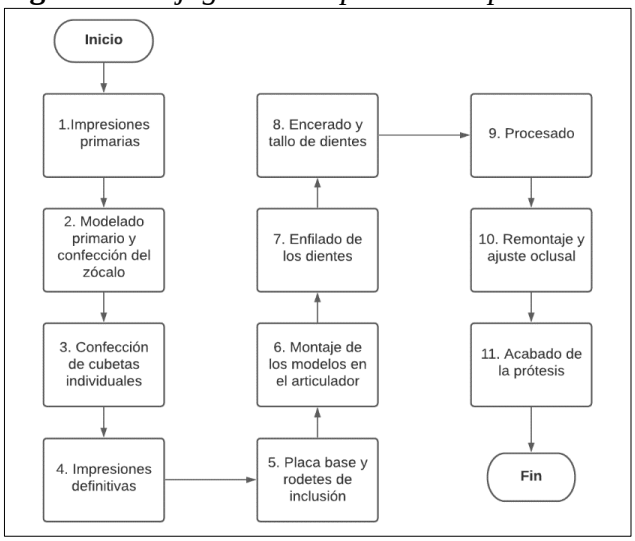
- Impresiones primarias: se obtiene las características anatómicas de la cavidad bucal del paciente con un material plástico que puede ser alginato

- Modelo primario y confección del zócalo: se hace el vaciado de yeso en la impresión anterior para posteriormente esperar el fraguado del yeso y retirar la impresión del modelo
- Confección de cubetas individuales: se realiza la confección del modelo primario en una cubeta de acrílico que le permita conseguir una impresión más exacta y detallada del paciente.
- Impresiones definitivas: en este paso se utiliza la cubeta individual adjuntando un material especial que permita reproducir con mayor detalle la impresión. La cubeta se prepara y se vacía en yeso donde se elaborará la prótesis total
- Placa base y rodetes de inclusión: se diseña la placa base que va a permitir la extensión y grosor de la prótesis total. Esta placa base se realiza a partir de un material termoplástico que pueda moldearse con un mechero como la cera. Posteriormente, se realiza el rodete de cera roja a partir de ciertas características como: soporte funcional, nivel del plano y entre otras.
- Montaje de los modelos en el articulador: este procedimiento consiste en fijar los modelos superiores e inferiores al yeso.
- Enfilado de los dientes: se colocan y alinean los dientes artificiales que pueden ser de: porcelana, acrílico u otro material
- Encerado y tallo de dientes: se agrega o elimina cera para proporcionar volumen y anatomía a la prótesis.
- Procesado: consiste en reemplazar la placa base y encerado por un material termoplástico como el acrílico para obtener características de resistencia y estética. Para obtener el acrilizado se debe:

- Enmuflado: la prótesis se confecciona mediante el vaciado de yeso en una mufla, mediante el siguiente proceso:
- Eliminación de cera: una vez el yeso se fragüe se elimina el encerado y la placa base con agua hirviendo por tres minutos
- Empaquetado o acrilado: se prepara el acrílico para su posterior empaquetado y prensado en la prótesis
- Polimerización del acrílico: se introduce el acrílico en la mezcla de monómero y acrílico para su posterior empaquetado en un recipiente de agua hirviendo a 60 °C
- Desenmuflado: finalizado el acrilado se procede a retirar la prótesis de la mufla
- Remontaje y ajuste oclusal: se lleva la prótesis al articulador para verificar su diseño.
- Acabado de la prótesis: se elimina el exceso de acrílico para alizar y pulir la prótesis con fines estéticos y buena adaptación para el paciente.

En la **Figura 3,** se presenta el flujograma del proceso de elaboración de prótesis totales.

Figura 3. *Flujograma del proceso de prótesis total*



Fuente: Autores.

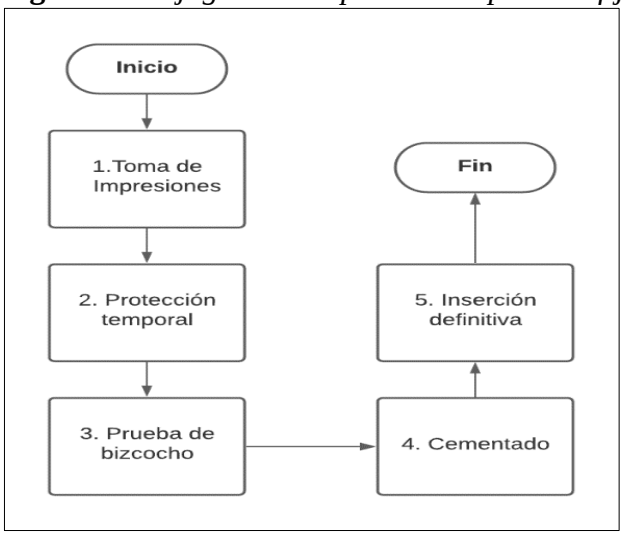
2.1.9.2 Prótesis fija. Las prótesis fijas se encargan de reponer dientes ausentes y en aquellos casos en los que la parte de la raíz está en boca. Es un tratamiento de patología encargado de eliminar la oclusión(Sánchez Giménez, 2016).

Según Sánchez Giménez (2016), existen diferentes procesos según sea el tipo de prótesis que se vaya a fabricar, *los materiales metálicos de la prótesis pueden ser una aleación cromo-cobalto* y el proceso general para fabricar las prótesis fijas es el siguiente:

- Toma de impresiones: se realiza la impresión a partir de alginato o silicona en la boca del paciente.
- Protección temporal: se realiza una impresión previa en alginato de la impresión para posteriormente colocar vaselina alrededor de la primera impresión con el uso de resina acrílica. Finalmente, se fraguan los materiales para posteriormente ser utilizados en el proceso de cementado.
- Prueba de bizcocho: se hacen controles de estética, oclusión, fonación y entre otros para corregir los errores producidos en las anteriores etapas.
- Cementado: consiste en dos etapas el cementado provisional y el cementado permanente en el que, el primero se utilizan cementos a base de óxido de zinc que permitan un fácil desmonte de la prótesis mientras que, el segundo se realiza a base de resinas que para su desmonte se hará necesario el uso de un martillo levanta puentes
- Inserción definitiva: se utilizan polímeros, adhesivos, cementos y entre otros materiales en boca para llevar a cabo una correcta inserción de la prótesis.

En la **Figura 4**, se presenta el flujograma del proceso para la elaboración de las prótesis fijas.

Figura 4. *Flujograma del proceso de prótesis fija*



Fuente: Autores.

2.1.9.3 Prótesis removible. Las prótesis removibles son varios tipos de prótesis que por su característica removible se agrupan en una misma área, estas prótesis son aquellas que cumplen la función de rehabilitación dental que, como su nombre indica, pueden ser retiradas y colocadas por el paciente sin ayuda de un profesional. Se conocen comúnmente como dentaduras postizas y están sujetas a la boca mediante los dientes y/o la mucosa.(Aguilera Constansa, 2018a)

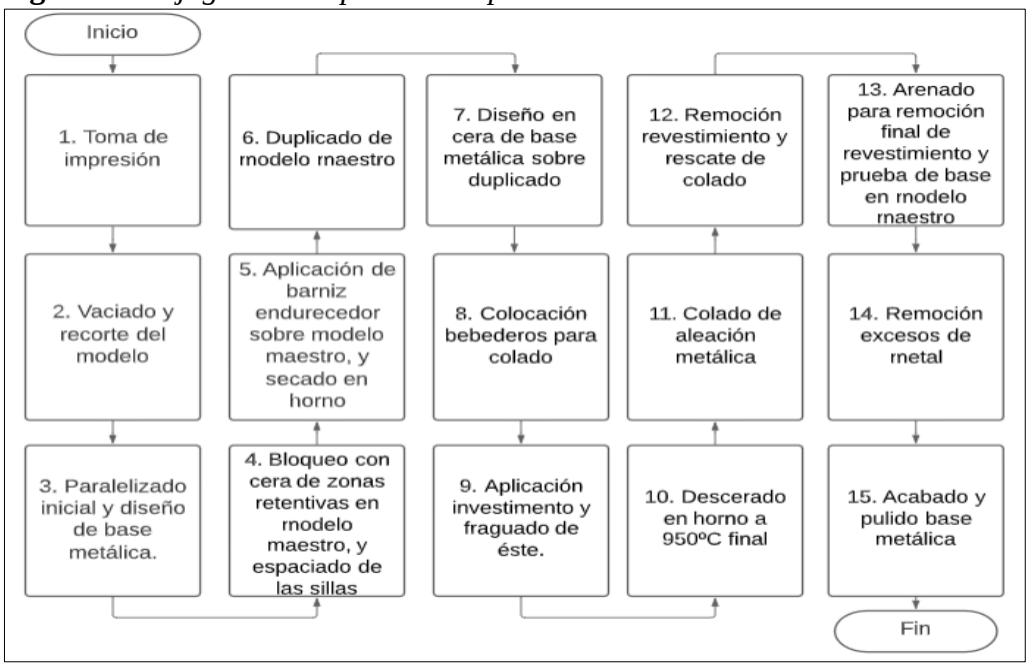
El proceso de realización de estas prótesis según Aguilera Constansa (2018) es el siguiente:

- Toma de impresión: en este paso se toman las impresiones de la cavidad bucal en alginato las cuales permiten el diseño del molde.
- Vaciado y recorte del modelo: en este paso se realiza el recorte y modelado del yeso previamente utilizado.
- Paralelizado inicial y diseño de base metálica: en esta fase se realiza la corrección de problemas de inserción dados por tejidos duros y/o blandos.

- Bloqueo con cera de zonas retentivas en modelo maestro, y espaciado de las sillas
- Aplicación de barniz endurecedor sobre modelo maestro, y secado en horno
- Duplicado de modelo maestro: se realiza un duplicado que permitirá la creación de las bases metálicas posteriormente.
- Diseño en cera de base metálica sobre duplicado: se realizan las bases metálicas trabajando sobre el duplicado maestro previamente creado.
- Colocación bebederos para colado: este paso consiste en la creación de bebederos que permitirán la inserción del metal en los moldes creados.
- Aplicación investimento y fraguado: esta fase busca el endurecimiento del yeso para la creación final de la pieza.
- Descerado en horno a 950ºC final: este paso consiste en el descerado y limpieza del modelo.
- Colado de aleación metálica: en este paso se realiza la fundición y adición de metal al molde.
- Remoción revestimiento y rescate de colado: en este paso se retira el bebedero previamente colocado y se dispone el bebedero utilizado.
- Arenado para remoción final de revestimiento y prueba de base en modelo maestro: la prótesis se pasa por arena fina de entre 25 a 100 micras con el fin de pulir las imperfecciones generadas en el proceso.
- Remoción excesos de metal: se remueve el exceso de metal mediante un pimpollo
- Acabado y pulido de base metálica: en esta fase se busca darle el acabado optimo a la base metálica y obtener un producto final adecuado mediante el baño en liquido electrolítico.

En la **Figura 5**, se presenta el flujograma del proceso para la elaboración de las prótesis removibles.

Figura 5. *Flujograma del proceso de prótesis removible*



Fuente: Autores.

2.1.9.4 Practica de doblaje de alambres. En el laboratorio dental se realiza la manipulación de alambres para los procedimientos de los laboratoristas, estos alambres de acero son una aleación de hierro con otros metales como el Cromo (Dureza) y el Níquel (brillo y maleablidad), este material es utilizado por sus características químicas las cuales lo hacen tolerante a los tejidos e insípido.(Diaz et al., 1999)

Los pasos para el cortado y manejo del alambre son los siguientes:

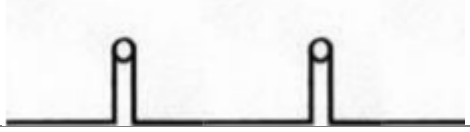
- Doblado: con el alicate se sostiene firmemente el alambre y los dedos de la mano libre del operador son los que ejercen presión para doblarlo, si el operador es diestro el

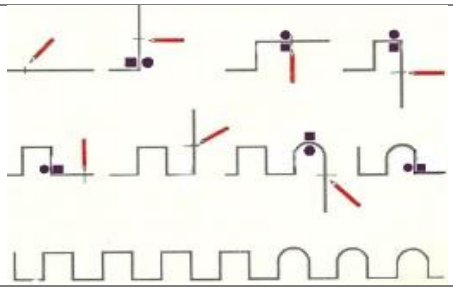
doble se debe realizar con los dedos de la mano izquierda mientras con la otra mano se sostiene el alicate para manejar el alambre

- Secuencia: cortar el alambre, calculando el largo según la figura a reproducir
- Apoyo: el alambre se apoya sobre el dibujo a reproducir y se marca con lápiz el punto donde se ubicará los bocados del alicate
- Manejo: con el alicate indicado tomar el alambre en el punto marcado de manera que pueda ser doblado hacia abajo
- Remate: ejecutar doblez
- Duplicado: en esta fase se coloca de nuevo el alambre para la realización de la verificación del dobles y nueva figura a realizar

Los procesos de doblado y corte en el laboratorio según (Diaz et al., 1999), buscan que el profesional adquiera la capacidad de hacer varias figuras en diferentes materiales ya que requieren adquirir gran destreza en el manejo de los alambres de acero inoxidable por lo que realizan constantemente ejercicios como los presentados en la ***T*abla *9*** donde se muestra como se hace hasta no conseguir que el interior esté perfecto ya que todo doblez mal realizado sobre un alambre genera zonas débiles y de fácil fractura.

Tabla 9. *Ejercicios realizados en el laboratorio dental con alambres*

Ejercicios realizados en el laboratorio dental con alambres	
1. Loop vertical simple (alambres 0,7 mm)	1.
2. Loop vertical reforzado (alambres 0,7 mm)	2. 

Ejercicios realizados en el laboratorio dental con alambres	
3. Figuras de doblado	3. 

Fuente: (Diaz et al., 1999).

La realización de todos estos ejercicios de doblado y manejo de estos materiales permiten que el profesional adquiera las siguientes capacidades (Diaz et al., 1999)

- Reconocer las pinzas de mayor uso en el doblado de alambres.
- Manejar los diferentes instrumentos para el doble de los alambres de diferentes calibres
- Adquirir agilidad para realizar dobleces en alambres de diferentes calibres.
- Obtener un buen doblez en el alambre.

En la **Figura 6**, se presenta el flujograma del doblado de alambres.

Figura 6. *Flujograma doblado de alambres*

Fuente: Autores.

2.2 Marco conceptual

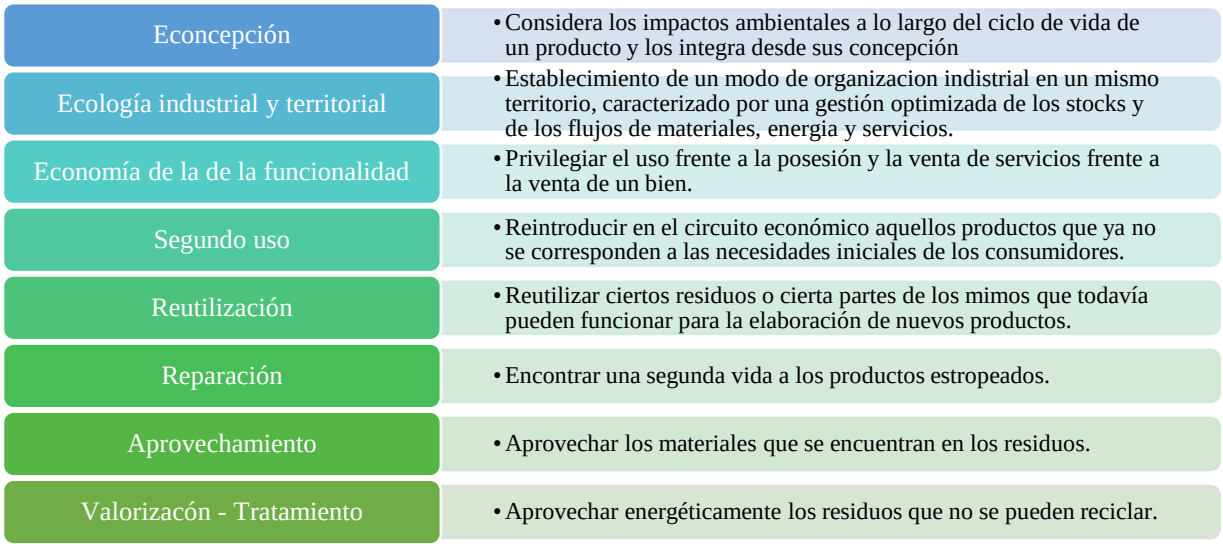
2.2.1 Economía circular en la gestión ambiental

En la actualidad, el modelo económico se maneja de forma lineal, el cual está basado en la adquisición, uso y disposición final de los productos, generando acumulación de desechos en los vertederos sin tener en cuenta estrategias para reciclar, reincorporar y reducir los residuos. El concepto de economía circular funciona sobre el principio de reemplazar la configuración de bucle abierto, que comprende un patrón lineal de producción y consumo, por un sistema circular de bucle cerrado. En una configuración circular de circuito cerrado, el valor de los productos, materiales y servicios se mantiene en su uso activo el mayor tiempo posible mediante el principio de reciclar, reducir y reutilizar(Goyal Sandeep et al., 2021).

La economía Circular contempla un sistema en el que los insumos, los residuos, las emisiones y las pérdidas de energía son minimizados mediante la optimización, el cierre y la reducción de la magnitud de los ciclos de materiales y energía. En este sistema se realiza una evaluación de los impactos ambientales desde la adquisición de materias primas, diseño, fabricación, transporte y producto final. Esta evaluación permite el diseño de productos duraderos pensando en la reparación, reutilización e inclusión en las etapas de producción reduciendo así los gastos de las empresas (DANE, 2020).

El documento del Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) emitido por el Departamento Nacional de Planeación en Colombia, presenta los principios de la economía circular, que explican la lógica de su funcionamiento, estos se muestran en la **Figura 7.**

Figura 7. *Principios de Economía Circular*



Tomado de: (DNP, 2016): Adaptado autores.

La articulación de estos ocho pilares en los que se basa la economía responde a un eje fundamental en el que se busca la responsabilidad empresarial, institucional y social de proteger el medio ambiente. (DANE, 2020) La economía circular además ofrece a las empresas o instituciones ventajas representativas como son, el aprovechamiento de los materiales en cada una de las etapas reduciendo costos económicos y generando propuestas de trabajo, desarrollo e innovación promoviendo el tejido económico y social ofreciendo a su vez la capacidad de una mejora continua a las empresas. Mediante este sistema se propicia la protección del medio ambiente, la responsabilidad empresarial e innovación en métodos de producción. (DANE, 2020).

Así pues, un Sistema de Gestión Ambiental está encaminado a lograr una armonía entre el ambiente, la sociedad y la economía buscando mitigar las presiones generadas día a día por el uso de recursos naturales, la gestión inapropiada de residuos, el cambio climático, la degradación de ecosistemas, entre otros, lo anterior, ha llevado a cambios en la normativa a adaptarse en pro de mantener un ambiente sano que ha incidido en la implementación del

SGA, realizando una serie de medidas que contribuyan a la conservación del medio ambiente desde cada una de las actividades asociadas a la organización e incorporando políticas como la economía circular, análisis de ciclo de vida entre otras.(NTC-ISO 140001, 2015)

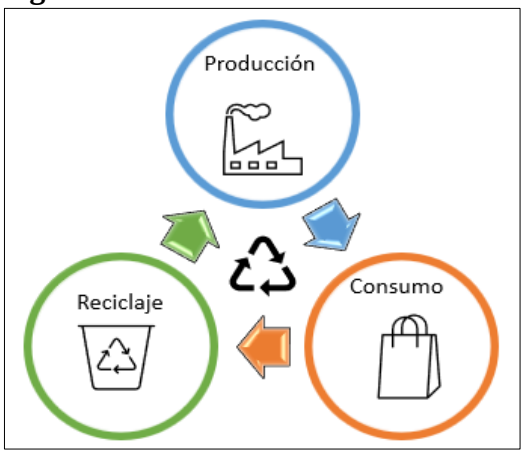
2.2.2 Inclusión del modelo de economía circular en Colombia

Para lo que tiene que ver con el modelo económico de producción y consumo lineal es claro que permite mejorar la cobertura de los servicios, pero ha generado una problemática en torno al tratamiento de los residuos sólidos ya que analizando un escenario de crecimiento poblacional se estima que la producción de residuos del país aumentará de 13,8 millones de toneladas en 2014 a 18,7 millones de toneladas en 2030, esto equivale a 321 kg de residuos por persona. Estos cálculos llevan a replantear el modelo lineal de producción y consumo, el cual presenta varios desafíos en materia de escasez de materias primas y de suelos necesarios para la creación rellenos sanitarios que permitan la disposición final de los residuos generados (DNP, 018).

Como respuesta a esta situación, el país avanzó en la formulación de la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos la cual incorpora el modelo de economía circular como eje transversal. Con este nuevo modelo se busca aumentar la eficiencia en el ciclo de producción y consumo, reduciendo el uso de los recursos y la producción de residuos al mínimo y agregándoles mayor valor a lo largo de su ciclo de vida con una continua reutilización. (DNP, 2018)

En la **Figura 8**, se presenta el modelo de Economía Circular y su implementación en las organizaciones.

Figura 8. *Modelo de economía circular*



Fuente: (DNP, 2018). Adaptado: Autores.

Esta política de Economía Circular define una jerarquía para la gestión de residuos la cual se detalla en la **Figura 9**. En primer lugar, se definen las actividades de prevención las cuales están encaminadas a disminuir los desechos, luego de esto se busca dar una reutilización enfocada en el aprovechamiento o etapa en la que se quiera incorporar. Por último, el tratamiento de los residuos no utilizables para llevarlos al lugar de disposición final. (DNP, 2018)

Figura 9. *Gestión de residuos sólidos en una empresa*

Fuente: (DNP, 2018). Adaptado: Autores.

Ahora bien, los residuos sólidos son una parte de la política de consumo y producción responsable. No obstante, otros residuos peligrosos (RESPEL) como residuos de aceite, cobre, mercurio, plomo y PCB (Policlorobifenilos), provenientes de actividades en sectores como las industrias extractivas, el sector salud y automotriz, requieren de especial atención, ya que representan altos riesgos para la salud humana y el medio ambiente, algunos efectos de las afectaciones son: enfermedades crónicas, malformaciones congénitas y esterilidad, entre otros. Para hacer frente a esta problemática, desde 2005, el país cuenta con una Política Nacional para la Gestión Integral de los Residuos Peligrosos. (DNP, 2018).

En 2011, se definieron los criterios para el manejo y la eliminación de los equipos contaminados con PCB y, entre 2012 y 2014, se promovió la legislación necesaria para reglamentar los establecimientos encargados del tratamiento, aprovechamiento y/o disposición de desechos peligrosos. Adicionalmente, en 2014, se actualizó la norma de residuos generados en la atención en salud y otras actividades. De otra parte, en 2017, se elaboró la Política Nacional de Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos y se fortaleció el sistema para el seguimiento a la generación de Respel (Registro de generadores de residuos Sólidos peligros). (DNP, 2018).

Los resultados de dicho fortalecimiento se traducen en una mejor identificación de las fuentes de Respel y una reducción del volumen de toneladas producidas. En 2016, con información del 95% de las entidades que reportan, el país registró 305.216 toneladas de residuos peligrosos generados, el más bajo desde 2013. (DNP, 2018)

Los informes anteriores permiten evidenciar el compromiso de Colombia para con el medio ambiente, estas políticas han ido involucrando a las empresas directamente, es por esto, que tanto empresas como instituciones han empezado la implementación de SGA en sus ciclos productivos o actividades, permitiéndoles conocer sus zonas grises realizando

mejoras continuas en sus procesos en pro de conseguir una responsabilidad empresarial y social. (DNP, 2018)

2.2.3 Servicios ofrecidos en los laboratorios dentales

Los laboratorios de la tecnología de Laboratorio Dental son sitios en los que se llevan a cabo fabricaciones de distintos aparatos dentales, con el fin de mejorar las condiciones de los pacientes de odontología (Ngombane, 2018). Según Fuertes Dopico (2017), en base al tipo de prótesis dental que se vaya a producir, se necesitan ciertos materiales para la elaboración en el que los principales procesos que se realizan son:

2.2.3.1 Prótesis removible. Son aquellas que se pueden extraer con facilidad por el paciente. (Organización colegial de dentistas en España, 2020) En su proceso se necesita el uso de hornos de altas temperaturas y entre sus principales materiales están: aleaciones cromo-cobalto, discos de corte, ruedas de goma y líquido electrolítico (Ngombane, 2018).

2.2.3.2 Prótesis fija. La organización colegial de dentistas en España define que, son aquellas que no se pueden retirar por el paciente y son extraídas por un odontólogo en caso de ser requerido. Se encarga parcial o totalmente de parte del tratamiento odontológico. Entre sus principales materiales destacan: yeso, resina, acrílico y entre otros (Ngombane, 2018).

2.2.3.3 Prótesis mixta. Es aquella que se forma en conjunto por una prótesis removible metálica y una prótesis fija, en el que la prótesis removible cumple la función de soportar los dientes artificiales y se encuentran unidos por un anclaje para formar un único

diseño. Los principales materiales utilizados son: metales, yeso, resina y entre otros (Clinica aoi, 2017).

2.2.3.4 Ortodoncia. Según Corral (2010), la ortodoncia es "la especialidad odontológica que se ocupa de estudiar y corregir la posición de los dientes, las arcadas dentarias y los problemas de la ATM (Articulación Temporo Mandibular)." Entre sus materiales se destacan: yeso dental, alambre de acero inoxidable, soldaduras, resinas y entre otros (Ngombane, 2018).

2.2.4 Impactos ambientales de los laboratorios dentales

Según la World Health Organization (2014) en su informe realizado en 2004 de políticas para la gestión segura de los residuos sanitarios, se define que los residuos provenientes de la atención a la salud son de descarte debido al riesgo potencial de transmitir enfermedades dado que los instrumentos y materiales están en contacto con la saliva y la sangre durante varias etapas de los procesos (Haralur et al., 2016).

En un estudio realizado por Komilis et al., (2008) en Grecia, con el fin de categorizar los residuos sólidos generados en un laboratorio dental se identificó los residuos. En la **Tabla 10**, se presentan los principales residuos generados en los laboratorios dentales.

Tabla 10. *Residuos sólidos de laboratorios dentales*

Residuos sólidos de laboratorios dentales		
Residuos peligrosos		**Residuos de tipo hogar**
Residuos infecciosos y potencialmente infecciosos	**Residuos tóxicos no infecciosos**	
Son aquellos que por su uso están en contacto con saliva y sangre como lo pueden ser las impresiones dentales	Son aquellos que principalmente su composición es una aleación en la que en sus componentes pueden estar cromo, níquel, plata y otros	Son aquellos que por su composición pueden ser de

Residuos sólidos de laboratorios dentales	
Residuos peligrosos	**Residuos de tipo hogar**
metales. En algunas ocasiones estos se descartan como polvo o sobrantes de la fundición	tipo doméstico como la cera y el yeso

Fuente: (Ngombane, 2018).

Varios investigadores como Komilis et al, han encontrado que los modelos de yeso se pueden aglomerar en las trampas de sedimentos del desagüe de los laboratorios y ocasionar que, en algunos casos, el sistema de alcantarillado colapse. Se define como residuos peligro cualquier tipo de residuo que, por sus características físicas, biológicas, químicas, inherentes y toxicológicas impactan al ambiente y a la salud humana, a su vez también pueden ser sustancias explosivas, corrosivas, químicamente reactivas, venenosas y biopeligrosas (Ngombane, 2018). En el caso de los laboratorios dentales, se pueden tener en cuenta dos importantes materiales: el líquido electrolítico y el líquido monómero del metacrilato en el que, el primero es utilizado para pulir piezas de cromo-cobalto el cuál es corrosivo y tiene la particularidad de que con el uso constante del líquido va deteriorando el equipo usado para pulir las piezas metálicas. El líquido monómero es un componente inflamable y combustible que puede presentar un peligro en su uso, en el área de manejo y en el almacenamiento de este (Ngombane, 2018).

Los residuos sólidos en los laboratorios dentales han tomado relevancia en las investigaciones como uno de los mayores puntos para tener en cuenta para conseguir un manejo sostenible en el que, a partir de una gestión adecuada de residuos enfatizada en el manejo, reducción en la generación o aprovechamiento de estos, se influye en la disminución de la huella de carbono en los laboratorios dentales. (Duane et al., 2019).

A partir de la importancia que han tomado los residuos sólidos, son varios estudios los que se han realizado en base a la cantidad de residuos generados en los laboratorios dentales, examinado la composición, producción, manejo e impactos ambientales. En un estudio realizado por Mandalidis et al. (2018) en Grecia, se realizó la recolección de residuos sólidos en una clínica dental durante cuatro semanas por cinco días a la semana en el que, se les hacía un proceso de separación para lograr así, una recolección de aproximadamente 141 kg. Al final del estudio se obtuvo una composición de 8% residuos domésticos y 92% de residuos peligrosos en el cual, los residuos con mayor relevancia a partir de su generación fueron papel 36,4%, guantes 30,6% y empaques plásticos 12,6%. (Mandalidis et al, 2018)

Otra parte fundamental del análisis del laboratorio dental es identificar las condiciones laborales y las diferentes exposiciones a la salud que pueden afectar a los trabajadores que, para este caso, se han analizado aspectos como emisiones y enfermedades respiratorias más comunes en la organización. Para las emisiones se tiene que los principales efectos se generan a partir de la inhalación de polvos de trituración como metacrilato y monómero, pulido de aleaciones metálicas, resinas, cerámicas, yesos y acrilatos (Hu et al., 2006;Alavi et al., 2011).

En el 2006 Hu et al. (2006) realizó un estudio con el objetivo de investigar las emisiones generadas en laboratorio dental para 45 técnicos dentales de cinco laboratorios dentales de Taiwán, teniendo en cuenta el inicio y fin de cada turno durante tres días laborales. Para la recolección de las emisiones se utilizaban tubos en los que el flujo se regulaba, para posteriormente ser llevado a un filtro de PM 2.5 y finalmente ser analizado por fluorescencia de rayos X. Los resultados del estudio lograron determinar que las partículas PM2.5 variaron entre 26 mg/m^3 a 664 mg/m^3 y los principales metales producidos son níquel, cobalto y cromo teniendo como conclusión que la producción de PM2.5 junto a

los metales detectados son bajos estadísticamente y generan una pequeña disminución en las funciones pulmonares de los técnicos dentales (Hu et al., 2006).

Los autores han optado por diferentes metodologías con la finalidad de identificar las posibles enfermedades respiratorias y su repetitividad en el laboratorio dental. En 2011 Alavi et al. realizó un análisis de 42 técnicos dentales de Irán con una edad media de 31 años para una experiencia promedio de 9 años laborales en el que, se aplicaba un cuestionario de generalidades como consumo de tabaco, síntomas frecuentes, horas de trabajo diarias, ventilación laboral, exposición a materiales como cromo, cobalto, aluminio, yesos y entre otros y su frecuencia de exposición. Posteriormente, se realizaba una espirometría y un chequeo del tórax mediante una radiografía. Entre los principales resultados del estudio se encontraron que los síntomas más frecuentes son disnea, tos y sibilancia además de, encontrar que la experiencia laboral no se relaciona con las enfermedades respiratorias.

Finalmente, en 2019 en Italia Musacchio et al., llevo a cabo una investigación con el fin de verificar el ruido en los laboratorios dentales teniendo en el que se evaluaron 52 técnicos de cuatro laboratorios con una jornada de ocho horas diaria. La metodología consistía en realizar una audiometría al sitio de estudio evaluando la frecuencia e intensidad del ruido generado en los laboratorios dentales teniendo como resultados que, los niveles de ruido no superan el límite permisible por la directiva europea de 80 dB con un promedio de 74 dB y teniendo que a partir de los niveles obtenidos en la investigación no representan un riesgo para los técnicos dentales.

2.2.5 Salud ocupacional de los tecnólogos dentales

Un aspecto importante de los laboratorios dentales son las condiciones laborales y cómo desempeñar las funciones cotidianas del laboratorio puede afectar la salud a corto y

largo plazo. Para ello, Jacobsen et al.(1996) realizó un cuestionario en el que se descubrieron algunas de las principales enfermedades asociadas al ejercicio de los técnicos dentales en el que se hizo la selección de 489 hombres y 242 mujeres que representaban el 56% de los técnicos dentales de Suecia con un promedio de edad de 44.4 años con una vida laboral entre 27 y 17 años. Entre los principales resultados se tienen:

- El 79% de los técnicos ha presentado alguna enfermedad en los últimos dos años
- Las mujeres son en mayor medida susceptibles a sufrir enfermedades por riesgo ocupacional
- La edad es un factor importante para sufrir una enfermedad por riesgo ocupacional

En la **Tabla 11** se presentan las principales enfermedades y riesgos laborales propensas a sufrir por los tecnólogos dentales.

Tabla 11. *Riesgos ocupacionales del laboratorio dental.*

Riesgo ocupacional	Descripción	Causas	Afectabilidad (%)
Enfermedad muscular	Asociados a dolores lumbares, tensión, rigidez, movilidad reducida en los músculos y articulaciones del cuello	Asociado al estrés por las jornadas largas de trabajo junto a condiciones laborales con poco confort	68% (452 técnicos) de los usuarios encuestados. Para una afectabilidad en el 72% (174 técnicos) del total de mujeres encuestadas y 57% (278 técnicos) del total de los hombres encuestados.
Enfermedades dérmicas	Se encontraban enfermedades dérmicas de gravedad como picor, enrojecimiento, fisuras, llagas, dolor y sangrado en la yema de los dedos. Las reacciones dérmicas se presentaron constantemente en la cara, cuello y brazos	Trabajo con yeso, monómero y productos químicos como pulido de oro, cerámica, oxido de aluminio, detergentes, revestimientos y entre otros	34% (248técnicos) de los usuarios encuestados. Para una afectabilidad en el 43% (103 técnicos) del total de mujeres encuestadas y 30% (145 técnicos) del total de los hombres encuestados.
Enfermedad neurológica	Asociados a picazón y hormigueo en los dedos	Jornadas largas de vibración y pulido de piezas dentales	26% (191 técnicos) de los usuarios encuestados. Para una afectabilidad en el 31% (76 técnicos) del total de mujeres encuestadas y 24% (115 técnicos) del total de los hombres encuestados.

Riesgo ocupacional	Descripción	Causas	Afectabilidad (%)
Enfermedad sistémica	Se generaban dolores de cabeza, vértigo, fatiga y entre otros	Relacionado al ruido, carga, estrés y clima laboral	19% (136 técnicos) de los usuarios encuestados. Para una afectabilidad en el 26% (63 técnicos) del total de mujeres encuestadas y 15% (73 técnicos) del total de los hombres encuestados
Enfermedad de visión	Los riesgos oculares generaban resequedad en los ojos, enrojecimiento, problemas para enfocar la vista, sensación parpadeante y entre otros.	Carga y estrés laboral, trabajo con polvos, clima laboral y entre otros	13% (94 técnicos) de los usuarios encuestados. Para una afectabilidad en el 17% (40 técnicos) del total de mujeres encuestadas y 11% (54 técnicos) del total de los hombres encuestados
Enfermedad de audición	La audición se veía afectada con sonidos de alta frecuencia y su aplicabilidad se relacionaba con la experiencia del técnico dental.	El tiempo laboral es el principal factor para tener en cuenta	5% (39 técnicos) de los usuarios encuestados. Para una afectabilidad en el 5% (12 técnicos) del total de mujeres encuestadas y 6% (29 técnicos) del total de los hombres encuestados
Enfermedad respiratoria	Enfermedades en el tracto respiratorio con sequedad, dolor y mucosa inflamada en la nariz y garganta con el que se generaba tos irritante y congestión nasal	Las causas son similares a las afectaciones dérmicas por el trabajo con pulido de materiales y cromo-cobalto	31% (224 técnicos) de los usuarios encuestados. Para una afectabilidad en el 33% (81 técnicos) del total de mujeres encuestadas y 29% (143 técnicos) del total de los hombres encuestados

Fuente: (Jacobsen et al., 1996). Adaptado: Autores.

2.2.6 Marco legal

Para la puesta en marcha de la ISO 14001:2015 se deben identificar los requisitos legales y otros requisitos a los cuales la organización deba acogerse. En la **Tabla 12** se muestras los requisitos y las características de cada uno de ellos.

Tabla 12. *Marco legal*

MARCO JURÍDICO	ENTIDAD	DESCRIPCIÓN	OBLIGACIÓN USTA
Resolución 1164 de 2002	Ministerio del Medio Ambiente	Por la cual se adopta el Manual de Procedimientos para la Gestión Integral de los residuos hospitalarios y similares.	Adoptar el Manual de Procedimientos para la Gestión Integral de los Residuos Hospitalarios y similares.
Decreto 4741 de 2005	Ministerio de ambiente, Vivienda y	Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos	Regular el manejo de los residuos o desechos generados.

MARCO JURÍDICO	ENTIDAD	DESCRIPCIÓN	OBLIGACIÓN USTA
	Desarrollo Territorial	peligrosos generados en el marco de la gestión integral.	
Resolución 1043 de 2006	Ministerio de la protección social	Por la cual se establecen las condiciones que deben cumplir los Prestadores de Servicios de Salud para habilitar sus servicios e implementar el componente de auditoria para el mejoramiento de la calidad de la atención.	Artículo 1: condiciones que deben cumplir los prestadores de servicios de salud para habilitar sus servicios.
Resolución 909 de 2008	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones.	Artículo 4. Estándares de emisión admisibles para actividades industriales.
Ley 1333 de 2009	Ministerio de Minas y energía Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio Ambiental y se dictan otras disposiciones	Conocer los procesos sancionatorios de los recursos naturales junto a sus posibles sanciones, medidas preventivas y demás disposiciones
Decreto 3930 de 2010	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del título VI –Parte III- Libro II del Decreto –Ley2811 de 1974 en cuanto a usos de agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.	Cumplimiento con los vertimientos.
Decreto 351 de 2014	Ministerio de Salud y Protección Social	Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en la atención en salud y otras actividades.	Artículo 6: Obligaciones del generador.
Decreto 1477 de 2014	Ministerio de trabajo	Por el cual se expiden la tabla de enfermedades laborales	Se relacionan las posibles enfermedades generadas por el manejo de ciertos productos.
Decreto único 1076 de 2015	Ministerio de ambiente y Desarrollo Sostenible	Por medio de la cual se expide el Decreto único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible	Optimización de los procesos productivos buscando disminuir la generación de residuos sólidos.
Decreto 1076 de 2015	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario de Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible	Gestionar el ambiente y los recursos naturales renovables de acuerdo con lo establecido en el decreto.
Resolución 631 de 2015	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Se establecen los parámetros y valores máximos permisibles en vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público.	Artículo 16: Vertimientos puntuales de ARnD al alcantarillado. Artículo 14: Actividades de atención a la salud humana - atención médica con y sin intervención.

MARCO JURÍDICO	ENTIDAD	DESCRIPCIÓN	OBLIGACIÓN USTA
Resolución 2184 de 2019	Ministerio de Vivienda y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se modifica la resolución 668 de 2016 sobre el uso racional de bolsas Por la cual se modifica la resolución 668 de 2016 sobre el uso racional de bolsas plásticas y se adoptan otras disposiciones.	Realizar el reciclaje de residuos de acuerdo con los nuevos colores de bolsas establecidos por la resolución (nuevo código de colores).

Fuente: Autores.

3. Método

El Sistema de Gestión Ambiental para los laboratorios de la tecnología de Laboratorio Dental de la Universidad Santo Tomás, seccional Bucaramanga, sigue los lineamientos de la Norma Técnica Colombiana ISO 14001:2015, que describe los requerimientos para el diseño del Sistema de Gestión Ambiental y son los siguientes:

3.1 Contexto de la organización

Esta etapa consiste en determinar las partes interesadas en el sistema de gestión ambiental junto a sus expectativas, las cuestiones externas e internas que influyen en los resultados del SGA, el alcance del SGA, los requisitos legales y otros requisitos aplicables al SGA, los productos y/o servicios aplicables al alcance y entre otros. Es una etapa de diagnóstico que va a permitir identificar las oportunidades para la empresa y el medio ambiente.

3.2 Liderazgo

Comprende el compromiso de la alta dirección con la puesta en marcha del sistema de gestión ambiental a partir de estrategias para la apropiación del SGA, educación al personal de la organización además de, la formulación de la política ambiental de la

organización en la que se debe implementar y comunicar en la organización. Finalmente, se deben asignar roles y responsabilidades para los procesos de la organización.

3.3 Planificación

En la planificación se elaboran los procesos necesarios para llevar a cabo el sistema de gestión ambiental como: determinar los riesgos y oportunidades del desarrollo del proceso, reconocer los aspectos ambientales de la organización y condiciones de operación, determinar la aplicación de los requisitos legales y otros requisitos en el que, lo anterior va a aportar en la planificación de los objetivos ambientales que deben ser coherentes con la política ambiental y de ser posible ser medibles.

3.4 Operación

En esta etapa se elabora la planificación y los controles operaciones para la minimización de los aspectos ambientales significativos, además de la preparación y la respuesta ante emergencias.

En la planificación se elaboran las acciones para que se cumplan los objetivos ambientales teniendo en cuenta los riesgos y oportunidades identificados para ello, se deben tener en cuenta el ciclo de vida de los procesos junto a la definición de criterios ambientales para el desarrollo de estos. En la preparación y la respuesta ante emergencias, se relacionan los protocolos encaminados a disminuir las posibles emergencias que pueden suceder en el desarrollo de los procesos junto al mantenimiento de la información documentada en los casos que se apliquen los protocolos.

3.5 Evaluación del desempeño

La evaluación del desempeño comprende el establecimiento del seguimiento, medición, análisis y evaluación para llevar a cabo la auditoría interna del SGA y la posterior revisión por la dirección. Para ejecutar la evaluación del desempeño se tienen en cuenta factores como el control de los aspectos ambientales, objetivos y metas ambientales, control operacional, entre otros.

4. Resultados

4.1 Contexto de la organización

En el contexto de la organización se tiene en cuenta la comprensión de la organización y de su contexto interno y externo. En el primero se determinan aspectos del programa de la tecnología de Laboratorio Dental. En el segundo, se presentan aspectos relacionados con la USTA Seccional Bucaramanga y la USTA Multicampus.

Además, se determinan las necesidades y expectativas de las partes interesadas y la determinación del alcance del sistema de gestión ambiental.

4.1.1 Contexto interno

En este numeral se describen aspectos relacionados con la tecnología de Laboratorio Dental como la naturaleza y régimen legal del programa, perfil del egresado, autoridades y la malla curricular.

4.1.1.1 Naturaleza y régimen legal del programa. El reglamento particular del programa de la tecnología de laboratorio dental determina que:" El Programa de tecnología en Laboratorio Dental, adscrito a la Facultad de Odontología de la Universidad Santo Tomás seccional Bucaramanga, pertenece a la División de Ciencias de la Salud. Su carácter y ordenamiento se rigen por el Estatuto Orgánico de la Universidad Santo Tomás, el Reglamento Estudiantil de Pregrado, el propio del Programa y demás disposiciones que le son concordantes.

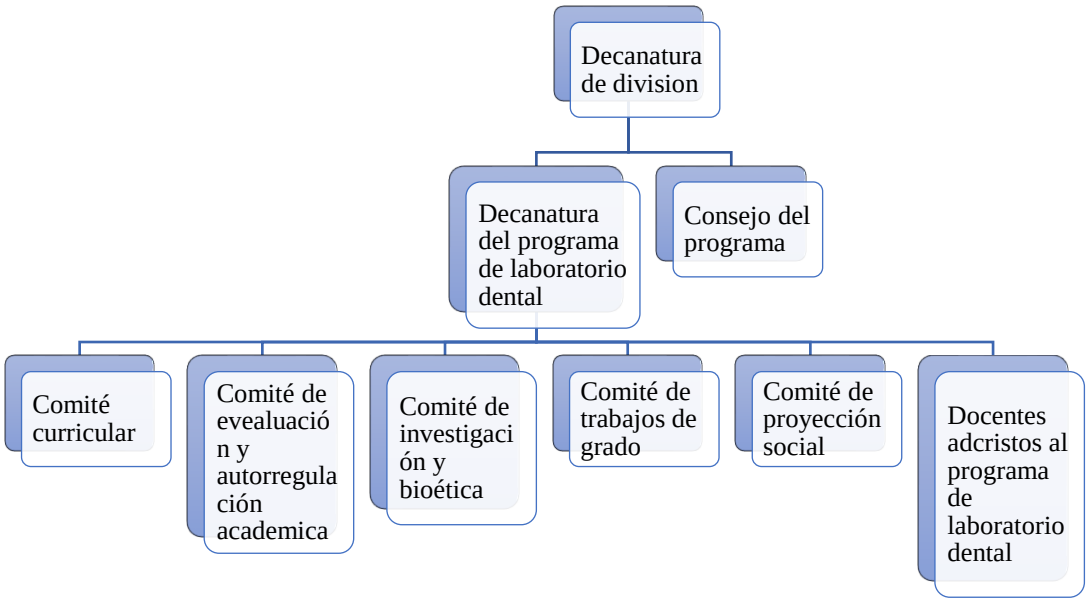
Al Programa de tecnología en Laboratorio Dental se le autoriza su funcionamiento mediante Acuerdo 317 del 19 de diciembre de 1985, y tiene como registro en el sistema de información ICFES el número 17052617069680011230O, y resolución vigente emanada del Ministerio de Educación Nacional No. 3205 del 30 de mayo de 2008." *(Universidad Santo Tomás, 2017) (Universidad Santo Tomás, 2017).*

4.1.1.2 Perfil del egresado de laboratorio dental. Para la Universidad Santo Tomás y la facultad de laboratorio dental se considera que el egresado del programa es aquel que: "El tecnólogo en Laboratorio Dental de la Universidad Santo Tomás es un profesional con fundamento científico, investigativo y humanista, que se refleja en su vocación de servicio, liderazgo social y en la relación interdisciplinaria con el odontólogo a partir del uso de los desarrollos técnicos y tecnológicos, para contribuir a la salud oral de la comunidad."(Universidad Santo Tomás, 2021).

4.1.1.3 Autoridades del programa. El reglamento particular del programa de la tecnología de laboratorio dental establece que las autoridades del programa están

conformadas por el Consejo del programa, el Decano de división, el director del programa y el secretario de división (Universidad Santo Tomás, 2017).

Figura 10. *Organigrama del programa de laboratorio dental.*



Fuente:(Universidad Santo Tomás, 2017) .

4.1.1.4 Ubicación de los laboratorios dentales en la malla curricular del Programa de Laboratorio Dental. A partir de la malla curricular de la tecnología de laboratorio dental, se identificaron las áreas en donde se ubican los espacios académicos que cuentan con laboratorio dentales susceptibles de causar impactos ambientales negativos. En la Tabla 13 se describen estas áreas.

Tabla 13. *Áreas de malla curricular del programa de laboratorio dental y espacios académicos.*

Área de malla curricular	Espacio académico
Área de materiales dentales	Materiales dentales 1 y 2, laboratorio de metales, aparatología de ortodoncia removible, aparatología

Área de malla curricular	Espacio académico
	de ortopedia maxilar y aparatología de ortodoncia fija.
Área de prótesis dentales	Morfología dental, prótesis fija 1 y 2, prótesis total y parcial acrílica, oclusión y profundización (prótesis total – prótesis fija).
Área de prótesis removible	Laboratorio de profundización- removible y prótesis parcial removible 1 y 2.

Fuente: Autores.

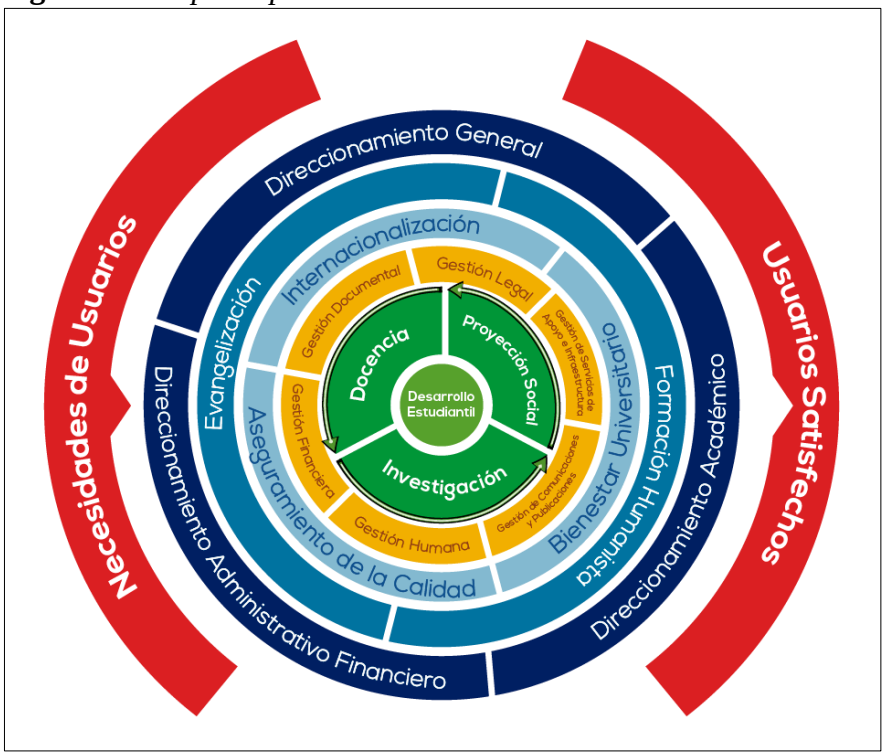
En el área de prótesis dental están los laboratorios donde se elaboran las prótesis totales y fijas, mientras que el área de prótesis removible se elaboran las prótesis removibles y en el área de materiales dentales hacen prácticas de ortodoncia con alambres de acero inoxidable.

4.1.2Contexto externo

El contexto externo para la Tecnología de Laboratorio Dental se ubican las determinaciones emanadas por la USTA seccional Bucaramanga y la USTA Multicampus, ubica la Política Ambiental de la USTA Multicampus.

4.1.2.1 Mapa de procesos. En la **Figura 11**, se presenta el mapa de los procesos que se desarrolla en la Universidad Santo Tomas Multicampus.

Figura 11. *Mapa de procesos USTA*



Fuente: (Universidad Santo Tomás, 2015).

En el 2015 la Universidad Santo Tomás reestructuró el mapa de procesos en el que, la reestructuración busca hacer clara la participación de la comunidad tomasina en la articulación y seguimiento de las actividades en cada proceso. El mapa de procesos trae beneficios como la organización y unificación de los procesos con el cual, simultáneamente se coordinen la gestión de la calidad con la evaluación y regulación académica *(Universidad Santo Tomás, 2015)*. Los procesos se categorizan de la siguiente manera: En el 2015 la Universidad Santo Tomás reestructuró el mapa de procesos en el que, la reestructuración busca hacer clara la participación de la comunidad tomasina en la articulación y seguimiento de las actividades en cada proceso. El mapa de procesos trae beneficios como la organizacióny unificación de los procesos con el cual, simultáneamente se coordinen la

gestión de la calidad con la evaluación y regulación académica *(Universidad Santo Tomás, 2015)*. Los procesos se categorizan de la siguiente manera:

Tabla 14. *Leyenda mapa de procesos*

Mapa de procesos	
Color	**Descripción**
	Representa el direccionamiento, el cual se encarga de los lineamientos y las políticas identitarias que encierran los procesos
	Representa la formación humanística, que integra dentro de los procesos el humanismo cristiano y la identidad de la Universidad.
	Representa las estrategias para lograr las metas propuestas, es decir, el aseguramiento de la calidad, la internacionalización y el bienestar universitario
	Representa los procesos de apoyo que respaldan la gestión de la universidad (administrativos, financieros, legales, entre otros).
	Representan las funciones sustantivas de la Universidad (investigación, docencia y proyección social) y el desarrollo estudiantil que constituye el centro de la labor universitaria. En este proceso se ubica el sistema de gestión ambiental para la tecnología de laboratorio dental.
	Representa dos franjas en la que la del costado izquierdo representa el inicio del ciclo de la vida universitaria y de la trayectoria de los usuarios del Sistema de Gestión de la Calidad; y la del costado derecho representa la finalización satisfactoria del ciclo.

Fuente*:* (Universidad Santo Tomás, 2015).

4.1.2.2 Ubicación de los laboratorios dentales en la seccional Bucaramanga. El laboratorio dental se ubica en el edificio de clínicas del campus Floridablanca seccional Bucaramanga que cuenta con las siguientes características: Ubicado en el municipio de Floridablanca en un área total de 41.195.93 m2 con el Edificio Fray Angélico, el Edificio Santander y el edificio de Clínicas Odontológicas, cuenta con 74 aulas de clase, 8 laboratorios, 5 salas de tutores, 4 auditorios, una biblioteca, capilla, 57 oficinas, zonas verdes y parqueaderos. En sus instalaciones funcionan Clínicas Odontológicas, Clínicas de Optometría, Laboratorio de Producción, Centro de Ayudas Diagnósticas, Instituto de Lenguas y Culturas Extranjeras, ILCE y se ofrecen programas de pregrado y posgrado de las facultades de Arquitectura, Odontología, tecnología en Laboratorio Dental, Optometría,

Derecho, Química Ambiental, Ingeniería Ambiental, Ingeniería Civil, Administración de Empresas, Negocios Internacionales(Universidad Santo Tomás, 2019).

4.1.3 Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas

A continuación, se identifican las partes interesadas del Sistema de Gestión Ambiental de la tecnología de Laboratorio Dental de la Universidad Santo Tomás seccional Bucaramanga y se describen las expectativas de cada una de ellas. Estas necesidades y expectativas se realizaron mediante entrevistas con la coordinación de gestión ambiental, decanatura, docentes y estudiantes de laboratorio dental mientras que, las demás partes interesadas las necesidades y expectativas se identificaron a partir de la política ambiental de la USTA y la misión institucional de entes como el ministerio de educación y las autoridades ambientales.

Tabla 15. *Partes interesadas del sistema de gestión ambiental*

PARTES INTERESADAS	EXPECTATIVAS DE LAS PARTES INTERESADAS
Rectoría seccional	• Mejorar el desempeño ambiental de la tecnología de laboratorio dental • Adquirir interés por parte de la comunidad hacia la universidad. • Permitir a la universidad adquirir ventajas competitivas ante otras instituciones de educación superior • Promoción de la tecnología mediante la implementación de nuevas tecnología s y procedimientos. • Reducción de gastos por consumo de recursos en el laboratorio dental
Dirección Administrativa General de Servicios de Salud	• Mejoramiento continuo de los procesos del laboratorio dental • Implementación de técnicas y procedimientos de acuerdo con la política ambiental de la universidad
Coordinación de Gestión Ambiental	• Generar interés en las demás facultades para la adopción de lineamientos ambientales en sus procedimientos • Ejecutar el SGA acorde a los requisitos legales y asociados
Decanatura de laboratorio dental	• Diseño adecuado del sistema de gestión ambiental para los procesos de laboratorio dental. • Cumplir con los parámetros establecidos por el sistema de gestión ambiental

PARTES INTERESADAS	EXPECTATIVAS DE LAS PARTES INTERESADAS
	• Promover un pensamiento ético y responsable con el medio ambiente en los estudiantes de laboratorio dental.
Autoridades ambientales	• Disminuir los impactos ambientales asociados al funcionamiento del laboratorio dental. • Hacer cumplir la normativa
Docentes de laboratorio dental	• Implementar protocolos para disminuir los impactos negativos y cumplir con la política ambiental de la universidad. • Crear espacios de información del SGA que permitan su implementación con los estudiantes.
Estudiantes de laboratorio dental USTA	• Dar cumplimiento al pensamiento y formación de la universidad en pro de cuidar y preservar los recursos naturales. • Obtener oportunidades laborales en base a la mejora de los procesos de la tecnología de laboratorio dental
Ministerio de educación	• Estimular la gestión ambiental en los programas de pregrado como forma de enseñanza de calidad para los tecnólogos dentales. • Promover los sistemas de gestión ambiental en las instituciones de educación superior con afectación a los recursos naturales

Fuente: Autores.

4.1.4 Determinación del alcance del sistema de gestión ambiental

El alcance del sistema de gestión ambiental que se propone contempla las actividades desarrolladas en los laboratorios dentales del programa de tecnología de Laboratorio Dental ofrecido por la Universidad Santo Tomás seccional Bucaramanga campus Floridablanca ubicado en la carrera 27#180-395 del municipio Floridablanca.

Figura 12. *Vista aérea del Campus de Floridablanca de la Universidad Santo Tomás.*

Fuente: (Google Maps; Universidad Santo Tomás, 2018).

[1] Edificio Santander

[2] Edificio de clínicas odontológicas. En el primer piso se ubican los laboratorios de la tecnología de laboratorio dental.

4.2 Liderazgo y compromiso

Para demostrar el liderazgo y compromiso por la alta dirección con el SGA se han determinado los siguientes compromisos:

4.2.1 Resolución No 20 de 2017

Mediante esta Resolución la Universidad Santo Tomás seccional Bucaramanga, creó el Grupo Administrativo de Gestión Ambiental y Sanitaria -GAGAS- cuyo objetivo principal es diseñar, ejecutar y hacer seguimiento al plan de gestión de residuos de la universidad en la seccional, incluido el plan de gestión de residuos hospitalarios y similares. El GAGAS es presidido por el rector seccional y entre sus integrantes están: vicerrector académico, vicerrector administrativo y financiero, director administrativo general de clínicas, preclínicas y laboratorio de producción, entre otros.

4.2.2 Resolución No 18 de 2017

Mediante esta resolución la seccional Bucaramanga fue la primera sede de la Universidad Santo Tomás en adoptar una Política Ambiental, inspirada en el pensamiento humanista y cristiano de Santo Tomás de Aquino, encaminada a cumplir con las orientaciones de la encíclica *Laudato si* en la institución. Meses después el Consejo Superior de la Universidad Santo Tomás adoptó la Política Ambiental para todas las sedes y seccionales del país basada en la Política Ambiental implementada en la seccional Bucaramanga.

4.2.3 Acuerdo No 42 de 2017

El consejo superior de la Universidad Santo Tomás mediante el Acuerdo No 42 de 2017 en procura de garantizar el desarrollo sustentable, actuar de manera responsable para proteger los recursos naturales y prevenir o minimizar los impactos ambientales que se puedan generar por sus actividades académicas y administrativas aprobó la Política Ambiental aplicable a todas sus sedes y seccionales y en la VUAD, establece:

> *"La Universidad Santo Tomás, en cumplimiento de su misión formadora, inspirada en el pensamiento humanista cristiano de Santo Tomás de Aquino, en concordancia con la Encíclica "Laudato Sí" sobre la importancia del cuidado de la "casa común", y con el propósito de contribuir al desarrollo sustentable, promueve un entorno ambientalmente sano, y se compromete desde la alta dirección, en todas sus sedes y seccionales, a: favorecer la protección del ambiente, asegurar el uso racional de los recursos naturales, prevenir la contaminación resultado de sus actividades, promover el pensamiento ético-ambiental, fortalecer la dimensión ambiental en las funciones universitarias de docencia, investigación, proyección social, administración y gestión, con la finalidad de cumplir los requisitos legales vigentes y demás disposiciones aplicables, evaluando de manera sistemática los impactos ambientales y asegurando la mejora continua del Sistema Nacional de Gestión Ambiental"* (Universidad Santo Tomás de Aquino, 2017).

4.2.4 Roles, responsabilidades y autoridades en la organización

La Universidad Santo Tomas establece como máxima autoridad para el desarrollo y mantenimiento del Sistema de Gestión Ambiental la alta dirección de la misma, la cual es representada por el Consejo Directivo para la sede Principal y seccionales y el Comité Directivo en las demás sedes, quien es la autoridad directiva en el orden académico, administrativo y financiero de cada Sede o seccional, teniendo a su cargo la ejecución de las orientaciones y políticas generales que fijen el Consejo de Fundadores, el Consejo Superior, el Consejo Académico General, el Consejo Administrativo-Financiero General y las autoridades superiores.

El Sistema de Gestión Ambiental de la Universidad Santo Tomas seccional Bucaramanga, está a cargo de la Coordinación Ambiental de la Sede la cual debe asegurarse de las responsabilidades y autoridades en el que, los roles pertinentes se asignen y comuniquen dentro de la Universidad. En concordancia con esto, la coordinación de gestión ambiental de la seccional Bucaramanga debe implementar el sistema de gestión ambiental para la tecnología de laboratorio dental atendiendo a las necesidades que demanda la comunidad universitaria.

El SGA de la tecnología de Laboratorio Dental de la Universidad Santo Tomás seccional Bucaramanga, tendrá como responsables para el seguimiento y verificación de la implementación junto al cumplimiento de la política ambiental del SGA a la Coordinación de Gestión Ambiental mientras que el responsable de la implementación y mejora continua estará a cargo de la Dirección Administrativa General de Servicios de Salud, mientras que el encargado directo de la ejecución del SGA será la Decanatura de la tecnología de Laboratorio Dental en acompañamiento con la Dirección Administrativa General de Servicios de Salud. En la **Tabla 16** se especifican los roles, responsabilidades y autoridades del SGA.

Tabla 16.*Roles, responsabilidades y autoridades en el SGA*

CARGO	RESPONSABILIDAD
Rectoría seccional Bucaramanga	• Garantizar los recursos necesarios para la implementación del SGA para la tecnología de Laboratorio Dental.
Dirección Administrativa General de Servicios de Salud	• Implementar la Política Ambiental para los laboratorios de la tecnología de Laboratorio Dental. • Dirigir y controlar la formulación de políticas, planes, programas y proyectos tendientes a la implementación de la Política Ambiental. • Participar en la identificación y aplicación de acciones de mejoramiento relacionadas con la Política Ambiental.
Coordinación de Gestión Ambiental	• Divulgar y verificar la implementación de la política ambiental. • Evaluar y controlar el funcionamiento general del sistema de gestión ambiental. • Divulgar y ejecutar el plan de emergencia para los aspectos ambientales.

CARGO	RESPONSABILIDAD
	• Atender los requerimientos de las autoridades de control y vigilancia relacionadas con el cumplimiento de la normativa. • Hacer seguimiento a la generación de residuos de la tecnología de Laboratorio Dental
Grupo Administrativo de Gestión Ambiental y Sanitaria (GAGAS)	• Orientar las actividades ambientales del SGA. • Participar en los procesos de auditoría interna y revisión del SGA
Decanatura del Programa de la tecnología de Laboratorio Dental	• Generar y mantener actualizada la documentación operativa para el funcionamiento adecuado de los procesos de control operacional. • Identificar las necesidades de formación del personal e informar a la Coordinación de Gestión Ambiental • Conocer e implementar la Política Ambiental de la USTA. • Incluir el manejo adecuado de los aspectos ambientales significativos en el syllabus de los espacios académicos de la tecnología. • Divulgar los programas y controles operacionales diseñados en el SGA.
Docentes del Programa de la tecnología de Laboratorio Dental	• Implementar y divulgar el SGA en los laboratorios dentales a estudiantes. • Conocer las implicaciones para la institución asociadas al incumplimiento de los requisitos legales y otros aplicables a sus funciones y divulgarlos a los estudiantes.
Estudiantes del Programa de la tecnología de Laboratorio Dental	• Implementar los lineamientos y procedimientos de control operacional. • Conocer los aspectos e impactos ambientales de las actividades asociadas al área de trabajo
Coordinación de servicios generales	• Realizar los formatos correspondientes a la generación de residuos peligrosos y no peligrosos en la tecnología de Laboratorio Dental • Pesar y recopilar información correspondiente a la generación de residuos peligrosos y no peligrosos.

Fuente: Autores.

4.3 Planificación

En las acciones para abordar riesgos y oportunidades, se establecen los métodos y herramientas para lograr el funcionamiento adecuado y mejora continua del SGA, para lograrlo, se diseñan acciones de planificación que permitan el cumplimiento de la Política Ambiental, los objetivos y metas ambientales y los requisitos legales y asociados.

4.3.1 Identificación de aspectos ambientales.

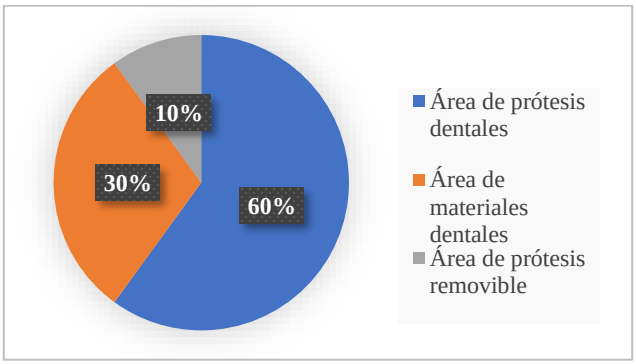
Los aspectos ambientales se identificaron a partir de:

- Análisis de los laboratorios susceptibles de generar aspectos ambientales relacionados en las áreas de la malla curricular de la tecnología de Laboratorio Dental
- Caracterización de residuos sólidos producidos en los laboratorios dentales
- Caracterización de los vertimientos de aguas residuales no domésticas de las clínicas.
- Visitas diagnosticas a los laboratorios dentales
- Entrevistas y encuestas a los profesores responsables de los laboratorios dentales.
- Análisis de los recursos necesarios para el diseño de las prótesis dentales
- Entrevistas y encuestas a los responsables de la elaboración de las prótesis dentales en el laboratorio de producción.
- Encuestas al personal docente de los laboratorios dentales. Con base en las áreas de la malla curricular del programa de tecnología de Laboratorio Dental, se diseña una encuesta a los docentes de los laboratorios dentales con la finalidad de identificar las áreas generadoras de residuos, identificación de los equipos, instrumentos, materiales generadores de aspectos ambientales, además, de determinar información social como género, edad y entre otros. En el Apéndice A se presenta el diseño de la encuesta y los resultados de las encuestas a los docentes se presentan en las Figuras 13, 14 y15. También, para la identificación de los aspectos ambientales significativos, se realizó una búsqueda de información secundaria y se caracterizaron de residuos sólidos generados en los laboratorios dentales durante la semana de 14 al 21 de mayo de 2021, además de información suministrada por la coordinación de gestión ambiental como la caracterización de vertimientos. Se realizaron encuestas a los dieciséis docentes de

la tecnología de Laboratorio Dental adscritos para el periodo 2021-1 en el que se obtuvieron los siguientes resultados:

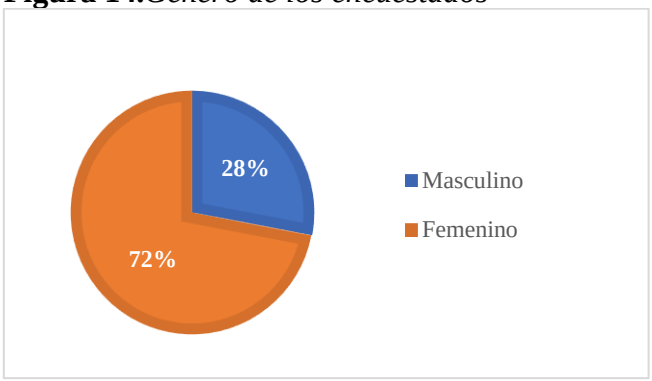
4.3.1.1 Resultados de la encuesta. En la encuesta participaron once docentes correspondientes al 69% de la población durante un mes de aplicación. En las figuras 13, 14 y 15 se muestra la participación de los docentes en la encuesta, el género y la edad.

Figura 13. *Participación de los docentes en las áreas de prácticas*



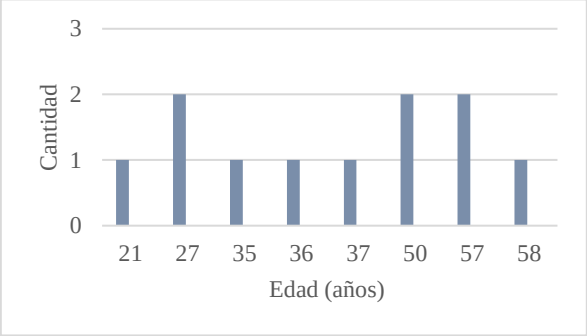
Fuente: Autores.

Figura 14.*Género de los encuestados*



Fuente: Autores.

Figura 15. *Edad de los docentes encuestados*



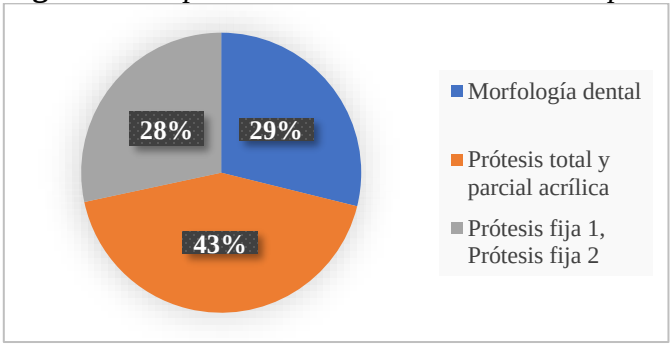
Fuente: Autores.

Teniendo en cuenta, la Figura 13, se determina que la principal área de práctica en el laboratorio dental es el área de prótesis dental (60%), mientras que el género predominante en los docentes es el femenino según la Figura 14 (72%) además,

La Figura 15 demuestra que la edad de los docentes varía entre 21 y 58 años con un promedio de edad de 41 años y que el tiempo ejercido en el programa de Laboratorio Dental.

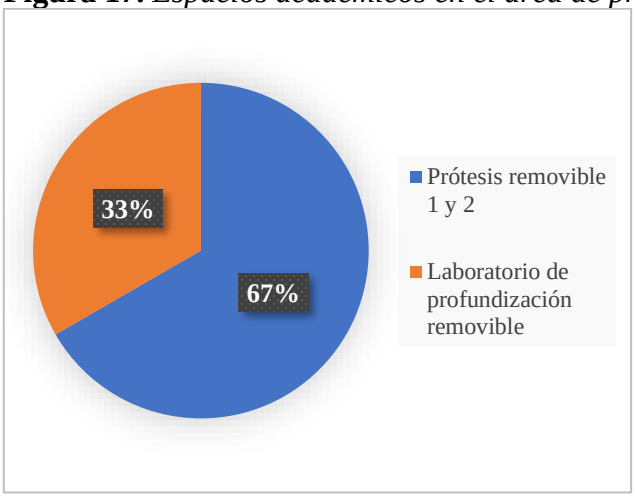
Por otra parte, los principales espacios académicos en las que se desempeñan los docentes del área de prótesis dentales, área de prótesis removible y área de materiales dentales son morfología dental, prótesis removible total y acrílica, materiales dentales 1 respectivamente, estos se muestran en las **Figuras 16 y 17.**

Figura 16. *Espacios académicos en el área de prótesis dentales*



Fuente: Autores.

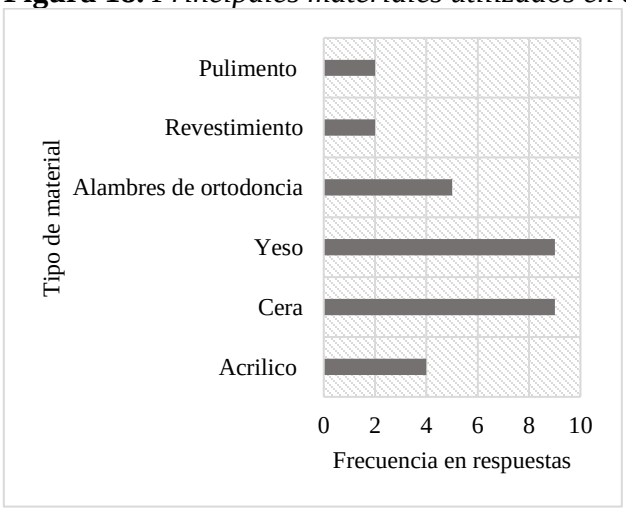
Figura 17. *Espacios académicos en el área de prótesis removible*



Fuente: Autores.

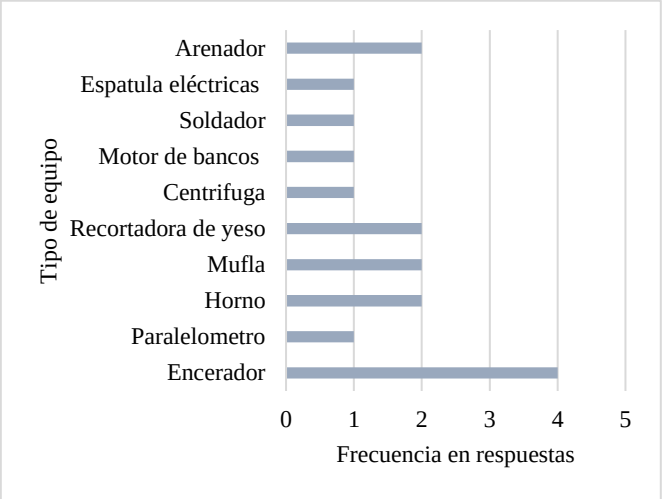
Los principales materiales y equipos utilizados en los laboratorios dentales para el manejo del yeso, cera y alambre, se emplean equipos con el encerador, horno, mufla y arenador, el mechero, pkt, pimpollo dental y espátulas en los instrumentos. Estos se muestran en las figuras 18,19 y 20.

Figura 18. *Principales materiales utilizados en el laboratorio dental*



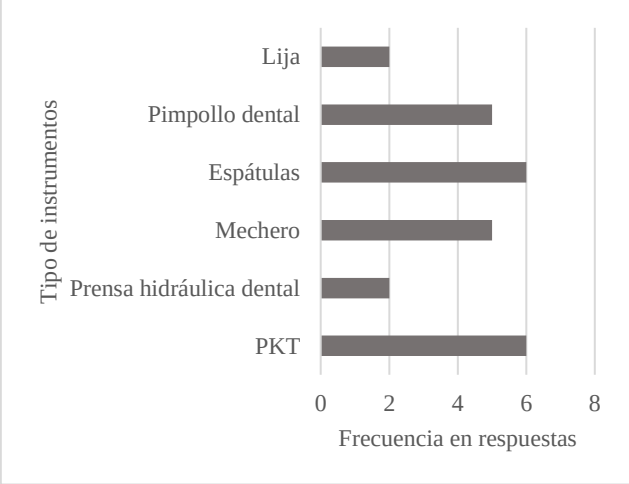
Fuente: Autores.

Figura 19. *Principales equipos utilizados en el laboratorio dental*



Fuente: Autores.

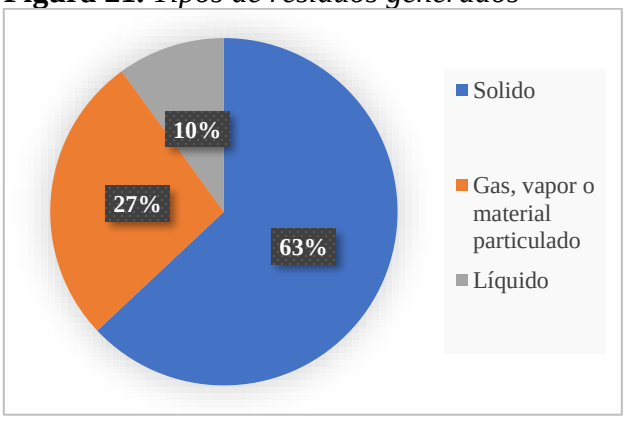
Figura 20. *Principales instrumentos utilizados en el laboratorio dental*



Fuente: Autores.

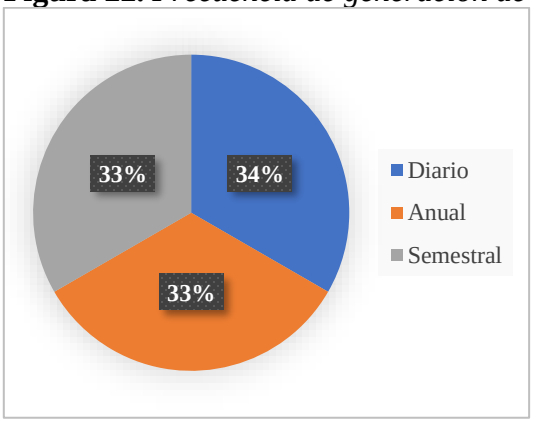
En las Figuras 21,22,23 y 24 se muestran los tipos de residuos, y la frecuencia de generación en los laboratorios dentales.

Figura 21. *Tipos de residuos generados*



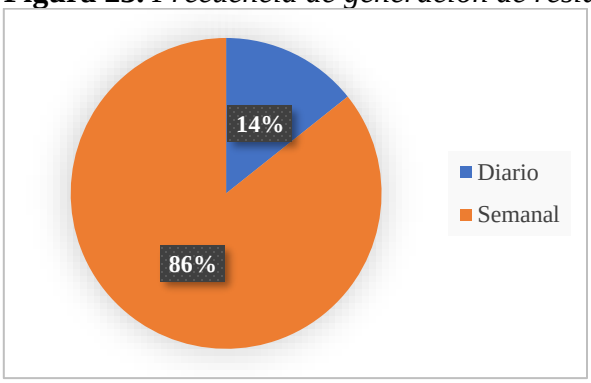
Fuente: Autores.

Figura 22. *Frecuencia de generación de residuo gaseoso*



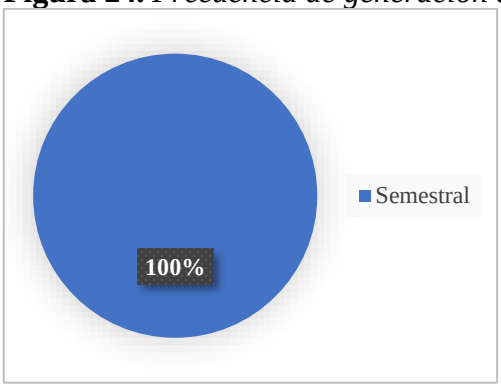
Fuente: Autores.

Figura 23. *Frecuencia de generación de residuo solido*



Fuente: Autores.

Figura 24. *Frecuencia de generación de residuo liquido*



Fuente: Autores.

Teniendo en cuenta la Figura 21 se observa que el tipo de residuo más común en los laboratorios dentales es el residuo sólido (63%). Por su parte, se identificó que la frecuencia de generación común en los residuos a partir de las Figuras 22, 23 y 24 son, diario, anual y semestral para los residuos gaseosos mientras que, semanal (86%) para los residuos sólidos y semestral (100%) para los residuos líquidos.

4.3.1.1 Caracterización de residuos sólidos en la tecnología de Laboratorio Dental. Con la finalidad de identificar la generación y tipo de residuos sólidos producidos en el laboratorio dental, se llevó a cabo la caracterización de residuos sólidos durante los días 14 y 21 de mayo. Los residuos se separaron de acuerdo con la resolución 1162 de 2002, que establece las categorías de residuos peligrosos como biosanitarios y residuos no peligrosos como ordinarios, inertes y reciclables. Se muestran en la Tabla 17 y figura 25. la cantidad total de residuos fue de 44 kg semanales. De acuerdo con la Figura 25, se observa que la generación de residuos inertes y ordinarios corresponden al 66,74% y 25,92% del total de residuos respectivamente. A su vez, a partir de la Tabla 17 se observa que los residuos de mayor producción es el yeso con un 56,14%, ordinarios con 26,14% y alginato con 9,09%.

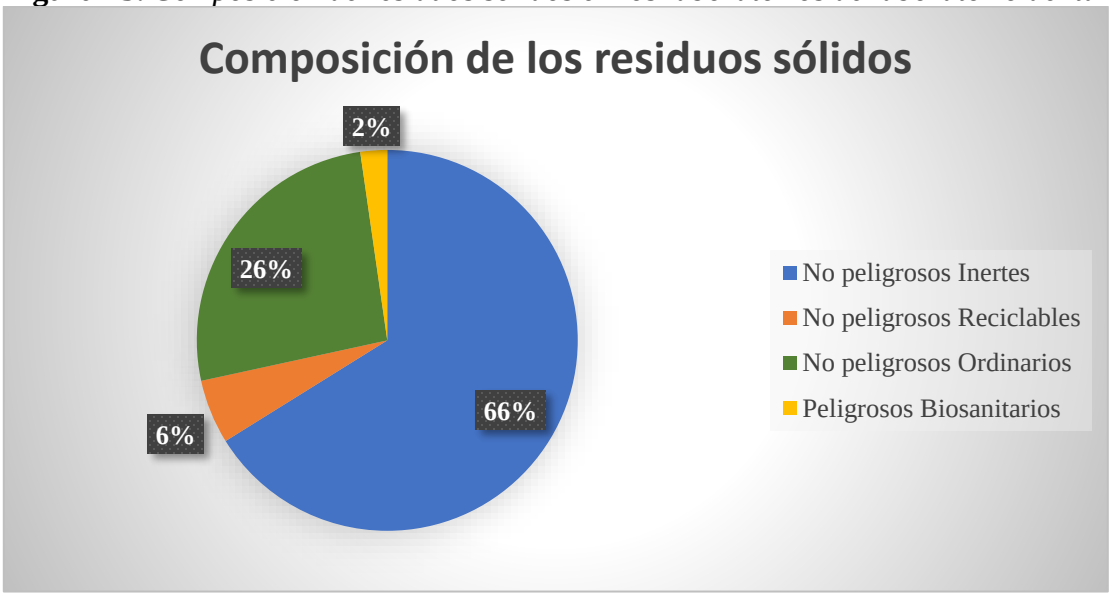
De la misma forma, durante la caracterización se identificó el almacenamiento de residuos de yeso y alambre en el que para ambos residuos se desconocía el tiempo de almacenaje. Como resultado del pesaje de estos residuos se obtuvo un total de residuos de yeso de 16,2 kg y de 3 kg de alambre.

Tabla 17. *Caracterización de residuos sólidos de los laboratorios de la tecnología de Laboratorio dental*

Tipo de residuo	Residuo sólido	Residuo identificado	Cantidad (kg/semana)	Porcentaje (%)	Total (%)
No peligrosos	Inertes	Yeso	24,70	56,14	66,14
		Alginato	4,00	9,09	
		Acrílico	0,40	0,91	
	Ordinarios	Ordinarios	11,50	26,14	26,14
	Reciclables	Plástico	1,60	3,64	5,45
		Papel	0,80	1,82	
Peligrosos	Biosanitarios	Tapabocas, guantes	1,00	2,27	2,27
	Total		44,00	100,00	100,00

Fuente: Autores.

Figura 25. *Composición de residuos sólidos en los laboratorios de laboratorio dental*



Fuente: Autores.

4.3.1.2 Caracterización de aguas residuales no domesticas generadas en los laboratorios dentales. A continuación, se muestran los datos de la caracterización fisicoquímica del vertimiento correspondiente a la clínica antigua de la Universidad Santo Tomás seccional Bucaramanga campus Floridablanca realizados por la empresa Ecosam para noviembre de 2017.

Tabla 18. *Análisis fisicoquímico del vertimiento del edificio de la clínica antigua*

VERTIMIENTO 3. CLÍNICA ANTIGUA Y SUSTANCIAS DE INTERÉS SANITARIO EN LOS VERTIMIENTOS

Nombre análisis	Valor vertimientos USTA	Valores resolución 631 de 2015 Artículo 16	Unidades
DBO	14,7	22,5	mg O2/L
Sólidos suspendidos	17,3	75	mg/L
Fenoles	<0,2	0,20	mg/L
Fósforo total	2,08	Análisis y reporte	mg PO4 -3P/L
Nitratos	<0,2	Análisis y reporte	mg NO3 -N/L
Nitritos	<0,01	Análisis y reporte	mg NO2 -N/L
Amonio	1,19	*	mg NH3 -N/L
Cromo	<0,1	0,50	mg Cr/L
Plomo	<0,1	0,10	mg Pb/L
Nitrógeno total	4,41	Análisis y reporte	mg N/L
Alcalinidad	90	Análisis y reporte	mg CaCO3/L
Dureza cálcica	220	Análisis y reporte	mg CaCO3/L
Dureza total	248	Análisis y reporte	mg CaCO3/L
Grasas y aceites	<12	15	mg/L
Cadmio	<0,05	0,05	mg Cd/L
DQO	22,2	300	mg O2/L
Sustancias activas al azul de metileno	<0,5	Análisis y reporte	mg/L
Ortofosfatos	3,22	Análisis y reporte	mg PO4/L
Nitrógeno total Kjeldahl	4,41	*	mg N/L
Cianuro	<0,1	0,50	mg/L CN
Mercurio	<0,001	0,01	mg Hg/L
Plata	<0,05	Análisis y reporte	mg Ag/L

VERTIMIENTO 3. CLÍNICA ANTIGUA Y SUSTANCIAS DE INTERÉS SANITARIO EN LOS VERTIMIENTOS

Nombre análisis	Valor vertimientos USTA	Valores resolución 631 de 2015 Artículo 16	Unidades
Acidez total	7,03	Análisis y reporte	mg CaCO3/L
Color real 436 nm	0,163	Análisis y reporte	m-1
Color real 525nm	0,082	Análisis y reporte	
Color rea 620 nm	0,046	Análisis y reporte	
pH	7,1	5 a 9	Unidades
Solidos sedimentables	<0,2	7,5	ml/L

Fuente: (Ecosam, 2017). Adaptado: autores.

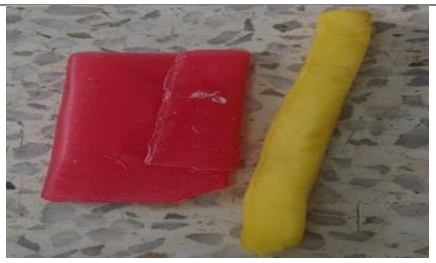
A partir del análisis reportado en la tabla 18, se observa que los vertimientos de la clínica antigua cumplen con lo establecidos en la Resolución 631 de 2015. Es de aclarar que los análisis realizados al vertimiento 3 fueron analizados por la empresa Ecosam y se realizó por dieciséis horas iniciando a las 7:00 de la mañana del 15 de noviembre de 2017 en el que los vertimientos generados por los laboratorios dentales no se pueden diferenciar con los de la clínica odontológica debido a que la infraestructura del edificio une a las dos áreas en un solo vertimiento.

4.3.1.3 Diagnostico fotográfico del programa de laboratorio dental. Se realizó un registro fotográfico específicamente para este proyecto, el cual consistió en obtener fotografías en el laboratorio dental de la universidad santo tomas, con la finalidad de identificar la segregación de residuos, uso de materiales y equipos dentales además de, reconocer el área en el que se va a ejecutar el sistema de gestión ambiental. El registro fotográfico se llevó a cabo, en los laboratorios de la tecnología de Laboratorio Dental del

primer piso del edificio Santander campus Floridablanca. En la tabla 19 se presenta el diagnóstico fotográfico.

Tabla 19. *Diagnostico fotográfico de los laboratorios dentales*

Diagnóstico fotografico		
Registro fotográfico	**Nombre**	**Descripción**
	Liquido electrolítico Wirolyt REF 52460	El líquido electrolitico wirolyt es utilizado para brillar las protesis hechas a base de metales como cromo, cobalto, etc. Se compone de: etanoidol (90%) y acido sulfurico (10%) (BEGO, 2016). Véase ficha técnica y demás características en el **Apéndice K**
	Abrillantadora electrolítica-BEGO Eltropol 300	Eltropol 300 sirve para el abrillantado electrolítico de prótesis dentales realizadas en aleaciones de modelo colado (cobalto-cromo). Pueden abrillantarse una o dos prótesis al mismo tiempo (BEGO, n.d.). En la primera imagen se observa la abrillantadora antes de ser utilizada mientras que, en la segunda se muestra con el líquido electrolítico en uso.
	Recipiente utilizado para almacenar el líquido electrolítico	El recipiente es utilizado para disponer el líquido electrolítico después de su uso, se observa que no cuenta
	Recipiente	Implementados para la recolección y correcta disposición de los residuos de plástico en el laboratorio
	Recipiente	Implementados para la recolección y correcta disposición de los residuos de acrilico en el laboratorio

Diagnóstico fotografico		
Registro fotográfico	**Nombre**	**Descripción**
	Recipiente	Implementados para la recolección y correcta disposición de los residuos de yeso en el laboratorio
	Disposición de residuos en recipiente	Evidencias de mala disposición residuos en recipientes que no corresponden además de la mezcla de varios tipos de residuos como guantes de nitrilo y papel periódico.
	Materiales e instrumentos utilizados por estudiantes de laboratorio dental	Materiales e instrumentos de uso diario en el laboratorio dental por los estudiantes. Durante la visita se destacó que cada estudiante utiliza un recipiente similar al de la fotografía por motivos de practicidad y comodidad.
	Cera odontológica	La cera dental es un material utilizado en el tratamiento de los pacientes en el laboratorio dental como un protector inocuo para niños y adultos que se usa para cubrir los aparatos de ortodoncia y los alambres que sobresalen con una superficie delicada. (Escobar, 2011)
	Revestimiento rápido para colar prótesis removible.	Es un revestimiento mejorado de fosfato y de choque térmico para producir modelos refractarios duplicados y colar removibles con aleaciones dentales de Cromo-Cobalto, en la mitad del tiempo que los revestimientos convencionales y en cinco horas menos que con el otro tipo de revestimiento (Biodentales, 2018) . Véase su ficha técnica y demás características en el **Apéndice L.**
	Revestimiento utilizado para coronas y puentes	Este revestimiento de fosfato de grano muy fino, requiere de un fraguado de 15 minutos (Biodentales, 2018). Véase su ficha técnica y demás características en el **Apéndice M.**

Diagnóstico fotografico		
Registro fotográfico	**Nombre**	**Descripción**
	Alginato. Hidrocoloide irreversible para impresiones dentales	Este material es utilizado para las impresiones dentales en el laboratorio dental con composición de tierra de diatomeas, alginato de sodio y/o potasio, excipientes. Está información se obtuvo mediante las instrucciones del respaldo del empaque.
	Yeso tipo 3 utilizado	Este tipo de yeso es utilizado en diversos diseños de prótesis por sus propiedades de manipulación(Whipmix, n.d.). La composición del yeso es de: 90-100% sulfato de calcio hemihidratado y <5% cloruro de amonio.
	Barrenador microabrasivo Sandstorm Prestige	Es utilizado para pulir las piezas metalicas mediante arenas de diferente diametro en un rango de 25 a 100 micras (Vaniman, n.d.)
	Arenador utilizado en el laboratorio dental	Es utilizado para pulir las piezas metalicas sin embargo, no se identificó el modelo especifico.
	Área de colado de metales	En el área de colado se realiza la fundición y aleación de metales como cromo, cobalto o niquel. Su aplicabilidad se da principalmente en prtesis removible
	Desarrollo de clase en el programa de laboratorio dental	Durante la visita, se identificó el desarrollo de una clase, además, los docentes especificaron que las aulas de clase se distribuían a principio de semestre según la planeación de los cursos si bien, se cuenta con aulas específicas para desarrollar los diferentes tipos de prótesis estás no necesariamente se deben cumplir.

Fuente: Autores.

4.3.1.4 Laboratorio de Producción Dental de la Universidad Santo Tomás. A partir de la visita realizada a los laboratorios de la tecnología, se identificó la ubicación el

laboratorio de producción dental que según, el manual para la gestión integral de residuos generados en la atención de salud y otras actividades de la USTA seccional Bucaramanga entre los servicios prestados por el laboratorio de producción dental se encuentran la fabricación de prótesis fija, prótesis removible, prótesis total y ortodoncia y ortopedia maxilar. De la misma forma, el manual menciona que los principales tipos de residuos generados en el laboratorio de producción dental son biosanitarios, cortopunzantes, reactivos, metales pesados, inertes, reciclables y ordinarios.

Considerando lo anterior, se plantea realizar una entrevista al trabajador encargado del laboratorio de producción dental con el fin de que, sus resultados se utilicen como insumo para la elaboración de la matriz de aspectos e impactos ambientales. Las preguntas de la entrevista se detallan en el *Apéndice N.* De la misma forma, los resultados de la entrevista con el trabajador del laboratorio de producción dental se detallan en el Apéndice BB**.**

4.3.2 Evaluación de los aspectos e impactos ambientales.

Con la identificación de los aspectos ambientales, se realiza la valoración de aspectos ambientales, para ello, se tiene en cuenta la metodología plantea para la identificación y evaluación de aspectos ambientales en instituciones de educación superior, propuesta en el numeral 2.1.8 de este documento**.**

Para la valoración de los aspectos ambientales se tiene en cuenta la significancia de los aspectos y su priorización en la toma de acciones.

4.3.2.1 Valoración de la significancia. Para la valoración de la significancia se tiene en cuenta los atributos de tiempo, severidad y magnitud.

4.3.2.1.1 Valoración del atributo tiempo. Para este análisis se tuvo en cuenta el horario académico 2021-1 de la tecnología de Laboratorio Dental, se identificó el promedio de los estudiantes asistentes a cada área de la malla curricular, obteniendo los siguientes resultados:

- Área de materiales dentales con promedio de nueve estudiantes
- Área de prótesis dentales con promedio de diez estudiantes promedio
- Área de prótesis removible con promedio de diez estudiantes

Para la valoración de este atributo es necesario de la frecuencia y duración del aspecto ambiental en el que se determinaron mediante el análisis al horario académico 2021-1 y entrevistas a docentes de laboratorio dental. En la Tabla 20 se presenta la matriz de aspectos

Tabla 20. *Matriz de valoración del tiempo*

Unidad Macro	Unidad de análisis	Aspecto ambiental	TIEMPO		
			Frecuencia (A)	Duración (B)	Evaluación
Tecnología de Laboratorio Dental	Área de materiales dentales	Generación de gases, emisiones olores ofensivos y material particulado	Semana – 54	10	3,91
		Vertimiento de aguas residuales no domésticas	Semana – 54	13	4,07
		Generación de residuos peligrosos	Semana – 54	8	3,77
		Generación de residuos no peligrosos	Semana – 54	13	4,07
	Área de prótesis dentales	Generación de gases, emisiones olores ofensivos y material particulado	Semana – 54	10	3,91
		Vertimiento de aguas residuales no domésticas	Semana – 54	12	4,02
		Generación de residuos peligrosos	Semana – 54	9	3,84

Unidad Macro	Unidad de análisis	Aspecto ambiental	TIEMPO		
			Frecuencia (A)	Duración (B)	Evaluación
Tecnología de Laboratorio Dental		Generación de residuos no peligrosos	Semana – 54	13	4,07
	Área de prótesis removible	Generación de gases, emisiones olores ofensivos y material particulado	Semana – 54	10	3,91
		Vertimiento de aguas residuales no domésticas	Semana – 54	10	3,91
		Generación de residuos peligrosos	Semana – 54	12	4,02
		Generación de residuos no peligrosos	Semana - 54	12	4,02
	Laboratorio de producción dental	Generación de gases, emisiones olores ofensivos y material particulado	Diario – 240	2	3,84
		Vertimiento de aguas residuales no domésticas	Diario -240	1	3,41
		Generación de residuos peligrosos	Diario - 240	1	3,41
		Generación de residuos no peligrosos	Semana - 54	8	3,77

Fuente: Autores.

4.3.2.1.2 Valoración del atributo severidad. Para la valoración de este atributo es necesario conocer la cobertura, peligrosidad y efectos sobre la salud en el que el primero se identificó a partir de los lineamientos de la propuesta metodológica mientras que el segundo y el tercero, se obtuvo mediante la identificación de las fichas técnicas de los recursos, análisis de información bibliográfica de aspectos ambientales y seguimiento de los

lineamientos de la propuesta metodológica. En la Tabla 21 se presenta la valoración del atributo severidad.

Tabla 21. *Valoración del atributo severidad*

Unidad Macro	Unidad de análisis	Aspecto ambiental	SEVERIDAD			Evaluación
			Cobertura (D)	Peligrosidad (E)	Efectos sobre la salud (F)	
Laboratorio Dental	Área de materiales dentales	Generación de gases, emisiones olores ofensivos y material particulado	Extendida – 2	Peligroso -5	Moderado – 2	20
		Vertimiento de aguas residuales no domésticas	Extendida – 2	Peligroso – 5	Severo – 3	30
		Generación de residuos peligrosos	Extendida – 2	Peligroso – 5	Critico – 4	40
		Generación de residuos sólidos no peligrosos	Extendida – 2	No peligroso - 5	Leve - 1	10
	Área de prótesis dentales	Generación de gases, emisiones olores ofensivos y material particulado	Extendida – 2	Peligroso – 5	Moderado - 2	20
		Vertimiento de aguas residuales no domésticas	Extendida - 2	Peligroso – 5	Severo – 3	30
		Generación de residuos peligrosos	Extendida – 2	Peligroso – 5	Critico – 4	40
		Generación de residuos sólidos no peligrosos	Extendida – 2	No peligroso - 5	Leve – 1	10
	Área de prótesis removible	Generación de gases, emisiones olores ofensivos y material particulado	Extendida – 2	Peligroso -5	Moderado – 2	20
		Vertimiento de aguas residuales no domésticas	Extendida – 2	Peligroso – 5	Severo – 3	30
		Generación de residuos peligrosos	Extendida – 2	Peligroso – 5	Critico – 4	20
		Generación de residuos no peligrosos	Extendida – 2	No peligroso - 5	Leve - 1	10

Unidad Macro	Unidad de análisis	Aspecto ambiental	SEVERIDAD			
			Cobertura (D)	Peligrosidad (E)	Efectos sobre la salud (F)	Evaluación
	Laboratorio de producción dental	Generación de gases, emisiones olores ofensivos y material particulado	Extendida – 2	Peligroso -5	Moderado – 2	20
		Vertimiento de aguas residuales no domésticas	Extendida – 2	Peligroso – 5	Severo – 3	30
		Generación de residuos peligrosos	Extendida – 2	Peligroso – 5	Critico – 4	40
		Generación de residuos no peligrosos	Extendida – 2	No peligroso - 5	Leve - 1	10

Fuente: Autores.

4.3.2.1.3. Valoración del atributo magnitud. Para la valoración de este atributo se evalúa cada aspecto ambiental y se compara con los resultados. En la Tabla 22 se presenta la valoración de este atributo.

Tabla 22. *Aspecto ambientales y valoración de magnitud*

Aspecto ambiental	Comparación de resultados para la valoración de magnitud
Generación de gases, emisiones, olores ofensivos y material particulado	Comparación bibliográfica entre los resultados obtenidos por en la calidad de aire y funciones pulmonares entre los técnicos de laboratorio dental y la norma americana OSHA (Occupational Safety and Health Administration) 29 CFR 1910.1000 para contaminantes para normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmosfera de fuentes fijas
Vertimiento de aguas residuales no domésticas	Comparación entre el estudio de caracterización de vertimientos para la tecnología de laboratorio dental y la resolución 631 de 2015
Generación de residuos peligrosos	Los residuos se valorarán acorde al manejo de residuos hospitalarios y similares de la resolución 1164 de 2002. En el que se implementará el **Apéndice P.**
Generación de residuos sólidos no peligrosos	Los residuos se valorarán acorde al manejo de residuos hospitalarios y similares de la resolución 1164 de 2002. En el que se implementará el **Apéndice P.**

Fuente: Autores.

Tabla 23. *Evaluación de magnitud para el aspecto ambiental de residuos peligrosos*

Normativa de referencia para evaluación de aspecto	Aspecto para evaluar	Cumplimiento el aspecto evaluado	Resultado de la evaluación
Resolución 1164 de 2002	Se implementan los recipientes adecuados para la separación de residuos peligrosos	Se cumple	4 – Bajo
	Se segrega de forma correcta los residuos peligrosos generados	No se cumple	
	La recolección de residuos peligrosos se hace de manera separada	No se cumple	
	Existen rutas de recolección de residuos de residuos peligros	Se cumple	
	Se cuenta con un cuarto de almacenamiento temporal para los residuos peligrosos	Se cumple	

Fuente: Autores.

Tabla 24. *Evaluación de magnitud para el aspecto ambiental de residuos no peligrosos*

Normativa de referencia para evaluación de aspecto	Aspecto para evaluar	Se cumple o no el aspecto evaluado	Resultado de la evaluación
Resolución 1164 de 2002	Se implementan los recipientes adecuados para la separación de residuos no peligrosos	No se cumple	6– Medio
	Se segrega de forma correcta los residuos no peligrosos generados	No se cumple	
	La recolección de residuos peligrosos se hace de manera separada	Se cumple	
	Existen rutas de recolección de residuos de residuos no peligrosos	Se cumple	
	Se cuenta con un cuarto de almacenamiento temporal para los residuos no peligrosos	Se cumple	

Fuente: Autores.

Tabla 25. *Evaluación de magnitud para el aspecto ambiental de vertimientos*

Normativa de referencia para evaluación de aspecto	Aspecto para evaluar	Se cumple o no el aspecto evaluado	Resultado de la evaluación
Resolución 0631 de 2015	Cromo	Se cumple	2 – Muy bajo
	pH	Se cumple	
	Solidos suspendidos	Se cumple	
	Solidos sedimentables	Se cumple	
	DBO	Se cumple	
	DQO	Se cumple	

Fuente: Autores.

Tabla 26. *Evaluación de magnitud para el aspecto ambiental de gases, emisiones, olores ofensivos y material particulado*

Parámetro para evaluar	Valoración de parámetros		Se cumple o no el parámetro evaluado	Resultado de la evaluación
	Valores límites respirables según la norma OSHA 29 CFR 1910.1000 (µg/m³)	Valores promedios obtenidos por Hu et al (µg/m³)		
Aluminio	5000	0,6	Se cumple	2 – Muy bajo
Cromo	1000	0,12	Se cumple	
Cobalto	100	0,06	Se cumple	
Cobre	100	0,22	Se cumple	
Silicio	5000	1,73	Se cumple	

Fuente: Autores.

Finalmente, con el valor obtenido de magnitud se procede a realizar la significancia, evaluación y categoría de los aspectos ambientales especificado en la Tabla 27.

Tabla 27. *Matriz de aspectos e impactos ambientales valoración de la significancia*

Unidad Macro	Unidad de análisis	Aspecto ambiental	SIGNIFICANCIA [G +(CXH)]				
			Tiempo (C)	Severidad (G)	Magnitud (H)	Evaluación	Categoría
Laboratorio Dental	Área de materiales dentales	Generación de gases, emisiones olores	3,07	20	2	26,14	Leve

Unidad Macro	Unidad de análisis	Aspecto ambiental	SIGNIFICANCIA [G +(CXH)]				
			Tiempo (C)	Severidad (G)	Magnitud (H)	Evaluación	Categoría
		ofensivos y material particulado					
		Vertimiento de aguas residuales no domésticas	4,07	30	2	38,14	Leve
		Generación de residuos peligrosos	3,77	40	4	55,08	Moderado
		Generación de residuos no peligrosos	4,07	10	8	42,56	Moderado
	Área de prótesis dentales	Generación de gases, emisiones olores ofensivos y material particulado	4,02	20	2	28,04	Leve
		Vertimiento de aguas residuales no domésticas	3,84	30	2	37,68	Leve
		Generación de residuos peligrosos	4,07	40	4	56,28	Moderado
		Generación de residuos no peligrosos	3,91	10	8	41,28	Moderado
	Área de prótesis removible	Generación de gases, emisiones olores ofensivos y material particulado	3,91	20	2	27,82	Leve
		Vertimiento de aguas residuales no domésticas	3,91	30	2	37,82	Leve
		Generación de residuos peligrosos	4,02	20	4	36,08	Leve
		Generación de residuos no peligrosos	4,02	10	8	42,16	Moderado
	Laboratorio de producción dental	Generación de gases, emisiones olores ofensivos y material particulado	3,84	20	2	27,68	Leve
		Vertimiento de aguas residuales no domésticas	3,41	30	2	36,82	Leve
		Generación de residuos peligrosos	3,41	40	4	53,64	Moderado
		Generación de residuos no peligrosos	3,77	10	8	40,16	Moderado

Fuente: Autores.

A partir de la *Tabla 27*, se identifica que los aspectos ambientales más significativos para los Laboratorios de la tecnología de Laboratorio Dental son: Generación de residuos peligrosos y no peligrosos y que, según la metodología aplicada la prioridad para la toma de acciones es a mediano plazo mientras que, los vertimientos de aguas residuales y la generación de emisiones aplican para una prioridad en la toma de acciones a largo plazo.

4.3.2.2 Planificación de acciones. La planificación de acciones se hace a partir de las actividades puntuales de acuerdo con sus necesidades, aspectos e impactos ambientales significativos, riesgos y oportunidades, cumplimiento de requisitos legales y otros requisitos. Las acciones se desarrollan mediante el establecimiento de programas que permiten cumplir con los objetivos y metas ambientales.

La Tabla 28 presenta el programa de uso racional del agua, la Tabla 29 el programa de ahorro de energía y la tabla 30 el programa de consumo y compra responsable de materias primas.

Tabla 28. *Programa de uso racional y ahorro de agua*

USO RACIONAL Y AHORRO DEL AGUA
Objetivo: Mitigar y controlar los impactos negativos generados por el consumo excesivo de agua en la tecnología de Laboratorio Dental realizando actividades de ahorro y uso eficiente del agua.
Alcance: Disminuir en un 1% el consumo de agua respecto a los 6 meses anteriores una vez sea aplicado el programa.
Actividades: 1. Determinar las actividades actuales en el laboratorio dental en las cuales se genera consumo excesivo de agua. 2. Revisión y mantenimiento del estado de la infraestructura del suministro de agua para el edificio de Laboratorio Dental. 3. Incorporar publicidad para el uso y ahorro eficiente del agua (Apéndice S) 4. Incorporar en los Syllabus de los espacios académicos con uso de recurso hídrico, el tema del uso y ahorro eficiente del agua.
Recursos necesarios: Costo de personal por revisión, mantenimientos y limpieza de la infraestructura. Costo de publicidad, carteles, afiches, etc.
Responsables: R. Gestión: Dirección Administrativa General de Servicios de Salud

USO RACIONAL Y AHORRO DEL AGUA

R. Ejecución: Decanatura de Laboratorio Dental
R. Seguimiento: Coordinación de Gestión Ambiental

Cronograma:
*La revisión, mantenimiento y limpieza se realizará sólo un día(s) del mes o meses establecidos, igual que la determinación de las actividades que generan consumo de agua.

Actividad	Mes			
	01	02	03	04
Determinar cuáles son las actividades actuales en las cuales se genera consumo de agua.	X	X		
Revisión y mantenimiento del estado de la infraestructura del suministro de agua para el edificio de Laboratorio Dental.		X		
Incorporar publicidad para el uso y ahorro eficiente del agua			X	X
Incorporar en los Syllabus de los espacios académicos con uso de recurso hídrico, el tema del uso y ahorro eficiente del agua.				X

Indicadores de gestión:
% de agua ahorrada= (agua consumidas semestre actual/agua consumida semestre anterior) *100

Fuente: Autores.

Tabla 29. *Programa de uso racional y ahorro de energía*

USO RACIONAL Y AHORRO DE ENERGÍA

Objetivo: Mitigar los impactos ambientales negativos generados por el consumo excesivo de energía en la tecnología de Laboratorio Dental.

Alcance: Disminuir el consumo de energía en un 1 % para el edificio de clínicas respecto a los 6 meses anteriores de aplicado el programa.

Actividades:
1. Determinar las actividades actuales en las cuales se genera consumo excesivo de energía.
2. Elaboración del control operacional para equipos electrónicos (Sección 4.4.1.5)
3. Analizar el horario de uso del aire acondicionado del laboratorio dental
4. Cambio de bombillos convencionales a bombillos led.
5. Incorporar publicidad para el uso y ahorro eficiente de energía e (Apéndice T)
6. Incorporar en los Syllabus de los espacios académicos con uso de recurso energético, el tema del uso y ahorro eficiente de la energía.

Recursos necesarios:
Costo de bombillos ahorrativos de energía.
Costo de publicidad, carteles, afiches, etc.

Responsables:
R. Gestión: Dirección Administrativa General de Servicios de Salud
R. Ejecución: Departamento de Planta física y Decanatura de Laboratorio Dental
R. Seguimiento: Coordinación de Gestión Ambiental

Cronograma:
*El cambio de los bombillos convencionales se realizará sólo un día del mes establecido.

Actividad	Mes			
	01	02	03	04
Determinar cuáles son las actividades actuales en las cuales se genera consumo de energía.	X	X		

USO RACIONAL Y AHORRO DE ENERGÍA				
Elaboración del control operacional para equipos electrónicos	X	X	X	
Cambio de bombillos convencionales a bombillos led.		X		
Incorporar publicidad para el uso y ahorro eficiente de energía.			X	X
Incorporar en los Syllabus de los espacios académicos del programa de Laboratorio Dental el uso y ahorro eficiente de energía.				X
Indicadores de gestión: % de energía ahorrada= (energía consumidas mes actual/ energía consumida mes vencido) *100				

Fuente: Autores.

Tabla 30. *Programa de consumo y compra responsable de materias primas*

CONSUMO Y COMPRA RESPONSABLE

Objetivo: Reducir el consumo de materias primas e insumos que puedan influir en el agotamiento de los recursos naturales e introducir criterios ambientales y de comercio, en las compras y contrataciones de la Universidad bajo el concepto de ciclo de vida.

Alcance: Disminuir en un 10% los residuos sólidos producidos en los laboratorios de la tecnología de laboratorio dental

Actividades:

1. Identificar los materiales, instrumento y equipos utilizados en los procesos del laboratorio dental
2. Identificación de ficha técnica de materias primas para diseño de prótesis dentales
3. Búsqueda en el mercado de materias primas con menor impacto ambiental
4. Adopción de métodos de aprovechamientos para residuos sólidos
5. Priorización de materias primas con menor impacto ambiental

Recursos necesarios:
Costos de investigación asociada a la búsqueda en el mercado de materias primas con menor impacto ambiental

Responsables:
R. Gestión: Dirección Administrativa General de Servicios de Salud
R. Ejecución: Decanatura de Laboratorio Dental
R. Seguimiento: Coordinación de Gestión Ambiental

Cronograma:

*Las capacitaciones y charlas se realizarán solo un día del mes o meses establecidos.

Actividad	Mes			
	01	02	03	04
Identificar los materiales, instrumento y equipos utilizados en los procesos del laboratorio dental	×			
Identificación de ficha técnica de materias primas para diseño de prótesis dentales	X			
Búsqueda en el mercado de materias primas con menor impacto ambiental	X	X		
Adopción de métodos de aprovechamientos para residuos sólidos			X	

CONSUMO Y COMPRA RESPONSABLE				
Priorización de materias primas con menor impacto ambiental				X
Indicadores de gestión: % de residuos sólidos aprovechados= (Residuos sólidos aprovechados/ Total de residuos no peligrosos) *100				

Fuente: Autores.

4.3.3 Objetivos ambientales y planificación para lograrlos

Los objetivos ambientales del SGA de la tecnología de Laboratorio Dental se definen teniendo en cuenta la Política Ambiental de la Universidad, los aspectos ambientales más significativos para la tecnología, los riesgos y oportunidades identificados, los requisitos legales y otros requisitos. Los objetivos ambientales deben ser revisados y aprobados por la alta dirección mientras que, la planificación de acciones para dar cumplimiento a los objetivos ambientales tendrá en cuenta los programas ambientales y controles operacionales que se encontrarán disponibles en la **Tabla 31.**

Tabla 31. *Objetivos y metas ambientales*

OBJETIVOS Y METAS AMBIENTALES		
Objetivo	**Meta**	**Seguimiento**
Generar el consumo responsable de insumos y materias primas en los procesos desarrollados en la tecnología de laboratorio dental	Disminuir en un 10% los residuos sólidos producidos en los laboratorios de la tecnología de laboratorio dental	Programa de consumo y compra responsable
Optimizar el consumo de agua en los laboratorios dentales	Reducir el consumo del agua en 1% con base al periodo inmediatamente anterior	Programa de uso racional y ahorro del agua
Mitigar y controlar los impactos negativos generados por el consumo excesivo de energía los laboratorios dentales	Disminuir el consumo de energía en un 1 % para el edificio de clínicas respecto a los 6 meses anteriores de aplicado el programa	Programa de uso racional y ahorro de energía
Cumplir con la normativa vigente de vertimientos	Satisfacer la totalidad de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos exigidos por la normativa vigente	Control operacional de vertimientos (sección 4.4.1.4)
Disminuir los residuos sólidos en la disposición final generados por las actividades en los laboratorios dentales.	Segregar en un 60% los residuos generados	Control operacional para residuos no peligrosos (sección 4.4.1.1) Control operacional para residuos peligrosos (sección 4.4.1.3)

OBJETIVOS Y METAS AMBIENTALES		
Objetivo	**Meta**	**Seguimiento**
Desarrollar métodos de aprovechamiento para residuos sólidos principalmente los no aprovechables	Aprovechamiento de un 20% de los residuos sólidos	Implementación de métodos de aprovechamiento de residuos sólidos sugeridos

Fuente: Autores.

4.4 Operación

4.4.1 Planificación y control operacional

La Universidad Santo Tomás debe establecer, implementar, controlar y mantener que los procesos realizados en los laboratorios dentales cumpliendo con las necesidades y expectativas de las partes interesadas, requisitos legales y otros requisitos. Permitiendo que la implementación de procedimientos, prácticas y procesos realizados mediante el SGA se apliquen progresivamente sin afectar el desarrollo de las actividades.

La Universidad Santo Tomás debe asegurar procedimientos de análisis para la contratación externa de forma que se establezcan los parámetros de elección acorde a la Política Ambiental, objetivos ambientales y otros requisitos que garanticen el cumplimiento del SGA.

La responsabilidad ambiental de la USTA se realiza a partir de una perspectiva de análisis de ciclo de vida, donde se establece el compromiso de la institución, *"va de la puerta a la puerta"*, haciéndose responsable desde la entrada de las materias primas utilizadas en los laboratorios hasta el momento de la entrega de los productos dentales.

Para la ejecución de las operaciones de la universidad se plantea la implementación de procesos de control operacional con énfasis en los aspectos ambientales significativos, esto se presentan en el **apéndice X y Y** para la generación de residuos sólidos no peligrosos

y peligrosos respectivamente, **apéndice Z** para la generación de vertimientos y **apéndice AA** para el mantenimiento de los equipos.

4.5 Evaluación del desempeño

En la evaluación del desempeño se evalúan aspectos como el seguimiento, medición, análisis y evaluación, elementos de auditoría interna y la revisión por la dirección.

4.5.1 Seguimiento, medición, análisis y evaluación

La Coordinación de Gestión Ambiental realiza el seguimiento, medición y análisis del desempeño ambiental mediante el cumplimiento de la Política Ambiental, los objetivos, metas ambientales, marco legal y reportes de caracterización de aspectos ambientales. En concordancia con lo anterior, se han generado indicadores para el ahorro de agua y energía, cumplimiento de límites permisibles para vertimientos, generación y separación de residuos sólidos y personas capacitadas en educación ambiental.

Para el seguimiento y medición del SGA, se realizará al final del semestre académico a partir de los informes de acciones de control operacional, esta información se suministrará a la Dirección Administrativa General de Servicios de Salud. Con base a la información suministrada, se establece la divulgación en las reuniones ordinarias del GAGAS con el fin de evaluar y analizar los resultados obtenidos.

4.5.1.1 Evaluación del cumplimiento. La Universidad Santo Tomás debe establecer, implementar y mantener los procesos necesarios para evaluar el cumplimiento sus requisitos legales y otros requisitos. En orden con lo anterior, se establece realizar seguimientos semestrales para los requisitos legales como generación de residuos peligrosos y no

peligrosos según la resolución 1164 de 2002 y anuales para la medición de valores máximos permisibles en la generación de vertimientos según la resolución 631 de 2015. De igual forma, los aspectos ambientales se evalúan semestralmente mediante indicadores de seguimiento, estos se describen en la **Tabla 32.**

Tabla 32. *Aspectos ambientales e indicadores de seguimiento*

ASPECTO AMBIENTAL	NOMBRE INDICADOR	VALORACIÓN
Generación de gases, emisiones, material particulado y olores ofensivos	Indicador de cumplimiento de límites permisibles	% de parámetros admisibles = (parámetros en límites permisibles/ totalidad de parámetros aplicables) *100
Vertimiento de aguas residuales no domesticas	Indicador de cumplimiento de la normativa para vertimientos	% de parámetros fisicoquímicos en los límites permisibles según la normativa de vertimientos= (parámetros fisicoquímicos en límites permisibles/parámetros fisicoquímicos totales) *100
Generación de residuos peligrosos	Indicador de segregación de residuos peligrosos en la fuente	% de residuos peligrosos separados = (residuos peligrosos separados/residuos peligrosos totales) *100|
Generación de residuos no peligrosos	Indicador de separación de residuos no peligrosos en la fuente	% de residuos no peligrosos separados = (residuos no peligrosos separados/residuos no peligrosos totales) *100|

Fuente: Autores.

4.5.2 Auditoría interna

Para el SGA de la tecnología de laboratorio dental se contempla la ejecución de auditorías internas conforme a los requisitos legales, objetivos ambientales, política ambiental, control operacional y entre otros. La finalidad de la ejecución de las auditorías internas es evaluar la ejecución y los requisitos del SGA. La auditoría interna será programada y realizada por la Coordinación de Gestión Ambiental en apoyo con la Dirección Administrativa General de Servicios de Salud para posterior revisión por parte de la alta

dirección. La auditoría interna se debe realizar al final del semestre académico con el objetivo de identificar las conformidades y oportunidades de mejora para el SGA.

4.5.2.1 Programa de auditoría interna. El programa de auditoría interna del SGA de los laboratorios de la tecnología de Laboratorio Dental debe ser establecido de acuerdo con las áreas de malla curricular, objetivos ambientales, política ambiental, control operacional, requisitos legales, entre otros. Para llevar a cabo la auditoría interna, se definen los objetivos y el alcance que proporcionen la fiabilidad de los resultados, además, los resultados de la auditoría interna se deben suministrar mediante un informe a la Dirección Administrativa General de Servicios de Salud cuya información, sea utilizada para prevenir o corregir las no conformidades. Contemplando que la auditoría interna se realizará sobre un SGA con poco tiempo de implementación, se sugiere elaborarlo para la totalidad del SGA y no para un área específica, para ello, el equipo auditor debe estar conformado por personal calificado, objetivo e imparcial en las áreas del SGA. Es por esto por lo que, se ha diseñado un plan de auditoría interna en la tabla 33.

Tabla 33. *Plan de auditoría interna*

<table>
<tr><td colspan="3">Plan de auditoría interna</td></tr>
<tr><td>Fecha auditoria: / / /</td><td>Hora de inicio: _____</td><td>Hora de finalización: _____</td></tr>
<tr><td colspan="3">Responsable de área a auditar: _____</td></tr>
<tr><td colspan="3">Auditor líder: _____</td></tr>
<tr><td colspan="3">Procesos para auditar: _____</td></tr>
<tr><td colspan="3">Nombre de la empresa: _____</td></tr>
<tr><td colspan="3">Representante legal: _____</td></tr>
<tr><td colspan="2">Actividad principal: Fabricación de prótesis dentales con fines educativos</td><td>Sede principal: Primer piso edificio de clínicas, Campus Floridablanca, seccional Bucaramanga USTA</td></tr>
<tr><td colspan="3">Objetivo: Evaluar los procesos del SGA de la organización e identificar la implementación del SGA según los criterios establecidos de la ISO 14001:2015 a partir de:

Revisión de documentación requerida para el cumplimiento de la auditoria como control operacional, objetivos y metas ambientales, política ambiental y entre otros.</td></tr>
</table>

Determinar las conformidades y no conformidades en la implementación y procesos del SGA de la ISO 14001:2015.		
Alcance: El alcance de la auditoria contempla los aspectos ambientales identificados en las áreas de la malla curricular de la tecnología de Laboratorio Dental junto al Laboratorio de Producción Dental en la USTA seccional Bucaramanga campus Floridablanca		
Criterios: Requisitos legales y asociados al SGA ISO 14001:2015 Documentación del sistema de gestión ambiental de la organización como formatos de generación de residuos, mantenimiento a estructuras, asistencia a capacitaciones y entre otros.		
Métodos: Revisión de documentación Entrevistas a responsables del SGA Visitas de campo al área Identificación de recursos Análisis de datos e información		
Elaborado por	**Revisado por**	**Aprobado por**
Nombre: _____	Nombre: _____	Nombre: _____
Firma: _____	Firma: _____	Firma: _____
Fecha: _____	Fecha: _____	Fecha: _____

Fuente: Autores.

Para ejecutar el plan de auditoria se debe realizar un cronograma acorde con el horario del laboratorio dental y a reuniones acordadas con el auditado. Este cronograma debe ser especifico con las actividades que se desarrollarán en la jornada de auditoria aclarando el inicio y finalización de cada actividad junto a los recursos y responsables de la misma.

4.5.3 Revisión por la dirección

La revisión por parte de la dirección se hará con la finalidad de verificar la implementación y cumplimiento de la norma ISO 14001:2015 a partir de: informes de auditoría, informes de control operacional, política ambiental, objetivos y metas ambientales y entre otros. Se deben contemplar los cambios en las cuestiones externas e internas, necesidades y expectativas de las partes interesadas, riesgos y oportunidades, oportunidades

de mejora continua y entre otros. La revisión por la dirección se hará al contar con la documentación requerida del SGA.

5.Métodos de aprovechamiento de residuos

5.1 Aprovechamiento de los residuos de yeso.

El yeso dental es un material que se compone principalmente de sulfato de calcio dihidratado ($CaSO_4 + 2H_2O$) el cual se prepara a partir de la mezcla con agua y sulfato de calcio semihidratado ($CaSO_4 + H_2O$). La preparación en el laboratorio dental, consiste en fraguar el material para después ser utilizado en las impresiones dentales (Avila & Alcon, 2013; OviDental, 2021). El yeso en el laboratorio dental es utilizado para el diseño de estructuras de prótesis parciales, ortodoncia y ortopedia, coronas, puentes y entre otros (Ngombane, 2018). A su vez, este material es fundamental en el laboratorio dental debido a sus características como dureza y resistencia, haciendo que su sustitución sea difícil ya que estas propiedades son primordiales para el trabajo en el laboratorio(Pineda-higuita et al., 2018).

El yeso es uno de los materiales más utilizados en los laboratorios y por lo tanto, el componente mayor de los residuos sólidos (Ngombane, 2018). La disposición final del yeso se convierte en un problema económico y ambiental a pesar de que su composición es propia de un mineral inerte que al entrar en contacto con el agua en condiciones anaerobias va a formar iones de calcio y sulfato, el cual puede transformarse en ácido sulfúrico afectando el pH y la vida microbiana. (Pineda-higuita et al., 2018). Por consiguiente, se han hecho varios estudios que han identificado el uso potencial de los residuo de yeso para su aplicación industrial en el sector agrícola y construcción, entre otros (Jaramillo Castro, 2020). A

continuación, se describen alguno de los procesos de aprovechamiento del yeso identificados para la aplicación en el sistema de gestión ambiental para la tecnología de laboratorio dental:

5.1.1 Materia prima para el sector de la construcción

Los residuos de yeso reciclado pueden aprovecharse en el sector de la construcción como insumo para la fabricación de láminas de yeso o drywall, las cuales durante su proceso de producción se componen a partir de un núcleo de yeso dihidratado ($CaSO_4 + 2\ H_2O$) con caras revestidas de papel celulosa en el que, las moléculas de sulfato de calcio fraguan con el papel y a partir de este proceso se generan las propiedades de la lámina (Gyplac, 2016).

Para el proceso de fabricación de láminas de yeso, el yeso reciclado debe pasar por un proceso de secado en el que el yeso dihidratado a temperatura de 140 a 200 ℃ se transforma en yeso β-hemihidrato o yeso de París el cual, posteriormente al mezclarse con el agua se convierte en yeso dihidratado (Jaramillo Castro, 2020). A partir de esta hipótesis y teniendo en cuenta la generación de residuos de yeso en el laboratorio dental se plantea la oportunidad de diseñar un método de aprovechamiento.

El método descrito anteriormente, se presenta como una alternativa para el proceso de aprovechamiento de los residuos yeso dental, convertirlo en un material aprovechable. Se sugiere el uso de la metodología desarrollada en 2015 por Alameda et al debido a que obtuvo resultados óptimos de resistencia a flexión y dureza para el uso del yeso como materia prima en la fabricación de láminas de yeso o drywall:

5.1.1.1Ventajas del yeso reciclado. El yeso dental reciclado puede reemplazar hasta un 30 % de la materia prima utilizada en las láminas de yeso (Sierra Tobón, 2017). Es una oferta de un producto sostenible para los consumidores, tiene ventajas competitivas en el sector ambiental lo que posibilitaría el acceso a beneficios tributarios para la USTA

5.1.1.2 Etapas del proceso de elaboración de yeso reciclado. Para el reciclaje del yeso que ha sido separado en la fuente, sigue el siguiente proceso:

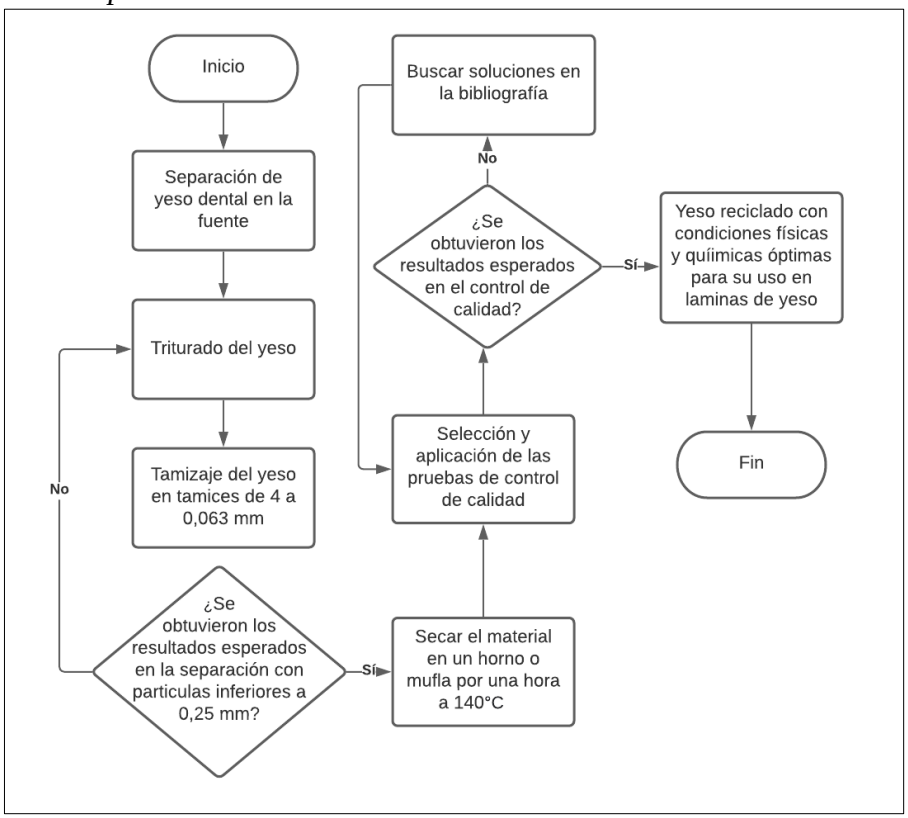
- Triturado: se reduce el tamaño del yeso y se introduce a un molino RETSCH SM 100 con un tamiz de 4 mm
- Tamizado: tamizar los productos por una serie de tamices de 4 a 0,063 mm
- Secado: a partir del material obtenido se obtiene el inferior a 0,25 mm y se seca el material a 140°C por una hora.
- Control de calidad a través de pruebas físicas del material: de acuerdo con Jaramillo Castro 2020, a partir del producto obtenido se le aplican pruebas de calidad como pruebas físicas y químicas reglamentadas por la sociedad americana para pruebas y materiales “ASTM” como ASTM C-471 para pruebas físicas y ASTM C-472 para pruebas y químicas. Para la aplicabilidad y homologaciones en Colombia, Jaramillo Castro sugiere que se adapten y apliquen las pruebas aplicables a los cementos y materiales de construcción en el país. Las metodologías utilizadas en el control de calidad se describen a continuación:

  - NTC-107 Ensayo para determinar la expansión del cemento: aplicable para determinar la expansión retardada causada por la hidratación del yeso reciclado

- NTC-109 Método para determinar los tiempos de fraguado del cemento: aplicable a los tiempos de fraguado del yeso reciclado
- NTC-110 Método para determinar la consistencia normal del cemento: aplicable a la consistencia del yeso reciclado
- NTC-111 Método para determinar la fluidez de morteros de cemento hidráulico: aplicable a la relación agua/yeso
- NTC-112 Mezcla mecánica de pastas de cemento hidráulico y morteros de consistencia plástica: aplicable a la mezcla formada por el yeso y el agua
- NTC-184 Método de análisis químicos de los cementos hidráulicos: métodos de ensayo para los análisis químicos del yeso reciclado
- NTC-220 Método para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento: aplicable a la resistencia del yeso reciclado
- NTC-221 Método de ensayo para determinar la densidad del cemento hidráulico: aplicable a calcular el peso específico del yeso reciclado
- I.N.V.E. – 121 – 07 Determinación del contenido orgánico en suelos mediante pérdida por ignición: Aplicable a medir el contenido orgánico del yeso reciclado.
- I.N.V.E. – 235 – 07 Valor de azul de metileno en agregados finos y en llenantes minerales: aplicable a comprobar si hay materia orgánica en el yeso reciclado.

En la figura 26 se presenta el flujograma del proceso del reciclado del yeso.

Figura 26. *Flujograma para el proceso del reciclado del yeso dental para su uso como materia prima en el sector de la construcción.*



Fuente: Autores.

Además de la aplicación como materia prima para lamias de yeso, se ha demostrado el uso del yeso reciclado en fabricación de cementos, vías e insumo para la industria de pinturas y estuco (Sierra Tobón, 2017). Con respecto a la comercialización del yeso, según Sierra Tobón (2017) el precio del yeso en el mercado varía de acuerdo con la disponibilidad y transporte hacía las fábricas de producción y comercialización.

5.1.2 Aprovechamiento de los residuos de yeso como corrector de suelos ácidos por presencia de iones aluminio

El yeso agrícola es un mineral compuesto principalmente por Sulfato de Calcio dihidratado ($CaSO_4.2HO$), es una fuente que proporciona Ca (17-27%) y S (14-18%). Puede

usarse como fuente directa de Calcio y azufre para las plantas o como aditivo durante el compostaje de estiércol para suplir necesidades de macro y micronutrientes. El yeso cuenta una mayor solubilidad en agua de cal (2.5 g/L de cal), esta característica genera que el calcio tenga mayor movilidad respecto a la cal permitiendo asi que los nutrientes atraviesen el perfil del suelo (Cuervo, 2019).

Según Cuervo, (2019) la acidificación de los suelos es dada por un proceso natural que se desarrolla de forma lenta y continua en zonas que cuenten con gran cantidad de lluvias y se puede acelerar significativamente al realizar prácticas agrícolas, como pueden ser el laboreo y el uso de fertilizantes. El uso de Cal agrícola permite corregir la acidez excesiva que resulta en una toxicidad por presencia de iones de aluminio afectando directamente las raíces de las plantas, además el uso de cal agrícola aporta el calcio necesario para el crecimiento y el desarrollo de los cultivos. Mediante un encalado correctivo se hace posible recuperar la productividad del suelo acidificado y alcanzar los rendimientos potenciales. El encalado de neutralización, por otra parte, mejora las condiciones físicas y biológicas del suelo además que debido a la solubilidad que presenta permite un mayor movimiento hacia horizontes subsuperficiales donde es posible precipitar aluminio.

5.1.2.1 Reacciones del yeso en el suelo. Según (Malavolta E, 1985), citando estudios de (Pavan M, 1984), explican que debido al ion acompañante, Ca + $2SO_4$ del yeso o fosfoyeso, es capaz de descender por el perfil del suelo de la siguiente forma**:**

- La primera etapa está dada por la disociación parcial del yeso en la superficie, es decir la división del sulfato de calcio en iones calcio y de azufre respectivamente, cerca de un 65 % del total de la molécula.

  $CaSO_4 \rightarrow Ca^{+2} + SO_4^{=}$

- La segunda etapa consiste en la solubilización del sulfato de calcio, es decir pasa de encontrarse en un estado sólido para solubilizarse en el agua, cerca de un 35% de la molécula inicial se conserva.

  $CaSO_{4\ Solido} \rightarrow\ {CaSO_4}^{0}{}_{Soluble}$

(cerca del 35% del total)

- La tercera etapa consiste en la lixiviación del yeso soluble a través de la matriz del suelo en el que ha sido aplicado.

  ${CaSO_4}^{0}{}_{Soluble} \downarrow$

- La cuarta etapa consiste en la disociación en profundidad, donde la molécula soluble de sulfato de calcio se separa en iones de calcio y azufre.

  ${CaSO_4}^{0} \rightarrow\ Ca^{+2} +\ {SO_4}^{=}$

- La cuarta etapa consistes en el intercambio de los iones de azufre y calcio, el aluminio en forma de ion se encuentra unido a una fracción del suelo que por lo general es arcilloso, la molécula de calcio rompe el enlace entre el aluminio y fracción de suelo dando como resultado la unión del calcio a la fracción de suelo y convirtiendo el aluminio en un ion disponible para cualquier reacción.

  $X_{Fraccion\ de\ suelo\ a\ la\ que\ esta\ unida\ el\ Al} - 2Al^{+3} + 3Ca \rightarrow\ X - 3Ca +\ 2Al^{+3}$

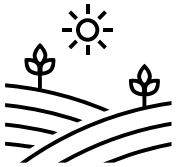
- En las capas del subsuelo ocurre la neutralización del Al tóxico, por la unión de esta molécula con el sulfato aportado por el yeso, esto permite dar una neutralización efectiva en suelos con presencia de Al o también llamados suelos ácidos.

  $Al^{+3} + {SO_4}^{=} \rightarrow\ \ AlSO_{4_{no\ tóxico}}$

El yeso se ha convertido en una enmienda del suelo con capacidad de recuperar suelos ácidos y, además, mejora propiedades físicas de la matriz del suelo como la aireación y paso

del agua a través de este, favoreciendo así el sistema radicular de las plantas. (Valencia A, 1998) afirma que no solo la disociación produce Ca^{+2} + $SO^{=}$ como iones en solución, sino que queda sin disociarse $CaSO_4^0$ que puede moverse a capas inferiores a través del perfil. (Zapata H, 2004), citando a (Ritchey K, 1980), referencia un estudio donde se concluye que los sulfatos llevan calcio hasta los 70 cm lo que su aplicación influye de manera positiva en la aplicación correctiva en suelos ácidos como se presentado a lo largo de este capítulo. Después de esta descripción de cómo se neutraliza el Al en los suelos ácidos por acción de aplicación de yeso, se presentarán las principales ventajas de la aplicación de este producto como acción correctiva en los suelos como se presenta en la **Tabla 34** según la información dada por (Cuervo, 2019).

Tabla 34. *Ventajas de la aplicación de yeso en suelos*

Ventajas de la aplicación de Yeso en suelos	
Fuente de calcio y azufre para los suelos con poca disponibilidad de nutrientes además corrige la acidez del suelo por lo que las plantas son capaces de enraizar a mayor profundidad y se incrementa la tasa de absorción de agua y nutrientes por las plantas. (Jaramillo Castro, 2020)	
La aplicación de yeso, mejora de la emergencia de los cultivos debido al aumento de aire y a la entrada de agua en la matriz del suelo (Paneque, Victor; Calaña, Juan; Calderon, 2010).	
El sodio es un elemento nocivo para el suelo, el cual afecta sus propiedades físicas, esto conduce a la compactación del suelo, a la pérdida de infiltración, la rehabilitación de suelos sódicos en base al yeso se da por que proporciona Ca que puede intercambiarse con Na, conduciendo así a la floculación de las partículas del suelo (Garro & Sierra Tobón, 2017).	
Los suelos ácidos con baja CIC (capacidad de intercambio catiónico) no proveen el suficiente Ca^{+2} a los cultivos, especialmente en aquellos que tienen altas concentraciones de H+ (bajo PH) por lo que la enmienda de yeso suple esta necesidad (Cuervo, 2019).	

Fuente: Autores.

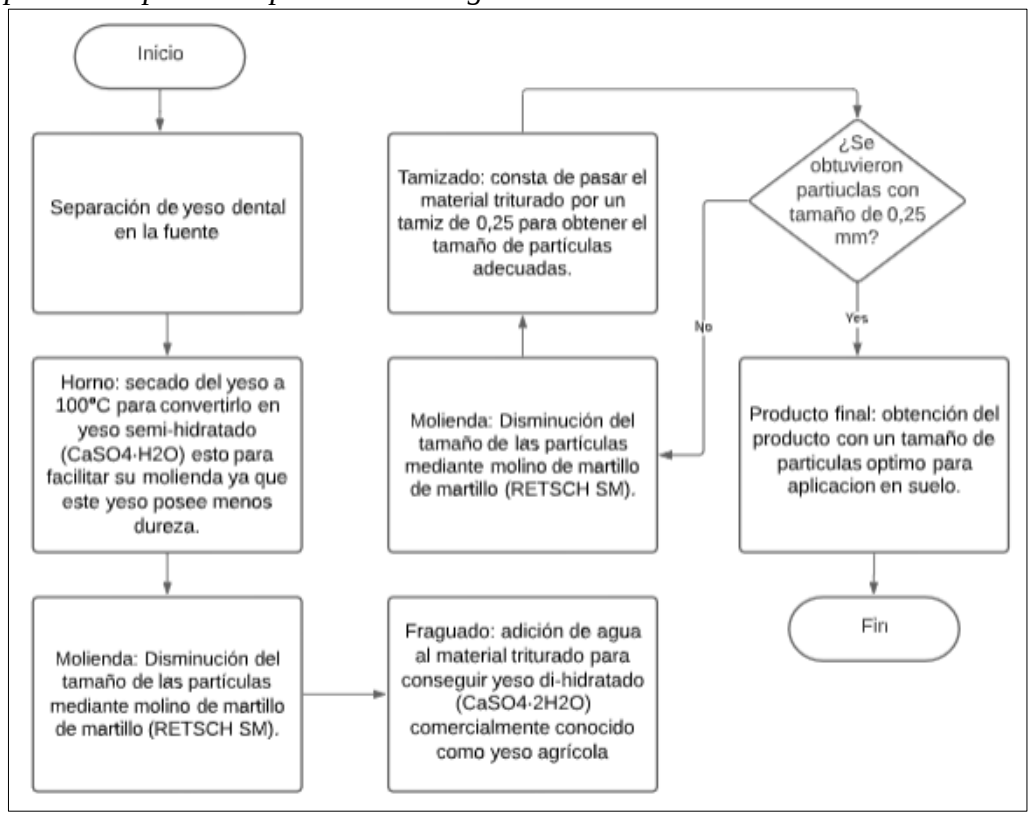
5.1.2.2 Etapas del proceso para uso agrícola. A continuación, se indica el método propuesto por Walter para el aprovechamiento del yeso con fines agrícolas:

- Separación de yeso dental en la fuente
- Horno: secado del yeso a 100°C para convertirlo en yeso semi-hidratado ($CaSO_4 + 2H_2O$) esto para facilitar su molienda ya que este yeso posee menos dureza.
- Molienda: Disminución del tamaño de las partículas mediante molino de martillo de MARTILLO RETSCH SM
- Fraguado: adición de agua al material triturado para conseguir yeso di-hidratado ($CaSO_4 + 2H_2O$) comercialmente conocido como yeso agrícola
- Molienda: Disminución del tamaño de las partículas mediante un molino de martillo.
- Tamizado: consta de pasar el material triturado por un tamiz de 0,25 para obtener el tamaño de partículas adecuadas.
- Producto final: obtención del producto con un tamaño de partículas adecuadas para la aplicación en suelos.

Según *Jaramillo Castro, 2020* el yeso reciclado para procesos agrícolas alcanza una tasa de reincorporación de hasta el 100% asimismo, el proceso de reciclaje no modifica la composición química, propiedades físicas o mecánicas (Walter, 2015).

En la **Figura 27** se presenta el flujograma del proceso

Figura 27. *Flujograma para el proceso del reciclado del yeso dental para fines de materia prima en aplicación para abonos orgánicos.*



Fuente: Autores.

5.2 Aprovechamiento de los residuos de alambre de acero inoxidable

Para la tecnología de laboratorio dental de la Universidad Santo Tomás se identificó a partir del diagnóstico realizado que el alambre de ortodoncia es uno de los materiales más utilizados en el desarrollo de las asignaturas y el cuál tiene como característica el no aprovechamiento e incertidumbre de su manejo para su disposición final, este material se compone principalmente de hierro, cromo y níquel además de otros elementos como se muestran en la **Tabla 35** y tiene como particularidad que su fabricación se realiza según requisitos de elasticidad, fuerza y memoria de forma (Calderón et al., 2010). El uso del alambre en el laboratorio se aplica en el área de materiales dentales de la malla curricular,

específicamente en el desarrollo de prácticas enfocadas al manejo y doblaje de estos con el uso de alambres de calibre 0.7, 0.8, 0.9 y 1 mm como el enseñado en la **Figura 28.**

De la misma forma, el reciclaje de los materiales de acero inoxidable permite mantener las características de la materia prima como resistencia a la comprensión, tracción, dureza y ductilidad (Agència de residus de Catalunya, 2010). Asimismo, se ha estudiado las características mecánicas de los alambres dentales después de ser utilizado por cuatro semanas en pacientes, con resultados de interés como que el alambre mantiene sus características mecánicas como fuerza elástica y limite elástico a pesar de ser más blando que el alambre sin pruebas (Oshagh et al., 2013). A partir de esta hipótesis y reconociendo que los alambres empleados en el laboratorio dental no son implementados en pacientes y que su tiempo de uso es menor de cuatro semanas se identifica una oportunidad para el aprovechamiento de los alambres dentales.

Figura 28. *Tipo de alambre utilizado en el laboratorio dental*

Fuente: Autores

La composición del alambre se muestra en la **Tabla 35**, en el que los principales materiales que lo compone son el Hiero, Cromo y N.

Tabla 35. *Composición del alambre utilizado en la tecnología de laboratorio dental*

	Material							
Designación	**C**	**Si**	**Mn**	**Cr**	**Ni**	**P**	**S**	**Fe**
Acero inoxidable (Denta Flex remanium	≤ 0,08	≤ 1,0	≤ 2,0	18 - 20	8,0-10,5	≤ 0,045	≤ 0,03	Resto

Fuente: (Dentaurum, 2020).

La Universidad Santo Tomás seccional Bucaramanga, cuenta con diez facultades entre las que se destaca la facultad de arquitectura por su acreditación nacional de alta calidad y acreditación internacional ARCU-SUR(Universidad Santo tomás, 2020). En el ejercicio del estudiante de arquitectura se fabrican proyectos arquitectónicos para las diferentes asignaturas y el uso de alambres se implementa para el diseño de vegetación, figuras, edificaciones y cualquier otro objeto que varía a partir de, la experiencia, gusto personal, escala a representar y finalidad del proyecto(Corporación Universitaria Unitec, 2012). En la USTA a partir de los aspectos nombrados anteriormente y mediante la creación de la Coordinación de Gestión Ambiental de la universidad y en común acuerdo con los representantes estudiantiles de arquitectura y la facultad de arquitectura se han generado iniciativas para el aprovechamiento de residuos generados durante la fabricación de los proyectos , es así como se diseña la jornada de aprovechamiento de materiales de arquitectura en la cual se busca la reincorporación de estos materiales. Considerando la situación de los alambres dentales del laboratorio y teniendo en cuenta su aplicación en los proyectos de

arquitectura se plantea la inclusión de los alambres dentales en las jornadas de aprovechamiento de arquitectura que traería consigo las siguientes ventajas:

- Disminución en los costos estudiantiles para la elaboración de proyectos académicos
- Fomentar la generación de proyectos de valorización de residuos dentro de la universidad santo tomas
- Ahorro económico en la disposición final para los alambres generados en el laboratorio dental
- Reincorporación de material con un índice de degradación bajo fomentando el cuidado de la casa común profesado por la Universidad Santo Tomas
- Fomentar la política de compra y consumo responsable liderada por la coordinación de gestión ambiental.

5.2.1 Etapas del proceso de aprovechamiento de los residuos de alambres dentales

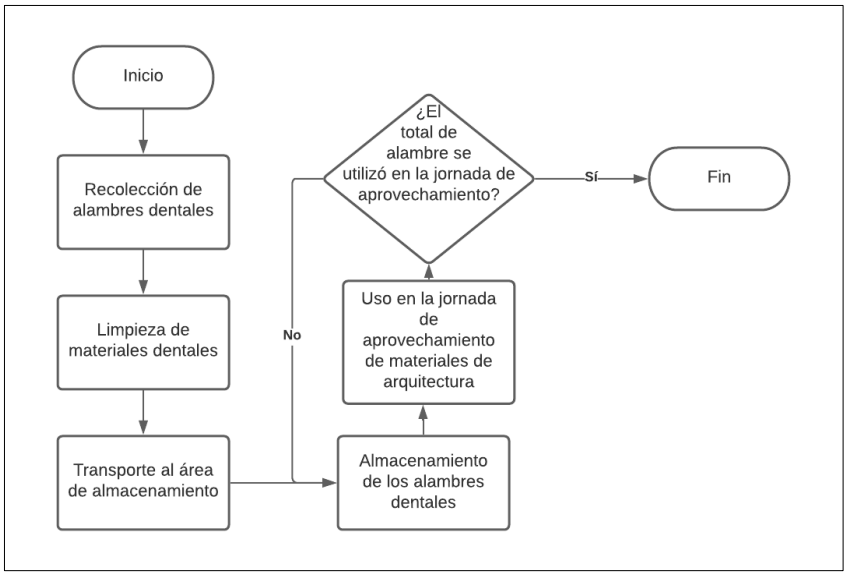
Mediante la inclusión de los residuos de alambres dentales en las jornadas de aprovechamiento se sugiere realizar el siguiente método de aprovechamiento:

- Recolección: se recolectan los alambres utilizados en los sitios de generación en el recipiente con la etiqueta de yeso de laboratorio dental
- Limpieza: los alambres se limpian con una toalla desechable y alcohol isopropílico
- Transporte: se recolectan los residuos en los recipientes para después ser llevados a un área de almacenamiento
- Almacenamiento: los alambres se almacenan en un lugar fresco y seco hasta el uso en la jornada de aprovechamiento

- Uso en la jornada de aprovechamiento: los alambres se transportan a la jornada de aprovechamiento

En la Figura 29 se presenta el flujograma del método de aprovechamiento para los alambres dentales.

Figura 29. *Flujograma del método de aprovechamiento propuesto para los alambres dentales*



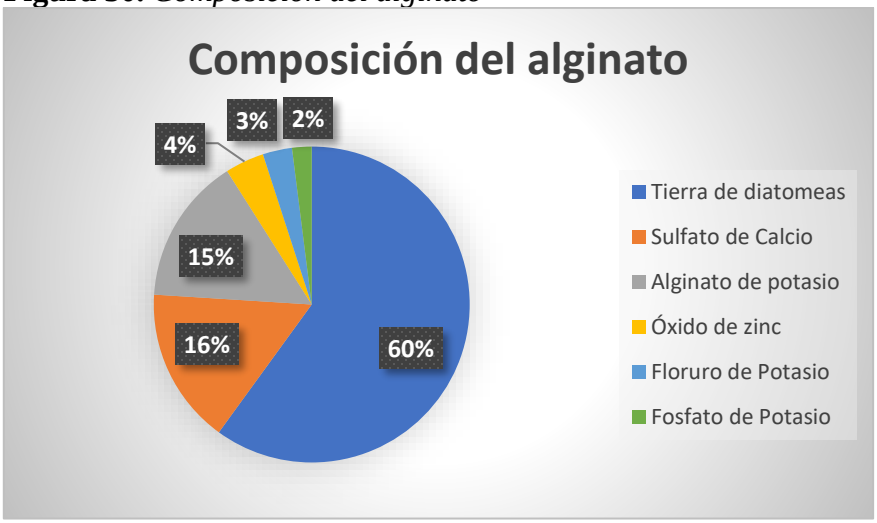
Fuente: Autores.

5.3 Aprovechamiento de los residuos de alginato

El alginato o hidrocoloide irreversible es uno de los principales materiales dentales del laboratorio dental, utilizado para la toma de impresiones dentales en los tejidos duros y blandos de la cavidad bucal. Entre sus características de uso del laboratorio dental destaca su precisión para su posterior aplicabilidad en el diseño de prótesis fijas, prótesis removible y ortodoncia (Rossio Carmen, 2013). De la misma forma, entre las principales propiedades del alginato se identifican el fraguado lento, soluble, frágil, estabilidad dimensional, resistencia al desgarro y entre otras (Milagros et al., 2018).

Con respecto a la composición del alginato, se tiene que contiene en mayor proporción tierra de diatomeas y sal de ácido algínico en el que, el primero proviene de algas unicelulares fosilizadas compuestas principalmente de sílice (Borgel Espinoza, 2007) mientras que, el segundo contiene sal de ácido algínico compuesta de alginato de sodio o potasio extraído de las algas marinas (Milagros et al., 2018). Según Rossio Carmen, el alginato se compone como se muestra en la **Figura 30**:

Figura 30. *Composición del alginato*



Fuente: (Rossio Carmen, 2013). Adaptado: Autores.

A su vez, el alginato al ser el material de mayor uso para la toma de impresiones dentales ha sido una de las causas por las que han aumentado los residuos sólidos en los laboratorios dentales (Frahdian et al., 2018). Por tanto y teniendo en cuenta la **Figura 30** en el que los principales componentes del alginato son de tipo orgánico, se sugiere realizar un método de aprovechamiento con fines agrícolas, considerando la investigación realizada en 2018 por Frahdian et al con resultados satisfactorios en la aplicación de residuos de alginato

con concentración de 0,01 % y 0,1% en cultivos de coliflor. Entre los nutrientes que aporta el alginato como fertilizante destaca:

- Aporte de Potasio (K) en las plantas es importante en el sistema metabólico desarrollando un óptimo sistema radicular además de que mejora la resistencia a sequía y enfermedades debido al desarrollo de raíces.
- Aporte de Magnesio (Mg) que promueve la formación de clorofila, activador del sistema de enzimas y formación de aceite.
- Aporte de Calcio (Ca) importante para la formación de paredes celulares, división celular, crecimiento y elongación de las plantas.
- Entre los otros nutrientes que se identificaron en los residuos de alginato se encuentran el azufre, fosforo y nitrógeno con un aporte de 0,96%, 0,38% y 0,14% respectivamente.

En la **Tabla 36** se presenta el aporte de nutrientes en cultivos de coliflor provenientes de residuos de alginato.

Tabla 36. *Aporte de nutrientes en cultivos de coliflor provenientes de residuos de alginato*

Nutrientes aportados por los residuos de alginato		
Potasio	**Magnesio**	**Calcio**
El contenido de potasio (K) contenido en los residuos de alginato es de 1,12%.	El contenido de magnesio (Mg) encontrado en los residuos de alginato es de 2,32%	El contenido de calcio (Ca) encontrado en los residuos de alginato es de 2,58%

Fuente: (Frahdian et al., 2018). Adaptado: Autores.

5.3.1 Método de aprovechamiento de los residuos de alginato

Las impresiones dentales creados en la USTA se disponen en las canecas de residuos aprovechables junto con otros residuos de diferentes características, es decir

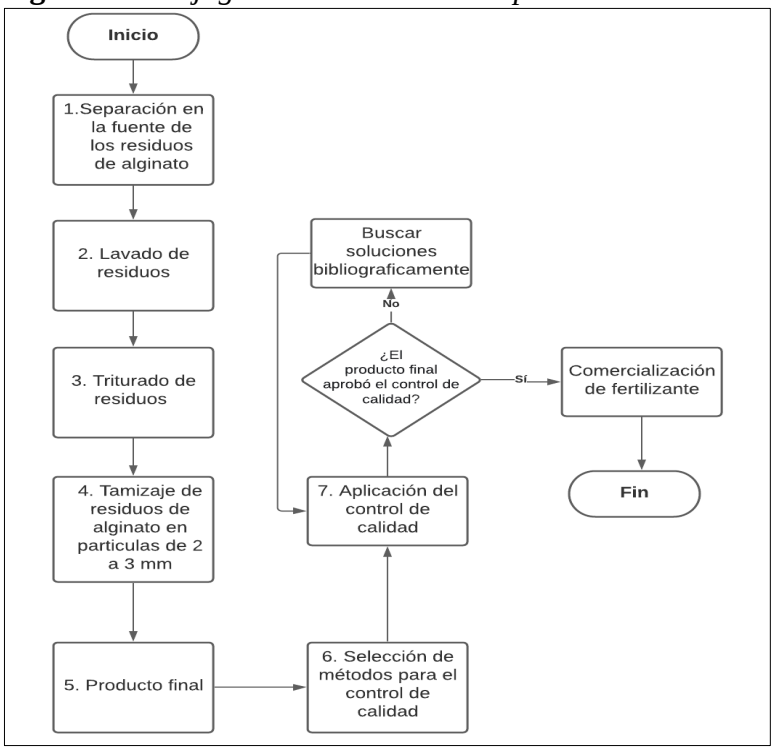
su disposición es compleja, y no permite el aprovechamiento de este. Según Frahdian et al (2018), este material de impresión de alginato se puede aprovechar mediante el proceso:

5.3.1.1 Etapas del proceso de aprovechamiento de los residuos de alginato. A continuación, se describen las etapas de aprovechamiento de los residuos de alginato generados en el laboratorio dental.

- Separación en la fuente: en esta etapa se busca la separación adecuada del residuo, de manera que sea fácil su recolección para ser transportados al lugar de aprovechamiento destinado por la Universidad Santo Tomás.
- Lavado: en este proceso se busca eliminar impurezas que se han quedado unidas a los moldes de alginato.
- Secado: a partir de la temperatura ambiente se busca un secado de los materiales que permita el máximo aprovechamiento de este.
- Triturado: se tritura el material con materiales pesados que permitan la disminución en el tamaño de las partículas.
- Tamizaje: el material triturado se separa en los diferentes tamaños de partículas, a partir de un tamizaje en tamices de 2 a 3 mm.
- Producto final: es necesario identificar el cultivo o suelo al cual, se le va a aplicar el tratamiento para realizar pruebas que a partir de la generación de biomasa se identifique el rango ideal para la aplicación del fertilizante.

En la Figura 31 se presenta el flujograma del método de aprovechamiento de los residuos de alginato generados en el laboratorio dental.

Figura 31. *Flujograma del método de aprovechamiento de los residuos de alginato*



Fuente: Autores.

5.3.1.2 Uso de los residuos de alginato como fertilizante. El uso de residuos de alginato en los cultivos y en el suelo, tiene pocas aplicaciones recientes, sin embargo, a partir de los resultados obtenidos se ha logrado identificar como un método de aprovechamiento en el marco de la economía circular.

De la misma forma, posteriormente a la conversión de los residuos de alginato en producto final se deben realizar pruebas químicas y físicas específicas para cada tipo de cultivo en el que se identifiquen las dosis óptimas para su aplicación. Asimismo, a partir de los estudios realizados por Frahdian et al en 2018 en el que, se aplicó y se analizó el comportamiento de los cultivos de coliflor a partir de diferentes concentraciones de los residuos de alginato en el suelo, se identificaron las siguientes particularidades:

- El producto final del método de aprovechamiento debe ser caracterizado biológicamente
- La aplicación del fertilizante se realiza en % peso/peso respecto al suelo
- Se deben tomar tiempos representativos para los cultivos seleccionados en el que, para el caso de la coliflor es de 47 días
- Entre las variables aplicables para medir el desempeño del fertilizante destacan: Variabilidad del pH en el suelo y producción de biomasa en los frutos de la planta.
- El aporte de fósforo (P) por parte de los residuos de alginato se ve disminuido en suelos con presencia de hierro (Fe) ya que, genera enlaces Fe – P ocasionando, que el fósforo en esta composición sea un elemento no asimilable para la panta.
- En suelo alcalinos, el aporte de fosforo (P) por parte de los residuos de alginato se disminuye por la presencia de calcio (Ca) ya que, se generan enlaces Ca – P ocasionando que el fósforo sea un elemento no asimilable para la planta
- Para el caso de la coliflor, la disponibilidad del fósforo se relaciona directamente con el tamaño de los frutos de la planta.

Finalmente, en relación con las conclusiones del estudio realizado por Frahdian et al y con el objetivo de comercializar el producto se sugiere implementar la Norma Técnica Colombiana NTC-5167 diseñada para "*Productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas acondicionadores de suelos".* A su vez, en la **Tabla 37** se realizó la comparación entre los nutrientes a garantizar sugeridos por la NTC-5167 y los resultados obtenidos por Frahdian et al para la aplicación de residuos de alginato en cultivos de coliflor.

Tabla 37. *Comparación de nutrientes entre la NTC-5167 y aplicación por Frahdian et al de residuos del alginato*

Nutriente	Valor mínimo sugerido por la NTC-5167 para abonos o fertilizantes orgánicos-minerales sólidos (%)	Valores obtenidos por Frahdian et al en los residuos de alginato (%)
Nitrógeno (N)	>2	0,14
Fósforo (P)	>1	0,38
Potasio (K)	>1	1,12
Calcio (Ca)	>1	2,58
Magnesio (Mg)	>1	2,32
Azufre (S)	>1	0,96

Fuente: Autores.

6. Conclusiones

Se diseñó el Sistema de Gestión Ambiental para los laboratorios de. Programa de tecnología de Laboratorio Dental mediante la norma ISO 14001: 2015 como propuesta piloto para replicarla otros programas de la Universidad.

Para la identificación y evaluación de los aspectos ambientales se aplicó la metodología para Instituciones de Educación Superior aplicada en la Universidad Nacional Sede Bogotá, la cual permitió identificar la prioridad para la toma de acciones respecto a la significancia de cada aspecto ambiental, generando como resultado. la prioridad a mediano plazo para los aspectos ambientales de generación de residuos peligrosos y no peligrosos mientras que los aspectos ambientales de generación de vertimientos y gases, correspondió a una prioridad a largo plazo.

Para los aspectos ambientales identificados como significativos, se diseñaron planes de acción como los controles operacionales y programas con un enfoque en la prevención, con el objetivo de disminuir o mitigar la valoración de estos aspectos ambientales.

Se propone un Sistema de Gestión Ambiental basado en un modelo de Economía Circular, a través del aprovechamiento de los residuos de yeso y alginato, debido a que son

alrededor del 60% de los residuos sólidos, contribuyendo a la certificación del Sistema de Gestión Basura Cero.

7. Recomendaciones

Teniendo en cuenta el diseño del Sistema de Gestión Ambiental se sugiere la implementación en el programa de tecnología dental, como una muestra piloto que pueda replicarse a los demás programas de la Universidad.

Se recomienda incluir la gestión de los aspectos ambientales generados en las actividades programadas en los syllabus, como estrategia para la implementación del Sistema de Gestión Ambiental.

A su vez, se recomienda la implementación de los métodos de aprovechamiento para los residuos sólidos con la finalidad de encaminar la Universidad hacia una Certificación del Sistema de Gestión Basura Cero.

Para la implementación de los métodos de aprovechamiento, se sugiere realizar estudios de mercados en los que se investiguen los potenciales clientes, precio, demanda, oferta, análisis histórico del producto, métodos de comercialización, proyecciones de oferta, precio y demanda, entre otros aspectos aplicables a la comercialización del producto.

En relación con lo anterior, se recomienda que los procesos de aprovechamiento estén articulados a proyectos de investigación con el objetivo de evaluar y mejorar los productos generados.

Se recomienda que, a partir de los resultados de caracterización diaria de residuos, se genere una base de datos a nivel seccional y Multicampus, que permitan un acceso rápido y seguro de la información con el propósito de identificar la variación en la generación de residuos a largo plazo.

Finalmente, se recomienda la investigación de proyectos con enfoque de economía circular que permita a la Universidad Santo Tomás destacarse a nivel nacional e internacional.

Referencias

Agència de residus de Catalunya. (2010). Guía de buenas prácticas para el reciclaje de metales en Cataluña .http://residus.gencat.cat/web/.content/home/lagencia/publicacions/prevencio/guia_metales_ok.pdf

Aguilera Constansa, G. M. (2018a). MANUAL: Protocolo Simplificado de Diseño en Prótesis Parcial Removible. Director, 15(40), 6–13. http://awsassets.wwfnz.panda.org/downloads/earth_summit_2012_v3.pdf%0Ahttp://hdl.handle.net/10239/131%0Ahttps://www.uam.es/gruposinv/meva/publicaciones jesus/capitulos_espanyol_jesus/2005_motivacion para el aprendizaje Perspectiva alumnos.pdf%0Ahttps://ww

Aguilera Constansa, G. M. (2018b). MANUAL: Protocolo Simplificado de Diseño en Prótesis Parcial Removible. Director, 15(40), 6–13.

Alameda, L., Calderón, V., Gadea, J., & Gutiérrez-Gonzáleza, S. (2015). Reciclado de placas de yeso laminado aligeradas con residuos de poliuretano. Anales de Edificación, 1(1), 33. https://doi.org/10.20868/ade.2015.3037

Alavi, A., Shakiba, M., Nejad, A. T., Massahnia, S., & Shiari, A. (2011). Respiratory findings in dental laboratory technicians in rasht (north of iran). Tanaffos, 10(2), 44–49.

Alzate, A., Ramírez, J., & Alzate, S. (2018). Modelo de Gestión Ambiental ISO 14001 : Evolución y aporte a la sostenibilidad organizacional. Revista Chilena de Economía y Sociedad, 74–85.

Avila, J., & Alcon, G. (2013). Yesos Odontológicos (Gypso). Revista de Actualización Clínica, 30, 1483–1487. http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/raci/v30/v30_a02.pdf

BEGO. (n.d.). Eltropol 300. Manual original. . Retrieved May 20, 2021, from www.bego.com

BEGO. (2016). Ficha de datos de seguridad. Wirolyt REF 52460.

Biodentales. (2018). Revestimeintos Whipmix. https://www.biodentales.com/Catalogos/Revestimientos_info_detallada_whipmix-2018.pdf

Borgel Espinoza, I. (2007). CARACTERIZACIÓN DEL YACIMIENTO DE DIATOMITA DE LOMA LARGA, MUNICIPIO DE ACATLÁN, HIDALGO Y EVALUACIÓN DE SUS APLICACIONES ALTERNAS. http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/501/Caracterizacion del yacimiento de diatomita.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Caballero Nery. (1986). El Syllabus. 1–21. http://www.corantioquia.gov.co/ciadoc/AUTORIDAD AMBIENTAL/AIRNR_SDC_00042_201X.pdf

Calderón, C., González, B., González, E., González, Á., Gutierréz, D., Moreno, C., Moya, L., Portolés, M., Pérez, B., & Vasallo, J. (2010). Odontobook. Guía práctica de Odontología (1st ed.). SYL Creaciones Gráficas y Publicitarias, S.A.

Castro Gómez, A. (n.d.). ¿ Qué es un residuo Sólido? . Retrieved May 19, 2021, from https://bazero.jimdofree.com/conceptos/residuos-sólidos-o-basura/

Consejería de medio ambiente y ordenación del territorio de Madrid. (2013). GUÍA PRÁCTICA PARA LA APLICACIÓN DEL REGLAMENTO EMAS. https://www.comunidad.madrid/sites/default/files/doc/medio-ambiente/emas_reglamento_guia_practica_rev_2013.pdf

Corega. (2020). ¿Qué son las prótesis dentales totales? https://www.mydenturecare.com/es-pe/consejos-de-expertos/el-uso-de-protesis-dentales/que-son-las-protesis-dentales/que-son-las-protesis-dentales-totales/

Corporación Universitaria Unitec. (2012). El diseño de maquetas en la arquitectura (D. A. Bonilla Hernández (ed.); 1st ed.). Logograma S.A. https://issuu.com/diego1222/docs/maquetas_arquitectura

Corral, C. (2010). ¿QUÉ ES LA ORTODONCIA? https://www.colegiohigienistasmadrid.org/doc/orto-oct16.pdf

Cuervo, J. E. (2019). Efecto del Yeso Agrícola en suelos Acidos de Colombia : Control de Aluminio Tóxico , Efecto del yeso agrícola en suelos acidos de colombia : control de aluminio tóxico , profundidad y residualidad. 102.

DANE. (2020). Economía Circular Primer Reporte 2020. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/economia-circular/economia-circular-1-reporte.pdf

Dentaurum. (2020). Materiales para productos ortodónticos. https://www.dentaurum.de/files/KFO-Werkstoffliste-40.pdf

Diaz, W., Acosta, J., Meneses, A., Morzán, E., Pastor, S., & Tomona, N. (1999). Manual de Procedimientos de Laboratorio en Ortodoncia / N. 2. Manual de Procedimientos de Laboratorio En Ortodoncia.

DNP. (2016). Documento CONPES 3874. Politica Nacional Para La Gestión Integral De Residuos Solidos. Consejo Nacional de Política Económica y Social República De Colombia.Departamento Nacional De Planeación (DNP), 1–73.

DNP. (2018). Reporte Nacional Voluntario Colombia. Objetivos De Desarrollo Sostenible. 136.

Duane, B., Ramasubbu, D., Harford, S., Steinbach, I., Stancliffe, R., & Ballantyne, G. (2019). Environmental sustainability and biodiversity within the dental practice. British Dental Journal, 226(9), 701–705. https://doi.org/10.1038/s41415-019-0208-8

Ecosam. (2017). Estudio de aguas residuales no domésticas.

El tiempo. (2019). ¿Qué porcentaje de residuos y materiales recicla Colombia? - Medio Ambiente - Vida - ELTIEMPO.COM. https://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/que-porcentaje-de-residuos-y-materiales-recicla-colombia-363052

Escobar, P. (2011). GUAYAQUIL CARRERA DE ODONTOLOGIA " Aplicación Del Encerado Diagnostico Para Una Correcta DIRECTOR ACADEMICO : GUAYAQUIL-ECUADOR. Carrera De Odontologia, 2(aplicacion de encerado diagnostico), 4–15. file:///C:/Users/Xp/Downloads/tecnicas de encerado.pdf

Frahdian, T., Hasratiningsih, Z., Karlina, E., Herdiyantoro, D., & Takarini, V. (2018). Dental alginate impression waste as additional fertiliser for plant yields and soil quality. Padjadjaran Journal of Dentistry, 30(1), 12. https://doi.org/10.24198/pjd.vol30no1.16231

Franco Idarraga, F. (2019). UI GreenMetric World University Ranking. Boletin Ambiental, 153, 1–9.

Fuertes Dopico, E. M. (2017). Laboratorio de prótesis dentales (1st ed.). Editorial sintesis. https://www.sintesis.com/data/indices/9788490774809.pdf

Garro, J., & Sierra Tobón, D. (2017). El suelo y los abonos orgánicos. In L. Ramirez & M. Mesén (Eds.), Sector Agro Alimentario (1st ed.). Impresiones el unicornio. http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F04-10872.pdf

Goyal Sandeep, Chauhan Sumedha, & Mishra Pavitra. (2021). Circular Economy Research: A Bibliometric Analysis (2000-2019) and Future Research Insights. Journal of Cleaner Production, 287.

Gyplac. (2016). Manual técnico sistema de construcción en seco eternit (drywall).

Herrera, F. (2018). ODS en Colombia: Los retos para 2030. In 1. https://www.undp.org/content/dam/colombia/docs/ODS/undp_co_PUBL_julio_ODS_en_Colombia_los_retos_para_2030_ONU.pdf

Hilario Roxana, L. (2012). TÉCNICA DE CONFECCIÓN DE PRÓTESIS TOTALES. Revista de Actualización Clínica, 24, 1148–1152. http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/raci/v24/v24_a05.pdf

Hu, S. W., Lin, Y. Y., Wu, T. C., Hong, C. C., Chan, C. C., & Lung, S. C. C. (2006). Workplace air quality and lung function among dental laboratory technicians. American Journal of Industrial Medicine, 49(2), 85–92. https://doi.org/10.1002/ajim.20249

ISO 19011. (2018). Norma Internacional ISO 19011 - Directrices para la auditoria de los sistemas de gestión. Secretaría Central de ISO En Ginebra, Suiza, Como Traducción Oficial En Español Avalada Por El Translation Management Group, 2018, 55.

Jacobsen, N., Derand, T., & Hensten-Pettersen, A. (1996). Profile of work-related health complaints among Swedish dental laboratory technicians. Community Dentistry and Oral Epidemiology, 24(2), 138–144. https://doi.org/10.1111/j.1600-0528.1996.tb00831.x

Jaramillo Castro, R. D. (2020). Reciclaje del yeso natural a partir de la producción de placas de yeso laminado. Universidad Nacional de Colombia.

Komilis, D. P., Voudrias, E. A., Anthoulakis, S., & Iosifidis, N. (2008). Composition and production rate of solid waste from dental laboratories in Xanthi, Greece. Waste Management, 29, 1208–1212. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.06.043

Malavolta E, K. H. (1985). Desordens nutricionais no Cerrado. POTAFOS. Piracicaba, Brasil.

Mandalidis, A., Topalidis, A., Voudrias, E. A., & Iosifidis, N. (2018). Composition, production rate and characterization of Greek dental solid waste. Waste Management, 75, 124–130. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.01.035

Martínez-Bernal, L. F., Caro-González, A. L., Duran-Dueñas, J. C., Pacheco-Salazar, N. del P., & Toro-Calderón, J. J. (2017). Propuesta metodológica para la identificación y evaluación de aspectos ambientales en instituciones de educación superior. Gestión y Ambiente, 20(2), 199–209. https://doi.org/10.15446/ga.v20n2.70254

Maxwell, D., & Van der Vorst, R. (2003). Developing sustainable products and services. Journal of Cleaner Production, 11(8 SPEC.), 883–895. https://doi.org/10.1016/S0959-6526(02)00164-6

Milagros, L. L. de los, Daileny, C., & Mercedes, E. N. de las. (2018). Materiales de impresión de uso estomatológico. Revista 16 de Abril. Órgano Científico Estudiantil de Ciencias Medicas de Cuba, 57(267), 64–72. https://www.medigraphic.com/pdfs/abril/abr-2018/abr18267k.pdf

Resolución 1164 de 2002, 53 1689 (2002). http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=36291

Musacchio, A., Corrao, C. R. N., Altissimi, G., Scarpa, A., Di Girolamo, S., Di Stadio, A., Greco, A., & Ralli, M. (2019). Workplace noise exposure and audiometric thresholds

in dental technicians. International Tinnitus Journal, 23(2), 108–115. https://doi.org/10.5935/0946-5448.20190019

Ngombane, Y. (2018). Dental Laboratory waste management in respect of reusing and recycling in respect of reusing and recycling in KwaZulu-Natal.

NTC-ISO 140001. (2015). NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC-ISO (Ntc-Iso 14001:2015). In 2015-09-23 (Issue 571, p. 55). https://informacion.unad.edu.co/images/control_interno/NTC_ISO_14001_2015.pdf

ONU. (n.d.). Agua y saneamiento – Desarrollo Sostenible. https//www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/

ONU. (2015). Agenda 2030. Agenda 2030 Transformando Colombia, 14(2), 72.

Organización colegial de dentistas en España. (2020). Tipos de Prótesis Dentales. https://www.consejodentistas.es/ciudadanos/informacion-clinica/tratamientos/item/177-informacion-sobre-protesis.html

Oshagh, M., Hematiyan, M., Mohandes, Y., Oshagh, M., & Pishbin, L. (2013). Autoclaving and clinical recycling: Effects on mechanical properties of orthodontic wires. Indian Journal of Dental Research, 23(5), 642. https://doi.org/10.4103/0970-9290.107382

Paneque, Victor; Calaña, Juan; Calderon, M. (2010). MANUAL DE TÉCNICAS ANALÍTICAS PARA ANÁLISIS DE SUELO, FOLIAR, ABONOS ORGÁNICOS Y FERTILIZANTES QUÍMICOS (M. Pérez (ed.); 1st ed.). Ediciones INCA. http://ediciones.inca.edu.cu/files/folletos/folleto_suelos.pdf

Pavan M. (1984). Redistribution of exchangeable Calcium, Magnesium, and Aluminum following lime or gypsum applications to a brazilian oxisol. Soil Science Society of America Journal.

Pineda-higuita, S. E., Callejas, S. M., & Fl, J. (2018). Conocimientos y prácticas sobre el manejo del yeso dental en estudiantes de laboratorio dental. Revista Virtual Ciencia y Salud, 10(1), 15–23.

PNUD. (n.d.). Antecedentes de los objetivos de desarrollo sostenible. https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/background/

Preuniversitario Pedro De Valdivia. (2018). ¿Qué es una malla curricular y por qué debo fijarme en ella? https://www.preupdv.cl/blog/que-es-una-malla-curricular-y-por-que-debo-fijarme-en-ella/

Redacción USTA. (2017). La Santoto ingresa al Ranking Internacional de Universidades Verdes. http://tomasnoticias2016.usta.edu.co/index.php/tomas-noticias/noticias-de-la-semana/item/2290-la-santoto-ingresa-al-ranking-internacional-de-universidades-verdes

Rey, C. (2008). SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL Norma ISO 14001 y Reglamento EMAS. Escuela de Negocios (EOI), 42.

Ritchey K. (1980). Calcium leaching to increase rooting depth in a Brazilian Savannah Oxisol. Agronomy Journal.

Rosenfeld, A. (2019). Vinculaciones entre las Normas ISO de Gestión Ambiental y los ODS. ComunicarSe. https://www.comunicarseweb.com/opinion/vinculaciones-entre-las-normas-iso-de-gestion-ambiental-y-los-ods

Rossio Carmen, A. (2013). Alginato. Revista de Actualización Clínica, 30, 1493–1497. http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/raci/v30/v30_a04.pdf

Sánchez Giménez, F. (2016). Manual básico del tratamiento protésico para odontólogos (1st ed.). ÁREA DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO, S.L.

Sánchez Sumelo, N. (2012). La sostenibilidad en el sector empresarial. In UPC Universitat Politècnica de Catalunya.

Sierra Tobón, D. C. (2017). Estudio de prefactibilidad para el montaje de una planta de aprovechamiento de placas de yeso o drywall en el área metropolitana. Institución universitaria Esumer.

Sof, S., Instituci, S., & Roca, X. (2014). Viabilidad ambiental del reciclaje del yeso. Universitad Politécnica de Cataluña.

Testa, F., Rizzi, F., Daddi, T., Gusmerotti, N. M., Frey, M., & Iraldo, F. (2014). EMAS and ISO 14001: The differences in effectively improving environmental performance. Journal of Cleaner Production, 68, 165–173. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.12.061

UI Green metric. (2020). UI GreenMetric | Clasificaciones universitarias mundiales.

Universidad Santo tomás. (2020, 20). Facultad de Arquitectura de la SANTOTO, 45 años comprometidos con Santander. http://www.ustabuca.edu.co/index.php/tomas-noticias/item/3203-facultad-de-arquitectura-de-la-santoto-45-anos-comprometidos-con-santander

Universidad Santo Tomás. (2015,). USTA reestructura su Mapa de Procesos. Calidad En La U. https://antiguotomasnoticias.usta.edu.co/index.php/calidad-en-la-u/697-usta-reestructura-su-mapa-de-procesos

Universidad Santo Tomás. (2017,). Reglamento particular programa de tecnología en laboratorio dental. https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/16491/Reglamento Laboratorio Dental.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Universidad Santo Tomás. (2019). Manual de gestión ambiental.

Universidad Santo Tomás. (2021). Laboratorio Dental - Perfil del Egresado. http://laboratoriodental.ustabuca.edu.co/index.php/perfiles/perfil-del-egresado

USTA. (2017). Política Ambiental.

Valencia A. (1998). Manual de nutrición y fertilización en café. Instituto de la Potasa y el Fósforo-INPOFOS.

Vaniman. (n.d.). Vaniman. Fijando el éstandar para la industria dental. Retrieved May 26, 2021, from http://nebula.wsimg.com/e7509f367840a325923eb5b41093f775?AccessKeyId=13AAB7D9880A0E977653&disposition=0

Walter, C. (2015). Reciclaje de yeso dental. 1–22.

Whipmix. (n.d.). Tipos de yeso. Retrieved May 26, 2021, from http://www.whipmix.com/wp-content/uploads/WM_Gypsum_Product_Guide_Spanish1.pdf

World Health Organization. (2004). Safe health-care waste management. https://doi.org/10.13198/j.issn.1001-6929.2015.10.14

Zapata H. (2004). Química de la acidez del suelo. Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. Medellín.

Apéndices

Apéndice A. *Encuesta implementada para la identificación de aspectos ambientales*

Encuesta para elaborar proyecto de grado "Sistema de gestión ambiental para laboratorio dental" **Universidad Santo Tomás seccional Bucaramanga** **Facultad de ingeniería ambiental** **Estudiantes: Carlos Mateus y Kevin García**							
A continuación, se presenta el formato de diligenciamiento para la tecnología de laboratorio dental, el cual consiste en marcar una de las opciones para cada pregunta correspondiente además cuenta con el formato de pregunta abierta (preguntas marcadas con un *)							
Edad		**Genero**		Masculino	**Años en el programa**		
				Femenino			
Área de práctica		Área de prótesis dental	**Área de prótesis dental seleccione asignaturas de desempeño**	Morfología dental	**Área de materiales dentales seleccione asignaturas de desempeño**		Materiales dentales I
		Área de materiales dentales		Oclusión			Materiales dentales II
		Área de prótesis removible		Prótesis total o parcial acrílica			
		Otra área		Prótesis fija 1			Laboratorio de metales
				Prótesis fija 2			
				otro			Otro
Área de prótesis removible seleccione asignaturas de desempeño		Prótesis removible I	***Nombre Materiales utilizados**				
		Prótesis removible I					
		Laboratorio de profundización removible					
		Otro					
***Nombre Instrumentos utilizados**				***Nombre equipos utilizados**			
Tipo de residuos generados		Solido	***A partir de los residuos generados, ¿cuáles de ellos considera que se genera en mayor medida en su área de trabajo? Ej: Yeso, cera, acrílico, líquido electrolítico, guantes, algodones, papel, metales de aleación cromo-cobalto, etc**				
		Liquido					
		Gas, vapor, humo o material particulado					
Frecuencia del residuo solido generado		Diario	**Frecuencia del residuo liquido generando**	Diario	**Frecuencia del residuo liquido generado**		Diario
		Semanal		Semanal			Semanal
		Quincenal		Quincenal			Quincenal
		Mensual		Mensual			Mensual
		Trimestral		Trimestral			Trimestral
		Semestral		Semestral			Semestral
		Anual		Anual			Anual

Duración de la generación del residuo solido semanal		1 – 2 h	**Duración de la generación del residuo liquido semanal**		1 – 2 h	**Duración de la generación del residuo liquido semanal**		1 – 2 h
		3 – 4 h			3 – 4 h			3 – 4 h
		5 – 6 h			5 – 6 h			5 – 6 h
		7 – 8 h			7 – 8 h			7 – 8 h
		9 – 10 h			9 – 10 h			9 – 10 h
*A partir de su experiencia como docente, ¿cuáles factores ambientales o administrativos considera que se deben tener en cuenta para el diseño del sistema de gestión ambiental? *								

Fuente: Autores

Apéndice B.*Etiqueta para bolsas con residuos no peligrosos y aprovechables*

	Universidad Santo Tomás Bucarmanga - Facultad de Laboratorio Dental		
Residuos no peligrosos			
	Reciclables:	**Comentarios:**	**Peso de bolsa:_____Kg**
	Inertes:		
	Ordinarios:		**Fecha de almacenamiento**
	Otro:		**Día:** **Mes:** **Año:**
	Área de origen:		**Diligenciado por:**

Apéndice C.*Etiqueta para bolsas con residuos peligrosos*

	Universidad Santo Tomás Bucarmanga - Facultad de Laboratorio Dental		
Residuos peligrosos			
	Reactivos:	**Metales pesados:**	**Peso de bolsa:_____Kg**
	Biosanitarios:	**Cortopunzantes:**	**Fecha de almacenamiento**
			Día: **Mes:** **Año:**
	Área de origen:		**Diligenciado por:**

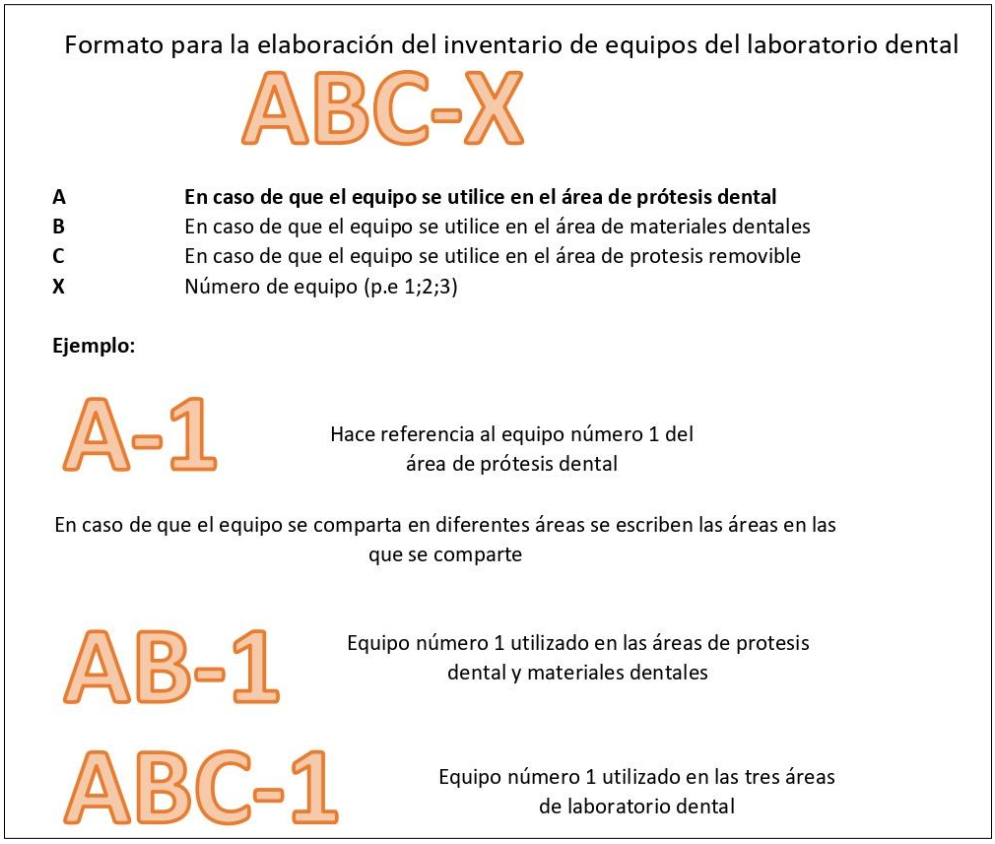
Apéndice D.*Etiqueta para bolsas con residuos peligrosos de riesgo biológico*

	Universidad Santo Tomás Bucarmanga - Facultad de Laboratorio Dental				
Residuos peligrosos					
	Biosanitarios	**Cortopunzantes**	**Cantidad expresada Kilogramos:**		
			Cantidad expresada en litros:		
	Reactivos:		**Fecha de almacenamiento**		
			Día	**Mes**	**Año**
	Área de origen:		**Diligenciado por:**		

Apéndice E.*Formato de mantenimiento de estructuras*

FORMATO DE MANTENIMIENTO A ESTRUCTURAS				
SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL ISO 14001:2015		FACULTAD DE LABORATORIO DENTAL UNIVERSIDAD SANTO TOMAS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA		
Fecha:	Descripción del mantenimiento:			
No	Estructura	Funcionamiento previo al mantenimiento	Funcionamiento posterior al mantenimiento	Adecuaciones implementadas
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
Observaciones:				
ELABORADO POR NOMBRE:_____ FECHA:_____ FIRMA:_____		**REVISADO POR** _____ _____ _____	**APROBADO POR** _____ _____ _____	

Apéndice F.*Formato para la elaboración de inventario de equipos de laboratorio dental*



Apéndice G.*Formato de control de uso diario de equipos*

	Universidad Santo Tomas Bucaramanga				Código de Inventario:		
	Facultad de laboratorio dental				Versión:	Vigencia:	
	Formato de control de uso de equipos en el laboratorio				Fecha:		
Laboratorio :		Equipo:			Código de quipo:		
Fecha	Usuario del servicio	Código / Cédula	Asignatura	Tiempo de uso	Recibe en buen estado	Devuelve en buen estado	Observaciones

Apéndice H.*Formato de acciones correctivas, preventivas y de mejora.*

<table>
<tr><td colspan="5">Formato de acciones correctivas, preventivas y de mejora
Faculta de laboratorio dental - Universidad Santo Tomas Seccional Bucarmanga</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="4">Fecha</td><td>Día :</td><td rowspan="4">Área</td><td>Prótesis dentales</td><td></td><td>Proceso de interés</td></tr>
<tr><td>Mes:</td><td>Materiales dentales</td><td></td><td rowspan="3">Descripción:</td></tr>
<tr><td>Año:</td><td>Prótesis removible</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>otro</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="6">Descripción de la no conformidad :</td></tr>
<tr><td colspan="6">Determinación de la causas que originaron la no conformidad:</td></tr>
<tr><td colspan="6">Clasificación de la acción a ejecutar</td></tr>
<tr><td colspan="2">Accion preventiva</td><td colspan="2">Acción correctiva</td><td>Acción de mejora</td></tr>
<tr><td colspan="2">Descripción de la accion preventiva:</td><td colspan="2">Descripción de la acción correctiva:</td><td>Descripción de la acción de mejora:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Objetivo:</td><td colspan="2">Objetivo:</td><td>Objetivo:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Responsable de la ejecución:</td><td colspan="2">Responsable de la ejecución:</td><td>Responsable de la ejecución:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Fecha de ejecución:</td><td colspan="2">Fecha de ejecución:</td><td>Fecha de ejecución:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Fecha de verificación de cumplimiento:</td><td colspan="2">Fecha de verificación de cumplimiento</td><td>Fecha de verificación de cumplimiento</td></tr>
<tr><td colspan="2">Eficiencia de los resultados obtenidos:</td><td colspan="2">Eficiencia de los resultados obtenidos:</td><td>Eficiencia de los resultados obtenidos:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Observaciones:</td><td colspan="2">Observaciones:</td><td>Observaciones:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Elaborado por</td><td colspan="2">Revisado por</td><td>Aprobado por</td></tr>
<tr><td colspan="2">Nombre:</td><td colspan="2">Nombre:</td><td>Nombre:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Fecha:</td><td colspan="2">Fecha:</td><td>Fecha:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Firma:</td><td colspan="2">Firma:</td><td>Firma:</td></tr>
</table>

Apéndice I.*Formato de asistencia a capacitaciones o reuniones*

	SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL LABORATORIO DENTAL UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL BUCARAMANGA			
	Fecha:___/___/____		**Hora de inicio**	
	Tipo Capacitación		**Hora de finalización**	
	Reunión		**Realizada por**	
	Tema de capacitación			
No	Nombre	Número de cédula	Cargo	Firma
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Apéndice J.*Formato diario de generación de residuos*

	)RMATO DIARIO DE RESIDUOS PELIGROSOS Y NO PELIGROS(								
	FACULTAD/DEPENDENCIA:				**Unidad de medida: Kg**				
	MES:				**AÑO:**				
	RESPONSABLE DE LA MEDICIÓN:								
		Residuos no peligroso			**Residuos peligrosos**				
Fecha	**Día**	Reciclables	Inertes	Ordinarios	Biosanitarios	Cortopunzantes	Reactivos	Metales pesados	
TOTAL									
PROMEDIO									

Apéndice K.*Ficha técnica liquido electrolítico Wirolyt REF 52460*

Nombre comercial: Wirolyt (REF 52460)

Versión actual: 5.0.1, elaborado el: 05.07.2016 **Versión sustituida:** 5.0.0, elaborado el: 20.01.2016 **Región:** ES

Componentes determinantes del peligro para el etiquetado:
etanodiol

Indicaciones de peligro

H290	Puede ser corrosivo para los metales.
H302	Nocivo en caso de ingestión.
H314	Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.
H373o	Puede provocar daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas en caso de ingestión.

Consejos de prudencia

P260	No respirar la niebla/los vapores/el aerosol.
P280	Llevar guantes/prendas/gafas de protección.
P303+P361+P353	EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo): Quitar inmediatamente todas las prendas contaminadas. Aclararse la piel con agua/ducharse.
P305+P351+P338	EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando.
P310	Llamar inmediatamente a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA/médico.
P501	Eliminar el contenido/el recipiente en una instalación conforme a la reglamentación local y nacional.

2.3 Otros peligros

Valoración PBT
No disponible.

Valoración vPvB
No disponible.

SECCIÓN 3: Composición/información sobre los componentes

3.1 Sustancias

No procede. El producto no es una sustancia.

3.2 Mezclas

Componentes peligrosos

Nº	Nombre de la sustancia		Indicaciones adicionales	
	Nº CAS / CE / Índice / REACH	Clasificación CE) 1272/2008 (CLP)	Concentración	%
1	**etanodiol**			
	107-21-1 203-473-3 603-027-00-1 01-2119456816-28	Acute Tox. 4; H302 STOT RE 2; H373o	> 90,00	% (peso)
2	**ácido sulfúrico**			
	7664-93-9 231-639-5 016-020-00-8 -	Skin Corr. 1A; H314 Met. Corr. 1; H290	> 5,00 - < 10,00	% (peso)

Enunciado completo de las frases H y EUH: véase el Capítulo 16

Apéndice L. *Ficha técnica revestimiento X-20 SPEED*

Líquido recomendado: Special Liquid Concentrate ESPAÑOL

1. Duplicación:
- Duplique el yeso piedra Master con un hidrocoloide.
- Separe la matriz de piedra del molde hidrocoloide después de 30 minutos y enjuague con agua fría.
- Remueva el exceso de agua del interior del molde con una corriente suave de aire.

2. Vaciando el modelo refractario:
- Vacíe el modelo utilizando revestimiento X-20 Rápido. Para estructuras metálicas simples use 50% del concentrado de líquido especial (1 parte de líquido por 1 parte de agua). Para estructuras metálicas más grandes use 100% del concentrado de líquido especial.

11 mL de líquido por 100 g de polvo
- Enjuague la taza - seque los excesos.
- Coloque el líquido medido en la taza y luego agréguele el polvo preparado.
- Mezcle a mano 15 segundos, luego mezcle mecánicamenteal vacío, a baja velocidad por 30 minutos.
- Haga vibrar el revestimiento dentro del molde hidrocoloide cuidando de no atrapar burbujas de aire.
- Fraguado por 15 minutos.

3. Recorte del molde refractario:
- Recorte el molde refractario con la recortadora de yeso removiendo todos los ángulos agudos del molde y rebaje la base del molde de manera tal que el molde externo se cierre con el molde refractario.
- Enjuague el molde refractario con agua para remover todas las partículas de revestimiento de la superficie.

4. Tratamiento de la Superficie:
- Aplique el tratamiento de superficie deseado al modelo refractario
- Drene el exceso de tratamiento de la superficie si es necesario
- El modelo ya está listo para el encerado.

5. Pre-Revestimiento:
- Monte el molde encerado sobre la base conformadora usando la cera pegajosa flexible de Whip Mix.
- Limpie con SMOOTHEX de Whip Mix u otro limpiador de patrón de cera.
- Remueva el exceso de limpiador del patrón de cera con una corriente suave de aire.
- Si usa anillo metálico, forre el anillo con papel de sellado interno de 5 cm dejando 6 mm en cada extremo del anillo.
- Remoje el anillo con el papel en agua por 1 minuto, agite 5 veces para remover el exceso de agua y luego coloque el anillo sobre la base conformadora.

6. Revistiendo el Molde Externo:
- Enjuague la taza con agua; remueva el exceso.
- Vuelque el polvo preparado exactamente en el agua.

13 mL de agua por 100 g de polvo
- Mezcle a mano por 20 segundos para incorporar completamente el polvo al agua. Mezcle mecánicamente al vacío por 30 segundos.
- Pinte el revestimiento en las áreas críticas luego hágalo vibrar dentro del anillo cuidando de no atrapar aire.

7. Fraguado y Quemado:

Quemado Convencional
- Deje fraguar por 1 hora como mínimo.
- Recorte la parte superior del molde y enjuague con agua del grifo.
- Coloque en horno frío y eleve la temperatura a 400°C a un promedio de calor de 6°C/minuto.
- Mantenga por 30 a 60 minutos, luego eleve la temperatura a 900°C a un promedio de calor de 10°C/minuto.
- Mantenga por 30 a 60 minutos.

Quemado Rápido
- Fraguado por 10 minutos
- Después de los 10 minutos de fraguado inicial, retire del anillo y deje frguar 10 minutos más.
- Recorte la parte superior del modelo y lave con agua de la llave.
- Coloque dentro de un horno precalentado a 900-1000ºC (1.650-1.380ºF).
- Mantener por 30 minutos.

8. Colado:
- Cuele, luego deje secar el molde a temperatura ambiente.
- Quite y limpie con arenado de la manera usual.

Nota:
- Líquido recomendado: Special Liquid Concentrate
- Para cambios en los índices de expansión, llame al servicio de apoyo técnico de Whip Mix Technical.
- Utilice tazas separadas para mezclar los revestimientos
- a base de fosfato y a base de yeso.

ADVERTENCIA: Los revestimientos contienen silice libre. **NO INHALE POLVO.** A largo plazo puede causar daño pulmonar (silicosis/cáncer de pulmón).

Propiedades físicas:

	Usando líquido*	Usando agua
Consistencia:	11 mL líquido*/100 g polvo	13 mL agua/100 g polvo
Tiempo de trabajo	4 a 5 minutos	5 a 6 minutos
Listo para separación	60 minutos	N/A
Listo para quemado	N/A	2 ore
Expansión de fraguado	0,20 %	0,10 %
Expansión térmica 700°–1000°C	0,90 %	1,00 %
Fuerza compresiva, húmedo	17 MPa	13 MPa

* La concentración recomendada de líquido especial es 50% (1 parte de líquido por 1 parte de agua)

Instruccioned de Quemado del X-20 Rápido

Ahorro de Tiempo vs. Instrucciones Actuales

		Tiempo Requerido (minutos)			
Paso	Detalle	X-20 Actual	X-20 Rápido	Ahorro de Tiempo	
2	Fraguado	30	15	15	
	Secado al Aire	30	0	30	
4	Mantener a 230°F	60	60	0	
Sub-Total				**45 mins.**	
7	Fraguado	60	10+10	40	
	Rampa del Horno	68	0	68	
	70° Hasta 750°F				
	a 10°F/min				
	Mantener	30–60		30–60	
	Rampa del Horno	45		45	
	750° hasta 1650F°				
	a 20°F/min				
	Mantener	30	30		
Quemado Rápido Sub-Total		**233–263 mins.**	**50 mins.**	**183–213 mins.**	**3.05–3.55 horas**
Gran Total		**353–383 mins.**	**125 mins.**	**228–258 mins.**	**3.8–4.3 horas**

Apéndice M.*Ficha técnica revestimiento para coronas y puentes FASTFIRE 15*

ESPAÑOL

1. Preparación de la estructura

- Ajuste los bebederos a las estructuras de cera usando cera adhesiva flexible.
- Monte las estructuras sobre la base conformadora del cilindro.
- Rocíelo con el spray limpiador de preformas SMOOTHEX de Whip Mix. A continuación aplique un chorro de aire suave a la estructura para eliminar el exceso.

2. Preparación

- Si está utilizando un cilindro de metal revista su interior con un material de papel de celulosa o cerámica de forma que no llegue al borde, quedando a 6 mm de éste.
- Sumerja el cilindro de metal en agua durante al menos un minuto, después elimine el agua sobrante del cilindro antes de realizar el revestimiento.
- Sitúe el cilindro sobre la base conformadora.

3. Mezclado

Nota: Para obtener mejores resultados, almacene el líquido y el polvo a temperaturas entre 22° y 24°C.

- Prepare el líquido a la concentración sugerida siguiendo la tabla que sigue. (se recomienda de agua destilada para la disolución).
- Enjuague la taza con agua y escurra el exceso.
- Añada líquido medido a la taza de mezclado. Incorpore el polvo espatulando durante unos 10–15 segundos.
- Mezcle mecánicamente al vacío, a baja velocidad (350–600 RPM) durante 60 segundos. Los diseños de paleta y velocidades de mezcladora diferentes podrían requerir un tiempo de mezclado variante.
- Mantenga en vacío durante 10 segundos.

4. Fraguado

- Déjelo fraguar durante 15 minutos.
  Nota: Cuando use 60 gramos o menos, déjelo fraguar durante 30 minutos.
- Desbaste el vidriado de la parte superior del molde y enjuague con agua del grifo.
- Para obtener mejores resultados, colóquese en horno precalentado dentro de los 20 minutos posteriores al revestido.
  Nota: Se debería volver a humedecer los moldes que hayan sido dejados fraguar más de 12 horas sumergiéndolos en agua durante 3–5 minutos antes del precalentamiento.

5. Precalentamiento

Técnica rápida (horno precalentado):

- Sitúe los moldes en un horno precalentado a la temperatura recomendada por el fabricante de la aleación (máx. 900°C). Para temperaturas mayores, sitúe los moldes en un horno a 900°C, a continuación aumente la temperatura hasta llegar a la final, a unos 14–20°C por minuto.
- Manténgalo a la temperatura final durante unos 30 minutos; agregue 10 minutos por cada molde adicional.

Técnica estándar (horno frío):

- Sitúe los moldes en horno a temperatura ambiente.
- Aumente la temperatura hasta llegar a la deseada a razón de 14–20°C por minuto.
- Manténgalos a esta temperatura final durante unos 30 minutos; agregue 10 minutos por cada molde adicional.

6. Colado

- Tras retirarlo del horno, realice inmediatamente el colado siguiendo las instrucciones del fabricante de la aleación.

Nota:

- Use tazas de mezclado distintas para los revestimientos de fosfato y de escayola.
- La temperatura de mezclado fría o tibia reducirá la expansión, prolongará el tiempo de fraguado y producirá una superficie áspera en la colada.
- Cuando use empaque a granel, reselle el recipiente para evitar la ruptura del revestimiento.
- Para los moldes grandes que contienen restauraciones complejas o bebederos de plástico, barras o patrones, se recomienda la técnica estándar descrita más arriba o la técnica de dos etapas de quemado rápido.

ADVERTENCIA: Los revestimientos contienen silice libre. NO INHALE POLVO. A largo plazo puede causar daño pulmonar (silicosis/cáncer de pulmón).

Concentraciones de líquido sugeridas*

Aleaciones	Concentración de líquido	16 mL: 60 g	24 mL: 90 g	27 mL: 100 g
Base (Ni-Cr, Ni-Cr-Be)	90%	14 mL de líquido 2 mL de agua	21 mL de líquido 3 mL de agua	23 mL de líquido 4 mL de agua
Noble (Ag-Pd. Au<40%)	75%	12 mL de líquido 4 mL de agua	18 mL de líquido 6 mL de agua	20 mL de líquido 7 mL de agua
Muy noble (Pdw 2–8% Au. Au>40%)	60%	10 mL de líquido 6 mL de agua	14 mL de líquido 10 mL de agua	16 mL de líquido 11 mL de agua

* Las concentraciones recomendadas son aproximadas y pueden ajustarse para optimizar el ajuste. Para aumentar la expansión, use más líquido y menos agua. Para disminuir la expansión, use menos líquido y más agua. Siempre mantenga el volumen total líquido/agua.

Apéndice N.*Encuesta aplicada en el laboratorio de producción dental.*

<table>
<tr><td colspan="6">Encuesta para elaborar proyecto de grado "Sistema de gestión ambiental para laboratorio dental"
Universidad Santo Tomás seccional Bucaramanga
Facultad de ingeniería ambiental
Estudiantes: Carlos Mateus y Kevin García</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="7">A continuación, se presenta el formato para identificar el laboratorio de producción dental junto a l identificación de aspectos e impactos ambientales, el cual consiste en marcar una de las opciones para cada pregunta correspondiente además cuenta con pregunta de tipo abiertas</td></tr>
<tr><td>Edad</td><td></td><td>Genero</td><td></td><td>Masculino
Femenino</td><td>¿Años trabajando en el laboratorio de producción?</td><td></td></tr>
<tr><td>¿Cuántos trabajadores hay en el laboratorio de producción dental?</td><td></td><td>¿Horario de la jornada del laboratorio de producción?</td><td colspan="2"></td><td>¿Tipos de prótesis que se diseñan en el laboratorio?</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">¿Quiénes son los clientes del laboratorio de producción dental?</td><td rowspan="2"></td><td>*Nombre Materiales utilizados</td><td colspan="2"></td><td rowspan="2">*Nombre Instrumentos utilizados</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>*Nombre Equipos utilizados</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="7">Mencione los aspectos ambientales con su frecuencia y duración de generación</td></tr>
<tr><td colspan="2">Aspecto ambiental</td><td colspan="2">Frecuencia</td><td colspan="3">Duración (horas)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Generación de gases, emisiones, olores ofensivos y material particulado ej: pulido de prótesis</td><td colspan="2"></td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Vertimiento de aguas residuales no domesticas ej: agua contaminada por recorte de yeso</td><td colspan="2"></td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Generación de residuos sólidos peligrosos ej: tapabocas, guantes, cuchillas,</td><td colspan="2"></td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Generación de residuos líquidos peligrosos ej: líquido electrolítico</td><td colspan="2"></td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Generación de residuos no peligrosos ej: inertes, aprovechables y ordinarios</td><td colspan="2"></td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="7">¿Cuál es el residuo sólido que tiene mayor producción en los procesos del laboratorio de producción?</td></tr>
</table>

¿A partir de su experiencia en el laboratorio de producción qué factores consideras de interés para aplicar el sistema de gestión ambiental en la tecnología de laboratorio dental?

Apéndice O. *Formato de emergencias*

Formato de emergencias						
Sistema de Gestión Ambiental de Laboratorio Dental						
Fecha	**Emergencia**	**Causas**	**Consecuencias**	**Acción elegida para solucionar la**	**Comentarios**	**Elaborado por**

Apéndice P. *Método de valoración de la magnitud para residuos peligrosos y no peligrosos*

Método de valoración de la magnitud para residuos peligrosos y no peligrosos			
Categoría	**Aspectos para evaluar**	**Valores del no cumplimiento**	**Método de ponderación**
Muy alto	Cumplimiento con 1 de los 5 parámetros evaluados	10	El método de evaluación consiste en la comparación con la resolución 1164 de 2002, para una posterior adición de valores del no cumplimiento y una ponderación entre los valores obtenidos. En caso de que los aspectos a evaluar sean satisfactorios en todos los parámetros a evaluar se calificara con un valor mínimo de 2.
Alto	Cumplimiento con 2 de los 5 parámetros evaluados	8	
Medio	Cumplimiento con 3 de los 5 parámetros evaluados	6	
Bajo	Cumplimiento con 4 de los 6 parámetros evaluados	4	
Muy bajo	Cumplimiento con 5 de los 5 parámetros evaluados	2	

Apéndice Q.*Método de valoración de la magnitud para vertimientos*

Método de valoración de la magnitud para vertimientos			
Categoría	**Criterio de evaluación a evaluar**	**Valores del no cumplimiento**	**Método de evaluación**
Muy alto	Cumplimiento con 2 de los parámetros evaluados	10	El método de evaluación consiste en la comparación con la resolución 631 de 2015, para una posterior adición de valores del no cumplimiento y una ponderación entre los valores obtenidos. En caso de que los aspectos a evaluar sean satisfactorios en todos los parámetros a evaluar se calificara con un valor mínimo de 2.
Alto	Cumplimiento con 3 de los 6 parámetros evaluados	8	
Medio	Cumplimiento con 4 de los 6 parámetros evaluados	6	
Bajo	Cumplimiento con 5 de los 6 parámetros evaluados	4	
Muy bajo	Cumplimiento con 6 de los 6 parámetros evaluados	2	

Apéndice R. *Método de valoración de la magnitud para gases, material particulado, emisiones y olores ofensivos*

Método de valoración de la magnitud para gases, material particulado, emisiones y olores ofensivos			
Categoría	**Criterio de evaluación a evaluar**	**Valores del no cumplimiento**	**Método de evaluación**
Muy alto	Cumplimiento con 1de los parámetros evaluados	10	El método de evaluación consiste en la comparación con la Norma OSHA 29 CFR 1910.1000 y los resultados obtenidos por Hu et al en la medición de calidad de aire en cinco laboratorios dentales de Taiwán.
Alto	Cumplimiento con 2 de los parámetros evaluados	8	
Medio	Cumplimiento con 3de los parámetros evaluados	6	
Bajo	Cumplimiento con 4 de los parámetros evaluados	4	

Muy bajo	Cumplimiento con 5 de los parámetros evaluados	2	

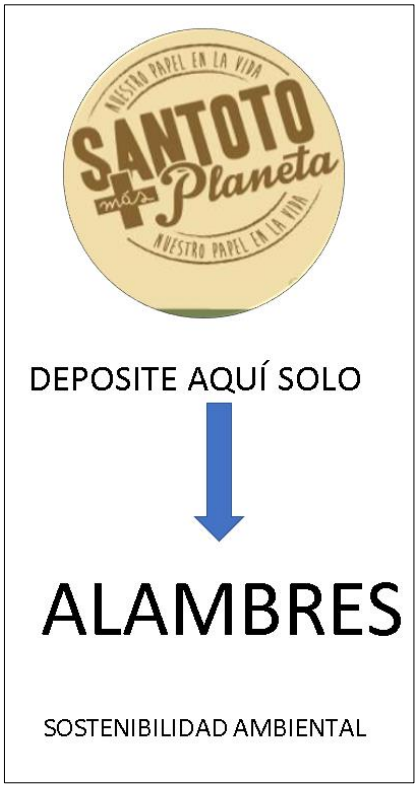
Apéndice S.*Publicidad para ahorro de agua en la Facultad de Laboratorio Dental*

Apéndice T. *Publicidad para ahorro de energía en la Facultad de Laboratorio Dental*

Apéndice U. *Etiqueta para residuos de yeso*

Apéndice V.*Etiqueta para residuos de alginato*

Apéndice W.*Etiqueta para residuos de alambres*



Apéndice X.*Control operacional para residuos sólidos no peligrosos generados en los laboratorios de la tecnología laboratorio dental de la Universidad Santo Tomás seccional Bucaramanga.*

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS	**Control operacional para residuos sólidos no peligrosos generados en los laboratorios de la Tecnología de Laboratorio Dental de la Universidad Santo Tomás Seccional Bucaramanga**	**Norma ISO 14001** **Versión: 1** **Sistema de Gestión Ambiental Tecnología de Laboratorio Dental**

1. Propósito.
Realizar el manejo adecuado de los residuos no peligrosos generados en la Tecnología de Laboratorio Dental y a su vez regular su prevención, generación, recolección, transporte, almacenamiento temporal y disposición final, para cumplir con los requisitos legales en materia ambiental.

2. Alcance.
El control operacional aplica a todas las actividades u operaciones desarrolladas durante los laboratorios la Tecnología de Laboratorio Dental de la Universidad Santo Tomás seccional Bucaramanga y en el Laboratorio de Producción Dental.

3. Requisitos legales.
Asegurar el cumplimiento de la legislación vigente en materia del manejo de los residuos no peligrosos generados en la Tecnología de Laboratorio Dental. Decreto 1076 de 2015: Decreto único reglamentario de sector ambiente y desarrollo sostenible.

4. Requisitos asociados
- NTC ISO 14001:2015
- Criterio de residuos utilizado en la evaluación del *UI GreenMetric World University Rankings*
- Objetivo de desarrollo sostenible: #11 ciudades y comunidades sostenibles, #12 producción y consumo responsable y #15 vida de ecosistemas terrestres
- Manual para la gestión integral de residuos generados en la atención en salud y otras actividades de la Universidad Santo Tomás seccional Bucaramanga.

5. Documentos asociados.
Plan de gestión integral de residuos sólidos de la Universidad Santo Tomás Seccional Bucaramanga

6. Descripción de actividades

No	Nombre de la actividad	Descripción de la actividad	Responsable	Registro	Punto de control
1	Separación de residuos no peligrosos generados en los laboratorios dentales y de producción	Considerando el manual de gestión de residuos generados en la atención en salud de la universidad santo tomas Bucaramanga se generan residuos no peligrosos, estos se deben segregar en el laboratorio de la siguiente manera: **-Residuos reciclables**: Son aquellos que no se descomponen fácilmente y pueden volver a ser	Decanatura de la Tecnología de Laboratorio Dental	Registro fotográfico en el sitio de origen	Recipientes destinados para la separación

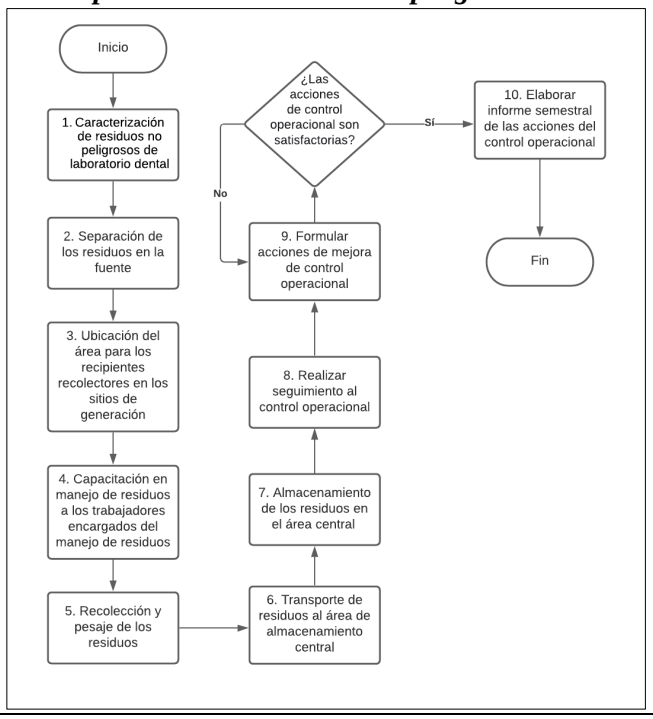
		utilizados en procesos productivos como materia prima. Entre éstos se encuentran: papel, vidrio y plástico. **-Residuos inertes**. Son aquellos que no permiten su descomposición y su degradación natural requiere grandes períodos de tiempo. Entre estos se encuentran: yeso, alambres, cera y acrílico. **-Residuos ordinarios**: Son aquellos que se generan en el desempeño cotidiano de las actividades como: barrido de edificios, comida, residuos mezclados, entre otros.			
2	Ubicación del área para los recipientes utilizados en la recolección de residuos en el sitio de generación	Los recipientes y las bolsas para la recolección de los residuos deberán seguir la estandarización de colores descrita en el manual de gestión de residuos generados en la atención en salud de la universidad Santo Tomas, así: **-Residuos reciclables**: Los recipientes se ubicarán en el pasillo, para residuos plásticos se utiliza un recipiente de color azul. Para residuos de papel y cartón de color gris. **-Residuos inertes:** yeso, acrílico, alginato. Los recipientes y bolsas deben ser de color crema o beige y se ubicaran en los laboratorios de clase. Los recipientes de esos residuos deben tener una etiqueta acorde a su contenido según los **Apéndices U, V y W** **-Residuos ordinarios:** Los recipientes se ubicarán en el pasillo, deben ser de color negro junto la bolsa.	Coordinación de gestión ambiental Decanatura de laboratorio dental	Registro fotográfico	Aulas de clase de laboratorios y pasillos

		Todas las bolsas de recolección de residuos deben estar etiquetadas con la etiqueta de residuos no peligrosos y su contenido se seleccionará como se muestra en el **Apéndice B**			
3	Capacitación en manejo de residuos sólidos no peligrosos al personal de servicios generales	Se debe crear un equipo de trabajadores capacitados encargados de la manipulación de residuos. La capacitación debe contener como mínimo los siguientes temas: Separación de residuos, recolección de residuos, pesaje de residuos, traslado y disposición de residuos en el sitio de almacenamiento central.	Coordinación de Gestión Ambiental	Formato de asistencia a capacitaciones (**Apéndice I)**	N/A
4	Recolección y pesaje de los residuos	La recolección de las bolsas con los residuos, en el sitio de origen y en los pasillos, debe ser realizada por el equipo de trabajadores capacitados y encargados de esta actividad, teniendo en cuenta las medidas de seguridad para la correcta recolección y pesaje de estos. Además, la recolección y pesaje de los residuos debe realizarse en el último turno del día y al finalizar la última clase. La periodicidad para la recolección de los residuos sólidos no peligrosos se realiza cuando la bolsa haya alcanzado las ¾ partes de su capacidad. El manejo de los residuos debe realizarse de la siguiente manera: -Las bolsas con residuos sólidos se cierran y se llevan al área de pesaje. Se deben dejar en los recipientes bolsas nuevas previamente etiquetadas.	Coordinación de servicios generales	Formato diario de generación de residuos	Área de pesaje

		-En el área de pesaje se registra el peso de cada una de las bolsas con residuos sólidos. -La información del pesaje se diligencia en el formato diario de generación de residuos el cual se muestra en el **Apéndice J**. Este formato debe ser diligenciado por el personal de servicios generales y llevado al área de pesaje. -Después de registrado el peso de cada una de las bolsas, estas se deben ubicar en el contenedor exclusivo para estos desechos, de color negro. El formato diario de generación de residuos se debe entregar a la coordinación de servicios generales, por parte de un trabajador del equipo encargado de la manipulación de los residuos para así consolidar los formatos RH1 de la resolución 1164 de 2002. Los formatos RH1 deben ser entregados a la coordinación de gestión ambiental mensualmente por parte de la coordinación de servicios generales.			
5	Transporte de los residuos al área de almacenamiento central	Los residuos no peligrosos se llevan al área de almacenamiento temporal por un trabajador de la coordinación de servicios generales en el contenedor de color verde.	Coordinación de servicios generales	Registro fotográfico	N/A
6	Almacenamiento de los residuos en el área central.	Los residuos no peligrosos se llevan al área de almacenamiento central dispuesto por la Universidad Santo Tomas. De acuerdo con la clasificación de residuos se ubicarán en el área y su tiempo de	Coordinación de servicios generales	Registro fotográfico	Área de almacenamiento central

		almacenamiento no debe ser superior a un mes.			
7	Seguimiento al control operacional	En este seguimiento se deben documentar cada uno de los factores implicados, como cantidades, periodo de disposición, peso, tiempo que tardó en ser recolectado el residuo, condiciones del área de almacenamiento, etc., con el fin de tener un registro del estado del control operacional	Coordinación de gestión ambiental	Formato diario de generación de residuos	N/A\
8	Formular acciones de control operacional	Con base a los resultados del seguimiento realizado, se formulan acciones preventivas, correctivas y de mejora según sea el caso, registrándolas en el formato de acciones correctivas, preventivas y de mejora.	Coordinación de gestión ambiental Dirección General de Clínicas	Formato de acciones correctivas, preventivas y de mejora (**Apéndice H)**	N/A
9	Elaborar informe semestral de las acciones de control operacional	Se realiza el informe registrando los resultados de seguimiento al control operacional y las acciones de mejora que correspondan.	Coordinación de gestión ambiental	Informe documentado semestral	N/A

7. Flujograma para el control operacional de residuos no peligrosos



8. Responsables y autoridad

- Dirección General de Clínicas
- Coordinación de Gestión Ambiental
- Decanatura de Laboratorio Dental

Coordinación de Servicios Generales

9. Registros

- Fotográficos
- Formato de asistencia a las capacitaciones
- Formato diario de generación de residuos
- Formato de acciones correctivas, preventivas y de mejora
- Informe de las acciones de control operacional

10. Preparación y respuesta ante emergencias por residuos no peligrosos generados en los laboratorios de la Tecnología de Laboratorio Dental

Emergencia	Descripción	Responsable	Punto de control
Cierre permanente de sitio de disposición final	Para el Plan de Emergencias y Contingencias del Sistema de Gestión Ambiental de la Universidad Santo Tomas, en caso de no ser posible la recolección y disposición final de los residuos sólidos, se de contar con un cuarto provisional que garantice el almacenamiento de los residuos sólidos por una semana adicional	Coordinación ambiental	Cuarto de almacenamiento provisional de residuos. Formato de emergencia (**Apéndice O)**
No recolección de residuos sólidos por parte de la empresa municipal	La Universidad Santo Tomás actualmente cuenta con el servicio de recolección con la empresa municipal, pero ante una posible no recolección de residuos sólidos no peligrosos, se hará un contrato con otra empresa que preste el mismo servicio.	Coordinación ambiental	Informes semestrales de auditoría interna

Apéndice Y. *Control operacional para residuos peligrosos generados en los laboratorios de la Tecnología de Laboratorio Dental de la Universidad Santo Tomás Seccional Bucaramanga*

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS	**. Control operacional para residuos peligrosos generados en los laboratorios de la Tecnología de Laboratorio Dental de la Universidad Santo Tomás Seccional Bucaramanga**	**Norma ISO 14001** **Versión: 1** **Sistema de Gestión Ambiental Tecnología de Laboratorio Dental**

1. Propósito.

Realizar el manejo adecuado de los residuos peligrosos generados en los laboratorios de la Tecnología de Laboratorio Dental y a su vez, controlar la prevención, generación, recolección, transporte, almacenamiento temporal y disposición final, para cumplir con los requisitos legales en materia ambiental y sanitaria

2. Alcance.

El control operacional aplica a todas las actividades u operaciones desarrolladas durante los laboratorios de la Tecnología de Laboratorio Dental de la Universidad Santo Tomás seccional Bucaramanga y en el Laboratorio de Producción Dental

3. Requisitos legales.

- Decreto 4741 de 2005: Reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos.
- Decreto 351 de 2014: Gestión integral de los residuos generados en la atención en salud.
- Decreto 1076 de 2015: Decreto único reglamentario de sector ambiente y desarrollo sostenible.
- Resolución 1164 de 2002: Manual de procedimientos para la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares.

4. Requisitos asociados.

- NTC ISO 14001:2015
- Criterio de residuos utilizado en la evaluación del *UI GreenMetric World University Rankings*
- Objetivo de desarrollo sostenible: #11 ciudades y comunidades sostenibles, #12 producción y consumo responsable y #15 vida de ecosistemas terrestres
- Manual para la gestión integral de residuos generados en la atención en salud y otras actividades de la Universidad Santo Tomás seccional Bucaramanga.
- Plan de gestión integral de residuos sólidos de la Universidad Santo Tomás Seccional Bucaramanga

5. Descripción de actividades

No	Nombre de la actividad	Descripción de la actividad	Responsable	Registro	Punto de control
1	Separación de los residuos desde la fuente	En el sitio de origen los residuos deben separarse teniendo en cuenta el Manual de gestión integral de los residuos generados en la atención en salud y otras actividades de la Universidad Santo Tomás seccional Bucaramanga, asi:	Decanatura de laboratorio dental	Registro fotográfico	Área de separación de residuos en la fuente

		1. **Residuos biosanitarios** tales como tapabocas desechables, gasas, batas desechables y algodones. 2. **Residuos cortopunzantes** tales como hojas de bisturí, limas, agujas y cuchillas. 3. **Residuos reactivos** tales como liquido electrolítico y glutaraldehído 4. **Residuos de metales pesados** tales como residuos de níquel, cromo y cobalto y alambres de cobre.			
2	Ubicación del área para los recipientes utilizados en la recolección de residuos peligrosos en el sitio de generación	Los recipientes para la recolección de residuos peligrosos deben ubicarse en el sitio de generación. Los recipientes y las bolsas para la recolección de los residuos deberán seguir la estandarización de colores descrita en el Manual mencionado anteriormente, así: 1. **Residuos biosanitarios:** Los recipientes se ubicarán en las aulas de clase del laboratorio con un recipiente de color rojo con su respectiva bolsa plástica del mismo color. **2. Residuos cortopunzantes**.: Los recipientes se ubicarán en las aulas de clase del laboratorio en un guardián. **3. Residuos reactivos**: Los recipientes se ubicarán en las aulas de clase del laboratorio, estos se depositan en un recipiente de color púrpura semitraslúcida cuando correspondan a residuos sólidos, con su respectiva bolsa plástica del mismo color. Además, cada una de las bolsas debe llevar una etiqueta donde claramente se vea el	Coordinación de gestión ambiental	Registro fotográfico	Aulas de clase y pasillos

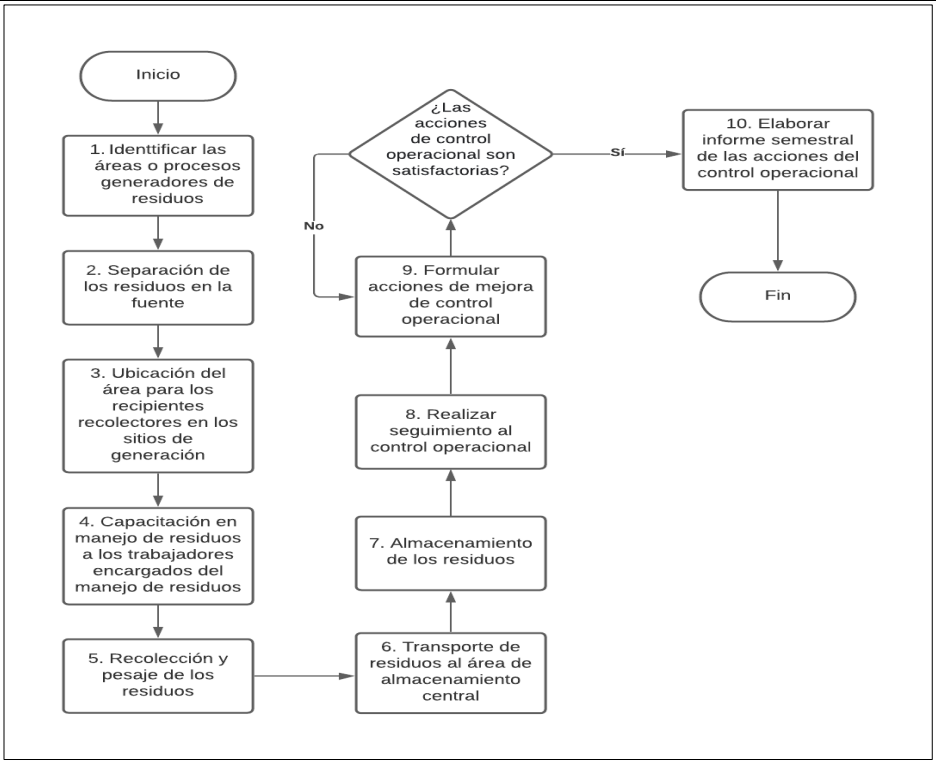
		símbolo internacional de residuos reactivos y las letras en negro así: RESIDUOS REACTIVOS. En el caso de corresponder a residuos líquidos, estos se depositan por separado en frascos de vidrio los cuales deben estar previamente etiquetados como se muestra en el **Apéndice D.** 4. **Residuos de metales pesados:** Los recipientes se ubicarán en las aulas de clase del laboratorio en un recipiente de color rojo con su respectiva bolsa plástica del mismo color. Finalmente, todas las bolsas de recolección de residuos deben estar etiquetadas con la etiqueta de residuos peligrosos y su contenido se seleccionará como se muestra en el **Apéndice C.**			
3	Capacitación en manejo de residuos al personal de servicios generales	Se debe crear un equipo de trabajadores capacitados encargados de la manipulación de residuos peligrosos. La capacitación debe contener como mínimo los siguientes temas: Recolección de residuos en la fuente, pesaje de residuos, traslado y disposición de residuos en el sitio de almacenamiento central.	Coordinación de gestión ambiental	Formato de asistencia a capacitaciones o reuniones (**Apéndice I)**	N/A
4	Recolección y pesaje de los residuos	La recolección de las bolsas con los residuos en el sitio de origen y en los pasillos, debe ser realizada por el equipo de trabajadores capacitados y encargados de esta actividad, teniendo en cuenta las medidas de seguridad para la correcta recolección y pesaje de estos. Además, la recolección y pesaje de los	Coordinación de servicios generales	Formato diario de generación de residuos	Área de pesaje

		residuos debe realizarse en el último turno del día y al finalizar la última clase. La periodicidad para la recolección de los residuos sólidos peligrosos es diariamente y la recolección de los residuos líquidos reactivos peligrosos se realizará cuando se haya llenado las ¾ partes del volumen del recipiente. El manejo de los residuos debe realizarse de la siguiente manera: -Las bolsas con residuos sólidos peligrosos se cierran y se llevan al área de pesaje. Se deben dejar en los recipientes bolsas nuevas previamente etiquetadas. -En el área de pesaje se registra el peso de cada una de las bolsas con residuos sólidos peligrosos y de los recipientes con residuos líquidos. -La información del pesaje se diligencia en el formato diario de generación de residuos el cual se muestra en el **Apéndice J**. Este formato debe ser diligenciado por el personal de servicios generales y llevado al área de pesaje. -Después de registrado el peso de cada una de las bolsas, estas se deben ubicar en el contenedor exclusivo para estos desechos de tal forma en un contenedor rojo con tapa para residuos peligrosos. Por otro lado, los recipientes con residuos líquidos reactivos y metales pesados se deben ubicar en cajas para su posterior			

		transporte al laboratorio de ciencias básicas. El formato diario de generación de residuos se debe entregar a la coordinación de servicios generales por parte de un trabajador del equipo encargado de la manipulación de los residuos para consolidar los formatos RH1 de la resolución 1164 de 2002. Los formatos RH1 deben ser entregados a la coordinación de gestión ambiental mensualmente.			
5	Transporte de los residuos al área de almacenamiento central	Las bolsas de residuos peligrosos que han sido depositadas en los contenedores adecuados se llevan al área de almacenamiento central siguiendo la ruta de evacuación descrita en el Manual para la gestión integral de los residuos generados en atención de salud y otras actividades de la Universidad Santo Tomás seccional Bucaramanga. Los residuos líquidos reactivos y metales pesados se llevan al laboratorio de ciencias básicas por parte de un trabajador del equipo encargado de la manipulación de los residuos. Mientras que, los residuos biosanitarios y cortopunzantes se disponen en el cuarto de almacenamiento central.	Coordinación de servicios generales	Registro fotográfico	Área de almacenamiento
6	Almacenamiento de los residuos.	Los residuos biosanitarios y cortopunzantes se disponen en el área de almacenamiento para residuos peligrosos con una duración máxima de siete días y se depositan en los contenedores de residuos peligrosos. Por otro parte, los residuos líquidos reactivos y	Coordinación de servicios generales	Registro fotográfico	Área de almacenamiento central

		metales pesados se deben almacenar en el laboratorio de ciencias básicas siguiendo el manual de almacenamiento de sustancias químicas de la universidad santo Tomás.			
7	Realizar seguimiento al control operacional	En este seguimiento se deben documentar cada uno de los factores implicados, como cantidades, periodo de disposición, peso, tiempo que tardó en ser recolectado el residuo, condiciones del área de almacenamiento, etc., con el fin de tener un registro de los cambios que se generan en el control operacional	Coordinación de gestión ambiental	Formato diario de generación de residuos	N/A
8	Formular acciones de control operacional	Con base a los resultados del seguimiento realizado, se formulan acciones preventivas, correctivas y de mejora según sea el caso, registrándolas en el formato de acciones correctivas, preventivas y de mejora.	Coordinación de gestión ambiental Dirección General de Clínicas	Formato de acciones correctivas, preventivas y de mejora (**Apéndice H)**	N/A
9	Elaborar informe semestral de las acciones de control operacional	Se realiza el informe registrando las acciones de control operacional que no se realizan correctamente y las acciones de mejora que correspondan.	Coordinación de gestión ambiental	Informe de las acciones de control operacional	N/A

6. Flujograma para el control operacional de resiudos peligrosos



7. Responsables y autoridad

- Dirección General de Clínicas
- Coordinación de Gestión Ambiental
- Decanatura de Laboratorio Dental
- Coordinación de Servicios Generales

8. Registros

- Fotográficos
- Formato de asistencia a las capacitaciones
- Formato diario de generación de residuos
- Formato de acciones correctivas, preventivas y de mejora
- Informe de las acciones de control operacional

9. Preparación y respuesta ante posible emergencia por residuos peligrosos generados en la tecnología de laboratorio dental de la Universidad Santo Tomás seccional Bucaramanga

Emergencia	**Descripción**	**Responsable**	**Punto de control**
Acumulación de residuos peligrosos	Para el Plan de Emergencias y Contingencias para el Sistema de Gestión Ambiental de la Universidad Santo Tomas, en caso de no ser posible la recolección y tratamiento de los residuos peligrosos, se debe contar con una estación de almacenamiento provisional que garantice el almacenamiento de residuos peligrosos por una semana adicional, este cuarto debe ser ubicado en un lugar diferente al almacenamiento de	Coordinación ambiental	Cuarto de almacenamiento de residuos. Formato de emergencia (**Apéndice O)**

	residuos no peligrosos, evitándose así cualquier posible emergencia sanitaria.		
Empresas recolectoras adicionales	La Universidad Santo Tomás actualmente cuenta con el servicio de recolección de residuos peligrosos mediante una empresa externa, pero ante una posible no recolección de residuos peligrosos se debe contar con una empresa contactada previamente por la alta dirección de modo que se garantice la no exposición a los residuos peligrosos por parte de la comunidad universitaria.	Coordinación ambiental	Informes semestrales de auditoría interna
Preparación para el manejo adecuado de residuos peligrosos	La universidad santo tomas debe garantizar el manejo integral de los residuos peligrosos mediante las siguientes directrices: Entrega de materiales de protección en base a residuo peligros a tratar. Divulgación de las fichas de seguridad de los residuos líquidos. Establecimiento de almacenaje de residuos peligrosos mediante lo descrito en el control operacional de residuos peligrosos. Etiquetado de recipientes recolectores. Llenado de bolsas de recolección hasta ¾ de su capacidad máxima.	Dirección Administrativa General de Servicios de Salud	Informes semestrales de auditoría interna
Emergencia por derrame de líquidos peligrosos	Ante una emergencia por líquidos peligrosos en el transporte, manejo y disposición de residuos líquidos peligrosos se establecen las siguientes directrices: Evacuación del área en cuestión según la peligrosidad del líquido. Identificación del tipo liquido peligroso en cuestión mediante la ficha de seguridad del producto. Tratamiento por parte del personal médico encargado mediante los protocolos establecidos en la ficha de seguridad del producto. Seguimiento al estudiante, funcionario o administrativo para garantizar su integridad.	Coordinación de Gestión Ambiental	Formato de emergencia **(Apéndice O)**

Apéndice Z.*Control operacional de vertimientos generados en la en los laboratorios de la Tecnología de Laboratorio Dental de la Universidad Santo Tomás Seccional Bucaramanga*

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS	**. Control operacional de vertimientos generados en la en los laboratorios de la Tecnología de Laboratorio Dental de la Universidad Santo Tomás Seccional Bucaramanga**	**Norma ISO 14001** **Versión: 1** **Sistema de Gestión Ambiental Tecnología de Laboratorio Dental**

1. Propósito.

Realizar el manejo adecuado de los vertimientos generados en la Tecnología de Laboratorio Dental y a su vez analizar la infraestructura y composición físico- química de los vertimientos teniendo en cuenta los requisitos legales y otros requisitos aplicables.

2. Alcance.

El procedimiento aplica a todas las actividades u operaciones, generadoras de vertimientos, desarrolladas en la Tecnología de Laboratorio Dental de la Universidad Santo Tomás seccional Bucaramanga.

3. Requisitos leales.

El cumplimiento de la legislación vigente en materia del manejo de vertimientos generados en la tecnología de laboratorio dental.

- Decreto 1076 de 2015: Decreto único reglamentario de sector ambiente y desarrollo sostenible.
- Resolución 631 de 2015: Se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.

4. Requisitos asociados

- NTC ISO 14001:20015
- Requisitos para participar en los Rankin de Universidades verdes
- Criterio de agua utilizado en el *UI GreenMetric World University Rankings*
- Objetivo de desarrollo sostenible #6 agua limpia y saneamiento, #11 ciudades y comunidades sostenibles, #15 vida de ecosistemas terrestres
- Plan de gestión de riesgos para vertimientos de las aguas residuales no domésticas del Campus de Floridablanca de la Universidad Santo Tomás.

5. Descripción de actividades

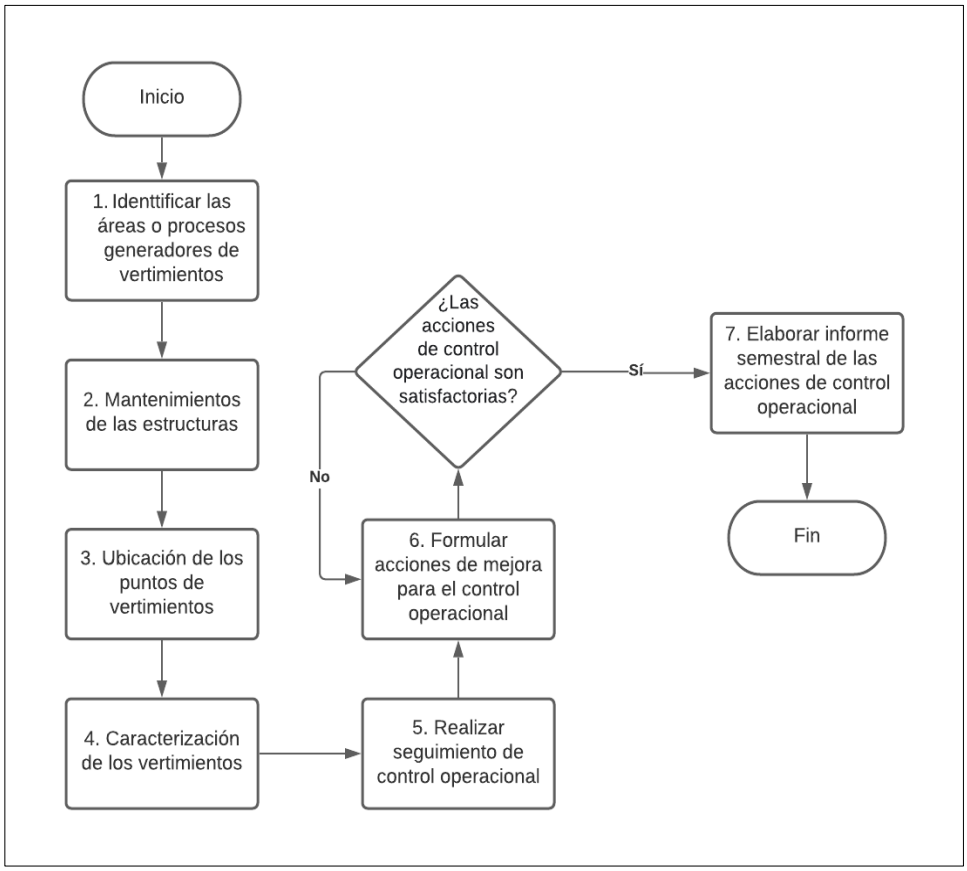
No	Nombre de la actividad	Descripción de la actividad	Responsable	Registro	Punto de control
1	Identificar las áreas o procesos generadores de vertimientos en las instalaciones de laboratorio dental	Las actividades identificadas como generadoras de vertimientos son: Lavado de materiales usados en los espacios académicos de laboratorio Dental. Pulimento o recorte de yeso con agua. Pulimento de la aleación cromo-cobalto con líquido	Decanatura de Laboratorio Dental	Documento	N/A

		electrolítico Wirolyt REF 52460. Lavado de manos con jabón y/o desinfectante.			
2	Mantenimiento de las estructuras y conductos de vertimientos	Las estructuras como trampa de sólidos y conductos de vertimientos deben llevar a cabo un buen funcionamiento garantizando así la correcta disposición de los vertimientos. Las pocetas del área de recorte de yeso, material y lavado de manos junto a la trampa de solidos se revisarán cada mes por un operario del área de mantenimiento en el que, se comprobará el correcto funcionamiento de estas junto a otras necesidades que se requieran según sea el caso. Los conductos de vertimiento serán evaluados semestralmente por parte de la dirección de planta física Para la revisión y la evaluación de las estructuras y conductores de vertimiento se utilizará el formato de mantenimiento a estructuras (**Apéndice E**)	Dirección de planta física Coordinación de gestión ambiental Dirección de Planta Física	Formato de mantenimiento a estructuras **(Apéndice E)**	N/A
3	Ubicación de los puntos de vertimientos	En la ubicación de los puntos de vertimiento se debe tener en cuenta que el agua residual corresponda a las actividades de laboratorio dental determinadas en el sistema de gestión ambiental además de, asegurar una buena accesibilidad a los puntos para realizar posteriores monitoreos	Dirección de planta física Coordinación de gestión ambiental	Fotográfico	Puntos de vertimientos

4	Caracterización de los vertimientos	La caracterización de los vertimientos se hará mediante un laboratorio acreditado por el IDEAM con una periodicidad de un año en el que las actividades de laboratorio dental se desarrollarán de manera cotidiana para permitir un correcto análisis y seguimiento a las políticas desarrolladas además de asegurar el cumplimento de la normativa vigente.	Coordinación de gestión ambiental Dirección de planta física	Informe anual de caracterización de aguas Residuales no domesticas	Resultado de los análisis según la normativa vigente
5	Realizar seguimiento al control operacional	En este seguimiento se deben documentar cada uno de los factores implicados como insumos utilizados, materiales utilizados, características fisicoquímicas de los insumos, control del uso de formato de mantenimiento a estructuras y entre otros, con el fin de tener un registro de los cambios que se generan y formular acciones de control operacional	Coordinación de gestión ambiental	Informe semestral de las acciones de control operacional.	N/A
6	Formular acciones de control operacional	Con base a los resultados del seguimiento realizado, se formulan acciones preventivas, correctivas y de mejora según sea el caso, registrándolas en el formato de acciones correctivas, preventivas y de mejora.	Coordinación de gestión ambiental	Formato de acciones correctivas, preventivas y de mejora (**Apéndice H)**	N/A
7	Elaborar informe semestral de las acciones de operacional	Se realiza el informe registrando las acciones de control operacional que no se realizan correctamente y las acciones de mejora que correspondan. Esto con el fin de realizar el registro correspondiente y tener evidencia de lo realizado al llevar a cabo el próximo seguimiento. El contenido de este informe debe contar por lo menos con: uso del agua durante el periodo, caracterización de los vertimientos, evaluación de estructuras y conductos,	Coordinación de gestión ambiental	Informe de acciones de control operacional	N/A

		resultados de la caracterización según la normativa vigente.			

6. Flujograma para el control operacional de vertimientos



7. Responsables y autoridad

- Coordinación de Gestión Ambiental
- Decanatura de Laboratorio Dental
- Dirección de Planta Física

8. Registros

- Formato de mantenimiento a estructuras
- Fotográfico
- Formato de acciones correctivas, preventivas y de mejora
- Informe semestral de las acciones de control operacional
- Informe anual de caracterización de aguas residuales no domésticas

9.Preparación y respuesta ante posible emergencia por vertimientos generados en la tecnología de laboratorio dental de la Universidad Santo Tomás seccional Bucaramanga

Emergencia	Descripción	Responsable	Punto de control

Fallo en el sistema por disposición de vertimientos	La Universidad Santo Tomás debe garantizar el manejo integral de los vertimientos mediante las siguientes directrices ante un posible vertimiento por falla del sistema: -Suspensión de actividades en Los laboratorios - Cierre del sistema de recolección de vertimientos	Coordinación de Gestión Ambiental Dirección de Planta Física	Formato de emergencia (**Apéndice O)**	

Fuente: Autores.

Apéndice AA. Control operacional de equipos en los laboratorios de la Tecnología de Laboratorio Dental de la Universidad Santo Tomás seccional Bucaramanga

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS	**. Control operacional de equipos en los laboratorios de la Tecnología de Laboratorio Dental de la Universidad Santo Tomás seccional Bucaramanga**	**Norma ISO 14001** **Versión: 1** **Sistema de Gestión Ambiental Tecnología de Laboratorio Dental**

1. Propósito.

Realizar el manejo adecuado de los equipos presentes en la Tecnología de Laboratorio Dental garantizando el conocimiento de los manuales de uso por parte de docentes y estudiantes para asegurar una vida útil y la prevención de la contaminación por mal uso.

2. Alcance.

El procedimiento aplica a todas las actividades que utilizan equipos para la realización de prácticas desarrolladas en la Tecnología de Laboratorio Dental de la Universidad Santo Tomás Seccional Bucaramanga.

3. Requisitos legales.

No aplica

4. Requisitos asociados.

- NTC ISO 14001:2015
- Requisitos para participar en los Rankin de Universidades verdes
- Criterio de energía y cambio climático utilizado en el *UI GreenMetric World University Rankings*
- Objetivo de desarrollo sostenible #12 Producción y consumo responsables, #7 energía asequible y no contaminante
- Manual de uso equipos como desarenador, pulidora de yeso, encerador, recortadora de yeso. Horno, mufla, espátulas eléctricas, soldador, centrifuga, paralelometro, motor de banco entre otros.

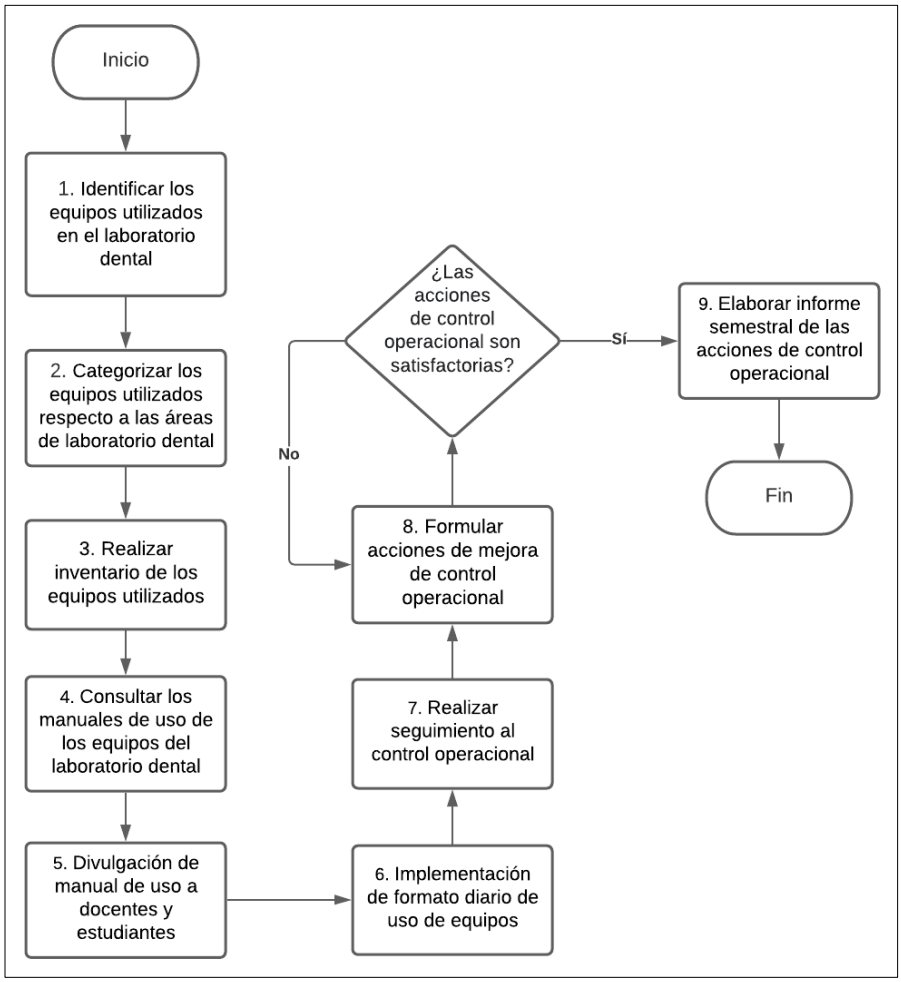
5. Descripción de actividades

No	Nombre de la actividad	Descripción de la actividad	Responsable	Registro	Punto de control
1	Identificar los equipos utilizados en el laboratorio dental	Realizar una visita al laboratorio dental en el que se definan los equipos utilizados para los	Decanatura de laboratorio dental	Documento	N/A

		procesos de laboratorio dental.			
2	Realizar inventario de los equipos utilizados	Realizar un inventario de los equipos presentes en el laboratorio, para llevar a cabo el control de estos mediante el Apéndice **F**	Decanatura de laboratorio dental	Formato para la elaboración de inventario de equipos de laboratorio dental (**Apéndice F)**	N/A
3	Consultar los manuales de uso de los equipos del laboratorio dental	Realizar la consulta bibliográfica de los manuales de uso de cada uno de los equipos presentes en el laboratorio dental para asegurar su correcto uso.	Decanatura de laboratorio dental	Informe de manuales de uso de equipos	N/A
4	Divulgación de manual de uso de equipos a docentes y estudiantes	Realizar la divulgación de los manuales de uso de los equipos del laboratorio con el personal docente mediante una reunión de cada área curricular para para asegurar el buen uso y cuidado de estos. A su vez, los docentes se encargan de la divulgación de los manuales a los estudiantes de laboratorio dental.	Decanatura de laboratorio dental	Formato de asistencia a capacitaciones o reuniones (**Apéndice I)**	N/A
5	Implementación de formato diario de uso de equipos	Implementación del formato diario de uso de equipos, después de que ha sido utilizado por parte de los estudiantes. Si se encuentra el equipo funcionando incorrectamente se debe informar al docente encargado de la asignatura y mencionar la falla en las observaciones del formato.	Docentes de prácticas	Formato diario de uso de equipos **(Apéndice G)**	N/A
6	Realizar seguimiento al control operacional	En este seguimiento se deben documentar cada uno de los factores implicados, como cantidad de usuarios, frecuencia de uso de equipos, equipos con mayor uso del laboratorio, comparación de estado de equipos al inicio y fin de semestre y entre otros, con el fin de tener un registro de los cambios que se	Coordinación de gestión ambiental Decanatura de gestión ambiental	N/A	N/A

		generan y poder formular acciones de control operacional			
7	Formular acciones de mejora de control operacional	Con base a los resultados del seguimiento realizado, se formulan acciones preventivas, correctivas y de mejora según sea el caso, registrándolas en el formato de acciones correctivas, preventivas y de mejora.	Coordinación de gestión ambiental Dirección General de Clinicas	Formato de acciones correctivas, preventivas y de mejora (**Apéndice H)**	N/A
8	Elaborar informe semestral de las acciones de control operacional	Realizar un informe semestral que permita conocer las acciones de control operacional y las posibles modificaciones que aseguren la integridad de los equipos del laboratorio dental	Coordinación de gestión ambiental Decanatura de laboratorio dental	Informe de acciones de control operacional	N/A

6. Flujograma para el control operacional de resiudos peligrosos



7. Responsables y autoridad • Coordinación de gestión ambiental • Decanatura de laboratorio dental
8. Registros • Informe de manuales de uso de equipos • Formato diario de uso de equipos • Formato de asistencia a capacitaciones o reuniones • Formato de acciones correctivas, preventivas y de mejora • Formato para la elaboración de inventario de equipos de laboratorio dental

Fuente: Autores.

Apéndice BB. *Resultados entrevista en Laboratorio de Producción Dental*

<table>
<tr><td colspan="5">Encuesta para elaborar proyecto de grado "Sistema de gestión ambiental para laboratorio dental"
Universidad Santo Tomás seccional Bucaramanga
Facultad de ingeniería ambiental
Estudiantes: Carlos Mateus y Kevin García</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="6">A continuación, se presenta el formato de diligenciamiento para la tecnología de laboratorio dental, el cual consiste en marcar una de las opciones para cada pregunta correspondiente además cuenta con el formato de pregunta abierta.</td></tr>
<tr><td>Edad</td><td>35</td><td>Genero</td><td>X Masculino
Femenino</td><td>¿Años trabajando en el laboratorio de producción?</td><td>6 años</td></tr>
<tr><td>¿Cuántos trabajadores hay en el laboratorio de producción dental?</td><td>2</td><td>¿Horario de la jornada del laboratorio de producción ?</td><td>Aproximadam entre de 6:30 A.M a 7:30 P.M</td><td>¿Tipos de prótesis que se diseñan en el laboratorio?</td><td>Prótesis total y fija</td></tr>
<tr><td rowspan="2">¿Quiénes son los clientes del laboratorio de producción dental?</td><td rowspan="2">Estudiantes de odontología de pregrado y posgrado junto a estudiantes de laboratorio dental de pregrado</td><td>*Nombre Materiales utilizados</td><td>Yeso y cera</td><td rowspan="2">*Nombre Instrumentos utilizados</td><td rowspan="2">Bisturí, pimpollo dental, martillo, prensa, etc</td></tr>
<tr><td>*Nombre Equipos utilizados</td><td>Encerador y mechero</td></tr>
<tr><td colspan="6">Mencione los aspectos ambientales con su frecuencia y duración de generación</td></tr>
<tr><td colspan="2">Aspecto ambiental</td><td colspan="2">Frecuencia</td><td colspan="2">Duración (horas)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Generación de gases, emisiones, olores ofensivos y material particulado ej: pulido de prótesis</td><td colspan="2">Diario</td><td colspan="2">2</td></tr>
</table>

Vertimiento de aguas residuales no domesticas ej: agua contaminada por recorte de yeso	Diario	1
Generación de residuos sólidos peligrosos ej: tapabocas, guantes, cuchillas,	Diario	1
Generación de residuos líquidos peligrosos ej: líquido electrolítico	Diario	1
Generación de residuos no peligrosos ej: inertes, aprovechables y ordinarios	Semana	8
¿Cuál es el residuo sólido que tiene mayor producción en los procesos del laboratorio de producción? Residuos sólidos de yeso		
¿A partir de su experiencia en el laboratorio de producción qué factores consideras de interés para aplicar el sistema de gestión ambiental en la tecnología de laboratorio dental? Articulación entre los procesos de laboratorio dental y el laboratorio de producción dental		