



**UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:**

---

**MEJORA DEL RIESGO FÍSICO POR ILUMINACIÓN Y RUIDO, EN LOS PUESTOS  
DE TRABAJO EN UN CAMAL DE FAENAMIENTO DE BOVINOS**

---

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

**Autor**

Pablo Omar Rosero Arevalo

**Tutor**

Msc. Pablo Elicio Ron Valenzuela

QUITO– ECUADOR  
2025

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,  
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL  
TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Yo, Pablo Omar Rosero Arevalo, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular con el nombre “**MEJORA DEL RIESGO FÍSICO POR ILUMINACIÓN Y RUIDO, EN LOS PUESTOS DE TRABAJO EN UN CAMAL DE FAENAMIENTO DE BOVINOS**”, como requisito para optar al grado de Ingeniero y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 26 días del mes de febrero de 2026, firmo conforme:

Autor: Pablo Omar Rosero Arevalo

Firma:

Número de Cédula: 1719959783

Dirección: Pichincha, Quito, Calderón, Luz y Vida.

Correo Electrónico: prosero3@indoamerica.edu.ec

Teléfono: 0988394434

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular “**MEJORA DEL RIESGO FÍSICO POR ILUMINACIÓN Y RUIDO, EN LOS PUESTOS DE TRABAJO EN UN CAMAL DE FAENAMIENTO DE BOVINOS**” presentado por Pablo Omar Rosero Arevalo, para optar por el Título Ingeniero Industrial,

### **CERTIFICO**

Que dicho Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte los Lectores que se designe.

Quito, 26 de febrero del 2026

.....

Msc. Pablo Elicio Ron Valenzuela

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Integración Curricular, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Quito, 26 de febrero 2026

.....

Pablo Omar Rosero Arevalo

CI: 1719959783

## **APROBACIÓN DE LECTORES**

El Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: MEJORA DEL RIESGO FÍSICO POR ILUMINACIÓN Y RUIDO, EN LOS PUESTOS DE TRABAJO EN UN CAMAL DE FAENAMIENTO DE BOVINOS, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo de Integración Curricular.

Quito, 26 de febrero de 2026

.....

Msc. Fabián sarmiento

LECTOR

.....

Msc. Joel Segura

LECTOR

## **DEDICATORIA**

dedico este triunfo a mis seres queridos y amigos, quienes me animaron de manera incondicional durante toda esta etapa. Gracias por la paciencia que me tuvieron, por ser mi aliento en las jornadas de agotamiento y por mantener la fe en mis capacidades incluso cuando yo mismo dudaba de ellas. Este éxito no me pertenece únicamente a mí, sino que es un reflejo del esfuerzo compartido y del cariño de todos ustedes.

## **AGRADECIMIENTO**

Elevo mi gratitud a Dios, por ser el faro que orientó mis pasos y por otorgarme la fortaleza física y la constancia necesarias para vencer los obstáculos de esta etapa universitaria. Su guía ha representado la base fundamental sobre la cual construí cada uno de mis esfuerzos.

Asimismo, agradezco a mis profesores por haberme brindado las claves del saber y las competencias esenciales para mi desarrollo laboral. Extiendo un reconocimiento especial a mi tutor, cuya paciencia y acertadas observaciones fueron cruciales para el éxito de este estudio, valorando su confianza en esta investigación desde su concepción inicial.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>TEMA:</b> .....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR .....	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD .....	iii
APROBACIÓN DE LECTORES.....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
Capítulo I.....	1
Introducción.....	1
Antecedentes.....	3
Marco Teórico.....	5
Riesgos físicos en el entorno laboral.....	5
Iluminación en el ambiente laboral.....	6
Ruido ocupacional y sus efectos.....	7
Normativa Legal y técnica Aplicable .....	8
Importancia de la mejora continua en ambientes laborales.....	10
Método de la cuadrícula .....	10
Riesgo por Iluminación Inadecuada .....	11
Límites permisibles de iluminación.....	11
Riesgo por Exposición al Ruido .....	12
Justificación.....	13

Objetivos.....	15
Objetivo General .....	15
Objetivos Específicos .....	16
Capítulo II.....	17
Ingeniería del proyecto .....	17
Diagnóstico actual de la empresa .....	17
Layout Camal de Calacalí .....	19
Descripción de los procesos de faenamiento de bovinos en el camal de Calacalí ...	20
Corrales.....	20
Noqueo .....	21
Desangrado .....	22
Descuerado .....	23
Cuarteo .....	24
Limpieza de vísceras: (entre cuarteo y oreo).....	25
Oreo .....	26
Matriz de riesgos .....	28
Explicación de la elaboración de la matriz INSST.....	28
Análisis de los niveles de riesgo de iluminación y ruido evaluados con matriz del INSST.....	33
Metodología de la herramienta los 5 por qué.....	33
Estudio de Iluminación de las Áreas de Faenamiento.....	35
Objetivo y alcance .....	36

Normativas y criterios de referencia.....	36
Seguridad e Higiene: una iluminación adecuada.....	36
Medidas complementarias e higiene .....	37
Niveles de Iluminación (valores objetivos por área).....	37
Equilibrio general vs localizada .....	39
Método Diseño de la Cuadrícula .....	39
Planilla de registro .....	41
Instrumentos y condiciones .....	43
Resultados y análisis.....	45
Estudio del ruido del área de faenamiento .....	47
Objetivo y alcance: .....	47
Normativas y criterios de referencia: .....	47
Origen de los datos .....	47
Método de estudio: Descriptivo.....	48
Resultados y análisis.....	49
Metodología para la evaluación de niveles sonoros .....	49
Análisis por área y acciones sugeridas .....	52
Resumen general del diagnóstico .....	53
Área de estudio .....	54
Modelo operativo.....	54
Desarrollo del modelo operativo .....	55
Diseño de iluminación de las zonas del camal .....	55

Aplicación del software DIALux.....	55
Simulación del sistema de iluminación .....	55
Implementación del uso de protectores auditivos .....	55
Análisis económico de la propuesta .....	56
Capítulo III .....	57
Propuesta y Resultados Esperados .....	57
Presentación de la propuesta .....	57
Diseño de iluminación de las zonas del camal .....	57
Modelado y simulación del sistema de iluminación.....	57
Adecuación zonas de iluminación en el camal de Calacalí.....	57
Selección del calibre del conductor.....	63
Medidas preventivas para ruido.....	65
Plan de acción con enfoque preventivo .....	66
Resultados esperados.....	67
Impacto en la integridad físico/mental .....	67
Resultados esperados del plan de acción preventivo de ruido .....	68
Cronograma de ejecución del proyecto .....	69
Difusión de la Propuesta.....	69
Preparación preliminar y gestión de recursos.....	70
Instalación de la nueva red de iluminación .....	70
Testeo de operación y validación.....	70
Presentación de informe de resultados .....	71

Analisis de costos .....	72
Presupuesto global del proyecto .....	74
Cálculo del VAN y TIR .....	76
VAN.....	76
Ejemplo práctico del cálculo VAN en el proyecto del camal .....	77
TIR.....	79
Curva S .....	80
Capítulo IV .....	82
Conclusiones y Recomendaciones .....	82
Conclusiones.....	82
Recomendaciones .....	83
Bibliografía.....	84
Anexos.....	89

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Tabla de labores fabriles y manuales. ....	9
<b>Tabla 2</b> Tabla de limites permisibles en exteriores y de circulación .....	10
<b>Tabla 3</b> Tabla de niveles mínimos de iluminación (Decreto Ejecutivo 255).....	12
<b>Tabla 4</b> Limites permisibles de exposición a ruido continuo (Decreto Ejecutivo 255)13	
<b>Tabla 6</b> Matriz INSST área de corrales.....	29
<b>Tabla 8</b> Matriz INSST área de desangrado .....	30
<b>Tabla 9</b> Matriz INSST área de descuerado .....	31
<b>Tabla 10</b> Matriz INSST área de cuarteo.....	31
<b>Tabla 11</b> Matriz INSST área limpieza de vísceras.....	32
<b>Tabla 12</b> Matriz de riesgos del camal de Calacalí área de oreo.....	32
<b>Tabla 13</b> Nivel de iluminación de forma general en las diferentes áreas del camal....	37
<b>Tabla 14</b> Niveles de luminosidad para el Camal de faenamamiento Calacalí.....	39
<b>Tabla 15</b> Vinculación del índice de área con la cantidad de puntos evaluados .....	40
<b>Tabla 16</b> Resultados del cálculo IC y número de zonas .....	41
<b>Tabla 17</b> Valores en lux de las zonas evaluadas .....	42
<b>Tabla 18</b> Niveles de reflexión.....	45
<b>Tabla 19</b> Zonas de incumplimiento lumínico .....	46
<b>Tabla 20</b> Tabla de medición en (dB) por áreas .....	50
<b>Tabla 21</b> Lectura visual del grafico (LAeq).....	51
<b>Tabla 24</b> Lista de lámparas utilizadas en las áreas del camal .....	59

<b>Tabla 25</b> Comparativa de medición entre los niveles de luminancia actuales y propuestos.....	62
<b>Tabla 26</b> Plan de acción .....	66
<b>Tabla 27</b> Costo mano de obra .....	73
<b>Tabla 28</b> Inversión requerida .....	75
<b>Tabla 29</b> Fases del proyecto.....	81

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Imagen referencial del camal (GOOGLE MAPS).....	19
<b>Figura 2</b> Layout de los espacios del camal de faenamiento .....	19
<b>Figura 3</b> Área de corrales .....	20
<b>Figura 4</b> Área de Noqueo .....	21
<b>Figura 5</b> Área de desangrado.....	22
<b>Figura 6</b> Área de Descuerado .....	23
<b>Figura 7</b> Área de Cuarteo .....	24
<b>Figura 8</b> Área de Limpieza de Vísceras .....	25
<b>Figura 9</b> Área de Oreo .....	26
<b>Figura 10</b> Esquema secuencial de la operatividad faenamiento.....	27
<b>Figura 11</b> Niveles de riesgo .....	29
<b>Figura 12</b> Analisis de causa 5 por qué?.....	34
<b>Figura 13</b> Imagen del sistema de iluminación actual del camal de faenamiento .....	35
<b>Figura 14</b> Luxómetro AOPUTTRIVER modelo AP-881D.....	44
<b>Figura 15</b> Sonómetro SLM-25 .....	48
<b>Figura 16</b> Niveles de ruido por área vs. limite (85dB(A)) .....	52
<b>Figura 18</b> Modelado y simulación general de las áreas del camal Calacalí .....	58
<b>Figura 19</b> Simulación área de limpieza de vísceras .....	61
<b>Figura 20</b> Calendario de trabajo .....	71
<b>Figura 21</b> Diagrama de Gantt .....	71

<b>Figura 22</b> Fragmento del Anexo 21 .....	74
<b>Figura 23</b> Curva S del proyecto.....	80

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b> Metodología INSST.....	89
<b>Anexo 2</b> Fichas técnicas de luminaria LED.....	90
<b>Anexo 3</b> Requisitos de iluminación para productos alimenticios e industriales de alimentos de lujo .....	91
<b>Anexo 4</b> Simulación en DIALux evo.....	92
<b>Anexo 5</b> Requisitos de iluminación para (áreas) interiores, tareas y actividades .....	97
<b>Anexo 6</b> Obligaciones de control Art. 57 CD513 .....	97
<b>Anexo 7</b> Salarios mínimos y sectoriales 2025 .....	98
<b>Anexo 8</b> Calculo bajo régimen Código de Trabajo.....	100
<b>Anexo 9</b> Cotización luminarias LED .....	101
<b>Anexo 10</b> Cotización luminaria LED.....	102
<b>Anexo 11</b> Tubería EMT ¾” .....	103
<b>Anexo 12</b> Grapa sencilla EMT ¾” .....	104
<b>Anexo 13</b> Union EMT de ¾” .....	105
<b>Anexo 14</b> Conector EMT de ¾”.....	106
<b>Anexo 15</b> Caja de empalme eléctrica de 4”x4”.....	107
<b>Anexo 16</b> Cotizacion Incable .....	108
<b>Anexo 17</b> Opciones varias de lubricación.....	109
<b>Anexo 18</b> Cronometro industrial.....	110
<b>Anexo 19</b> Visualización página web Kywi .....	110
<b>Anexo 20</b> Página web de IMPROMEX .....	111

<b>Anexo 21</b> Costo material eléctrico y luminarias .....	112
<b>Anexo 22</b> Análisis de costo por reprocesos .....	113
<b>Anexo 23</b> Presupuesto de efectivo anual, VAN y TIR .....	114
<b>Anexo 24</b> Planilla de luz .....	115
<b>Anexo 25</b> Caculo de consumo.....	116
<b>Anexo 26</b> Cálculo VAN en Microsoft Excel.....	117
<b>Anexo 27</b> Cálculo TIR en Microsoft Excel.....	117
<b>Anexo 28</b> Ficha técnica sonómetro SLM25.....	118
<b>Anexo 29</b> Factor de reflexión.....	119

**UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA: MEJORA DEL RIESGO FÍSICO POR ILUMINACIÓN Y RUIDO, EN LOS  
PUESTOS DE TRABAJO EN UN CAMAL DE FAENAMIENTO DE BOVINOS**

**AUTOR:** Pablo Omar Rosero Arevalo

**TUTOR:** Msc. Pablo Elicio Ron Valenzuela

### **RESUMEN EJECUTIVO**

Este proyecto analiza las carencias lumínicas y la exposición a ruidos críticos dentro de la planta de faenamiento bovino en Calacalí. La problemática central surge de la falta de adherencia a los estándares de seguridad laboral, situación que eleva la probabilidad de accidentes y patologías profesionales. Con el fin de revertir este escenario, el trabajo propone una reestructuración técnica integral del entorno. Se parte de la premisa de que modernizar el sistema lumínico y establecer controles acústicos disminuirá drásticamente la vulnerabilidad del personal operativo. Para ello, se aplicó un enfoque descriptivo y propositivo, fundamentado en mediciones directas con equipos de precisión (luxómetro y sonómetro) y en el análisis de la percepción de los trabajadores. Los resultados, validados mediante el software DIALux, confirman que al integrar 26 luminarias LED se logra superar el umbral de los 500 lux exigidos. Paralelamente, se definieron estrategias administrativas y de protección personal para gestionar el impacto sonoro en las áreas más sensibles. Finalmente, el proyecto entrega una solución técnica que no solo cumpla con normativas internacionales, sino que transforme la planta en un espacio seguro, cuidando la salud sensorial de los operarios y potenciando la productividad. Se sugiere iniciar de inmediato el programa de mantenimiento y realizar auditorías semestrales para asegurar que estos beneficios perduren.

**DESCRIPTORES:** camal, diagnóstico, iluminación, mejora, riesgos físicos.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**

**FACULTY OF ENGINEERING**

**INDUSTRIAL ENGINEERING CAREER**

**THEME: IMPROVEMENT OF PHYSICAL RISKS RELATED TO LIGHTING  
AND NOISE IN WORKSTATIONS AT A CATTLE SLAUGHTERHOUSE**

**AUTHOR:** Pablo Omar Rosero Arevalo

**TUTOR: Msc.** Pablo Elicio Ron Valenzuela

### **ABSTRACT**

This project analyzes lighting deficiencies and exposure to critical noise levels within the cattle slaughterhouse in Calacalí. The central problem stems from a lack of adherence to occupational safety standards, a situation that increases the likelihood of accidents and occupational illnesses. To reverse this scenario, the project proposes a comprehensive technical restructuring of the environment. It is based on the premise that modernizing the lighting system and establishing acoustic controls will drastically reduce the vulnerability of operational personnel. To this end, a descriptive and proactive approach was applied, based on direct measures using precision equipment (lux meter and sound level meter) and on the analysis of workers' perceptions. The results, validated using DIALux software, confirm that integrating 26 LED luminaires exceeds the required threshold of 500 lux. At the same time, administrative and personal protection strategies were defined to manage noise impact in the most sensitive areas. Finally, the project delivers a technical solution that not only complies with international standards but also transforms the plant into a safe space, protecting the sensory health of operators and boosting productivity. It is recommended that the maintenance program be started immediately and that semi-annual audits be conducted to ensure that these benefits are sustained.

**DESCRIPTORS:** slaughterhouse, diagnosis, lighting, improvement, physical risks.

## **Capítulo I**

### **Introducción**

Dentro de los centros de faenamiento bovino, el entorno físico no es solo un escenario de trabajo, sino un factor determinante que influye en la integridad, el rendimiento y el confort integral de todo el personal. Un ambiente adecuadamente acondicionado es la base para prevenir riesgos, optimizar los procesos operativos y garantizar que cada operario desarrolle sus labores en condiciones dignas y seguras. Como menciona (CUJI, 2021). El panorama de la seguridad laboral a nivel global revela cifras preocupantes que subrayan la urgencia de puestos laborales más seguros. Actualmente, la frecuencia de accidentes cobra la vida de más de 2,78 millones de personas anual mente, ya sea por accidentes directos o por enfermedades ocupacionales derivadas de sus actividades. A este impacto humano se suman unos 374 millones de lesiones anuales que, aunque no son fatales, provocan bajas laborales de más de cuatro días. Esta situación no solo representa un drama personal y familiar, sino también un peso económico asfixiante; se calcula que las condiciones inseguras y los riesgos laborales le cuestan al mundo aproximadamente el 3,94% del Producción total mundial cada año.

En el contexto actual, la OIT (Organización Internacional del Trabajo) permanece como ente regulador clave en materia de seguridad laboral. Diversas investigaciones señalan que la creciente globalización del comercio, la apertura de economías y avances tecnológicos contribuyeron al aumento en la frecuencia de accidentes laborales y enfermedades ocupacionales en muchas naciones en vías de progreso (OIT, 1988).

De acuerdo con los registros de la entidad sanitaria global (OMS), la incidencia reportada de patologías laborales en América del sur oscila apenas entre el 1% al 5%. Esta baja representatividad se debe a que, usualmente, los registros oficiales se limitan a aquellos eventos

que derivan en una incapacidad legalmente indemnizable, omitiendo una gran parte de la casuística real (Romero, 2020).

Dentro del contexto ecuatoriano, los centros de faenamiento bovino operan bajo condiciones que frecuentemente vulneran los modelos básicos de protección laboral e higiene ocupacional, una de las deficiencias críticas localizadas, es el sistema de iluminación deficiente, el cual se acentúa en procesos de alto riesgo como el sacrificio, el desposte y el saneamiento. Esta falta de visibilidad no solo compromete el rigor técnico y la calidad del producto, sino que eleva drásticamente la probabilidad de siniestros laborales al ocultar peligros como herramientas punzantes, suelos resbaladizos o desplazamientos imprevistos. Pese a la existencia de normativas sobre luminotecnia laboral, su implementación en los camales sigue siendo escasa, lo que hace imperativa una reestructuración técnica y legal inmediata. (Quilsimba, 2022).

Asimismo, el empleo de herramientas de precisión, tales como el luxómetro y el sonómetro, constituye una técnica esencial en la gestión de la seguridad ocupacional. Estos dispositivos permiten cuantificar objetivamente la exposición de los trabajadores a factores físicos críticos, facilitando la localización a tiempo de riesgos y la ejecución de elecciones fundamentadas para atenuar factores del entorno que logren poner en riesgo el bienestar o la seguridad física de los trabajadores (Prado, 2021). El uso de herramientas de precisión permite realizar un diagnóstico técnico de la iluminación y el ruido en el centro de trabajo, factores que impactan la salud sensorial de los operarios. Mientras que una visibilidad inadecuada incrementa el cansancio ocular, los fallos operativos y la probabilidad de siniestros, la permanencia constante en entornos ruidosos puede generar hipoacusia y cuadros de estrés crónico. La obtención de datos exactos a través de estos dispositivos es clave para implementar correctivos eficaces y asegurar el alineamiento con los estándares legales de seguridad

industrial, fomentando así espacios de trabajo que protejan la integridad física y potencien la productividad (SST, 2025).

El centro de faenamiento analizado dispone de una estructura operativa dividida en secciones específicas, que incluyen corrales, faenado (noqueo y desangrado), procesamiento (descuero, cuarteo) así como zonas de maduración (oreo 1, 2 y 3), gestión de vísceras y despacho. A pesar de contar con una plantilla de aproximadamente 16 operarios distribuidos en estas áreas, las instalaciones presentan un déficit lumínico crítico, con registros que se sitúan notablemente por debajo de los umbrales de iluminancia exigidos por la ley vigente.

Esta situación es una problemática que se origina por una disposición empírica de las luminarias y por niveles de intensidad de luz inapropiados. A esto se añaden las limitaciones de espacio y una organización deficiente de los puestos de trabajo, factores que restringen el movimiento y elevan el riesgo de siniestros laborales. Paralelamente, existe un desafío acústico crítico provocado por la maquinaria y las actividades propias del faenamiento, las cuales generan decibelios que sobrepasan los límites de seguridad industrial. La permanencia constante en estos ambientes ruidosos no solo puede derivar en hipoacusia o cuadros de estrés, sino que también obstaculiza la comunicación entre el personal, reduce la atención y potencia la inseguridad. La convergencia de estas deficiencias subraya la prioridad de realizar una intervención técnica que transforme el entorno en un lugar saludable y seguro para el trabajador.

### **Antecedentes**

Situado en la parroquia de Calacalí, al norte de Quito, este centro de faenamiento bovino presta servicios de procesamiento cárnico a diversos introductores de la región. Las actividades operativas se concentran en una jornada nocturna de 24:00 a 06:00 los lunes, miércoles y viernes, periodo en el cual se gestiona el beneficio de aproximadamente 100 reses. Previo a este proceso, un médico veterinario supervisa y certifica el estado sanitario de los animales desde el

día anterior para garantizar la inocuidad. No obstante, durante estas horas de labor, el personal se encuentra vulnerable ante factores de riesgo físico críticos, especialmente por una iluminación precaria y una contaminación acústica elevada. Estas deficiencias ambientales no solo merman el confort y la integridad del equipo humano, sino que también repercuten negativamente en la precisión de las tareas, la seguridad operativa y los parámetros de producción y patrones de calidad.

En muchos camales, especialmente aquellos con infraestructura antigua o sin actualizaciones recientes en condiciones laborales, se ha identificado que los niveles de iluminación artificial son insuficientes o mal distribuidos, generando zonas con sombras o contrastes que dificultan la visibilidad adecuada durante el manejo, corte y procesamiento de los animales. Esto incrementa la probabilidad de errores humanos, lesiones con herramientas cortopunzantes y fallas en el control de calidad.

De manera simultánea, la contaminación acústica generada por el funcionamiento de compresores, motores y la dinámica propia del beneficio bovino sobrepasa con regularidad los umbrales legales definidos por las entidades encargadas de la prevención de riesgos y bienestar laboral. La permanencia prolongada en estos entornos de alta intensidad sonora no solo desencadena cuadros de estrés y fatiga sensorial, sino que obstaculiza la comunicación efectiva entre los operarios y, en una escala temporal mayor, puede derivar en hipoacusia irreversible. (UTA, 2023).

Pese a la existencia de normas técnicas y disposiciones legales sobre condiciones ambientales en los centros de trabajo, muchos camales no implementan correctamente medidas preventivas o de mejora, ya sea por desconocimiento, limitaciones presupuestarias o falta de cultura preventiva. Este escenario pone de manifiesto la prioridad de intervenir técnicamente para diagnosticar y optimizar los niveles lumínicos y acústicos en dichas áreas de trabajo.

Realizar estas mejoras no es solo un requerimiento legal, sino una medida indispensable para transformar el entorno laboral en un espacio que verdaderamente proteja la salud física y mental del personal operativo.

Bajo esta premisa, resulta imperativo formular una estrategia de intervención técnica orientada a atenuar los riesgos físicos derivados de la iluminación deficiente y los niveles sonoros críticos en las estaciones de trabajo del centro de faenamiento de Calacalí. La meta primordial de esta propuesta es consolidar un entorno laboral seguro y preventivo, que no solo potencie la eficiencia del equipo humano, sino que también asegure el estricto cumplimiento de la normativa vigente, garantizando así una atmósfera de trabajo digna y protegida.

## **Marco Teórico**

### **Riesgos físicos en el entorno laboral**

Los agentes de riesgo de origen físico concurrentes en el área laboral comprenden aquellos agentes que, sin tener un contacto directo con el cuerpo humano, Tienen el potencial de comprometer el bienestar integral del personal operativo debido a la permanencia prolongada en ambientes con agentes físicos críticos o condiciones inadecuadas, entre los más comunes se encuentra factores del ambiente laboral como la contaminación acústica, las deficiencias lumínicas y el estrés térmico, estos factores, cuando no son controlados adecuadamente, pueden generar efectos adversos tanto a corto como a largo plazo, comprometiendo la seguridad, el bienestar y el rendimiento del personal. (Cuello, 2023).

En el contexto específico de las plantas de beneficio bovino, los factores de riesgo físico cobran una importancia crítica, dado el carácter especializado y las exigencias propias de las labores operativas que allí se ejecutan. La manipulación de herramientas cortopunzantes, maquinaria eléctrica, el manejo de animales vivos y derivados cárnicos, así como la necesidad

de precisión en cada etapa del proceso, hacen indispensable contar con condiciones físicas óptimas que garanticen la seguridad y eficiencia operativa. (Quilsimba, 2022).

### **Iluminación en el ambiente laboral.**

El acondicionamiento lumínico constituye un pilar esencial en la ergonomía y la seguridad ocupacional, ya que una visibilidad óptima no solo previene el cansancio ocular, sino que potencia el rigor en la ejecución de las tareas y mitiga la ocurrencia de siniestros laborales. De acuerdo con las directrices de la NTE INEN 2969-1:2015, la intensidad de la luz debe ajustarse a la complejidad de la labor; en este sentido, para actividades de precisión intermedia, como las desarrolladas en las diversas etapas del faenamiento, se estipula un rango de iluminancia situado entre los 300 y 500 lux. (NTE-INEN-2969-1, 2015).

La OIT advierte que un acondicionamiento lumínico deficiente eleva el riesgo de fallos operativos y agrava la fatiga ocular del personal. Estas exigencias de visibilidad no son estáticas, sino que deben adaptarse específicamente a la complejidad y naturaleza de cada labor ejecutada en la planta. (OIT, 1988) aunque el documento no menciona valores numéricos, estos rangos son comúnmente recomendados por las normas técnicas mexicana (NOM-025-STPS, 2008).

Asimismo, el diseño de la instalación lumínica debe integrar parámetros técnicos críticos, tales como K (grados kelvin) y el IRC (índice de reproducción cromática). Estos factores no solo aseguran una visibilidad técnica precisa, sino que interviene directamente en el bienestar emocional del trabajador y en su capacidad para distinguir con exactitud las tonalidades y texturas del producto cárnico durante el proceso, (Muñoz, 2025) De igual manera, se debe garantizar la homogeneidad lumínica y la eliminación de destellos o deslumbramientos que afecten la visión. En centros con infraestructuras obsoletas o carentes de programas de mantenimiento, es habitual detectar dispositivos mal distribuidos, con una eficiencia energética

degradada o la formación de áreas de penumbra que comprometen seriamente la integridad operativa. (NOM-025-STPS, 2008).

### **Ruido ocupacional y sus efectos.**

La molestia acústica es uno de los agentes físicos con mayor reprobación en entornos industriales, entendiéndose como todo fenómeno acústico no deseado que perturba la comunicación, el enfoque o la integridad del trabajador. En el ámbito de la higiene ocupacional, esta variable se cuantifica en decibelios (dB); al respecto, la legislación ecuatoriana estipula que, para una jornada de ocho horas, el umbral máximo de exposición a una presión sonora continua es de 85 dB(A), evaluados mediante un sonómetro en respuesta lenta. En escenarios donde la intensidad acústica sobrepase dicho límite, resulta obligatorio aplicar una reducción proporcional en el tiempo de permanencia del operario para mitigar el riesgo de daño auditivo (DECRETO-255, 2024).

La hipoacusia de origen laboral representa un daño auditivo de carácter permanente, derivado principalmente de la permanencia constante de los empleados en entornos con niveles sonoros excesivos. A escala global, se estima que cerca de 600 millones de operarios desempeñan sus labores bajo condiciones de ruido perjudiciales. Esta exposición prolongada no solo deteriora la capacidad del cerebro para procesar sonidos de diversas frecuencias, sino que también suele desencadenar tinnitus. Esta percepción constante de pitidos o zumbidos resulta, en muchos casos, una afección más desesperante y molesta para quien la padece que la propia disminución de la audición. Ante esta realidad, la prevención primaria, apoyada en normativas claras y en la sensibilización del personal, junto con el uso correcto de EPP, son determinantes fundamentales que salvaguardar la salud del trabajador. (UTA, 2023). En los camales, el ruido proviene de diversas fuentes: motores, compresores, herramientas neumáticas, maquinaria de transporte y el mismo proceso de faenamiento.

Bajo el marco legal ecuatoriano, el Decreto Ejecutivo 255 en materia de seguridad y salud ocupacional, indica que es obligación del empleador ejecutar las acciones preventivas pertinentes para controlar los peligros físicos derivados del impacto acústico en el ambiente laboral (DECRETO-255, 2024). En muchas empresas industriales, como en los camales, esta obligación no se reduce en la aplicación de controles técnicos específicos como los aislamientos acústicos de maquinaria, mantenimiento preventivo o rediseño de procesos, esto se debe a desconocimiento o limitaciones económicas.

### **Normativa Legal y técnica Aplicable**

El sustento legal del bienestar ocupacional en el territorio ecuatoriano se articula por medio de la Normativa sobre Seguridad e Higiene de los Trabajadores, bajo la dirección del MDT (Ministerio del Trabajo). Esta estructura jurídica establece para las entidades la obligación imperativa de configurar espacios de trabajo seguros. Dicha responsabilidad conlleva la detección sistemática y la mitigación de factores físicos de riesgo, tales como la intensidad sonora y la eficiencia lumínica, con la finalidad primordial de protección sobre la salud y la vida de los trabajadores (DECRETO-255, 2024).

De igual manera, se consideran referentes internacionales de alta exigencia, tales como la normativa europea UNE-EN 12464-1, la cual fija criterios técnicos en iluminación para espacios de trabajo en interiores. Norma que es fundamental para determinar los requisitos de confort visual, rendimiento y seguridad, adaptando los niveles de lux según la complejidad de las tareas de procesamiento que se ejecutan en el centro de faenamiento (UNE-12464-1, 2014). Esta normativa advierte que un acondicionamiento lumínico deficiente no solo provoca fatiga corporal, sino que puede derivar en patologías sensoriales crónicas. Asimismo, aborda la dimensión de la productividad, frecuentemente subestimada en el ámbito industrial, subrayando que una visibilidad óptima es directamente proporcional al rendimiento operativo. En esencia, un trabajador con condiciones visuales adecuadas no solo ejecuta sus labores con mayor

precisión, sino que se convierte en un activo más seguro y con una salud ocular preservada a largo plazo.

**Tabla 1**

Tabla de labores fabriles y manuales.

<b>No REF</b>	<b>TIPO DE INTERIOR, TAREA ACTIVIDAD</b>	<b>Lux</b>
7.1	Zonas De Trabajo En General	200
7.2	Clasificación Y Lavado De Productos (Molienda, Mezclado Y Envasado)	300
7.3	Zonas De Trabajo Críticas (Mataderos, Molinos, Carnicerías, Filtrado...)	500
7.4	Corte Y Clasificación De Frutas Y Vegetales	300
7.5	Fabricación De Alimentos De Delicatessen, Puros Y Cigarrillos Y Trabajo En Cocinas	500
7.6	Inspección De Vidrios Y Botellas, Control De Productos, Clasificación Y Decoración	500
7.7	Laboratorios	500
7.8	Inspección De Colores Productos (Envasado, Molienda)	100 0

*Nota: se muestra la tabla de los límites permisibles en las diferentes áreas industriales basados en la norma UNE 12464-1, Tabla realizada por el investigador (2025)*

Asimismo, se considera el estándar europeo UNE-EN 12464-2, el cual estipula los requerimientos lumínicos para entornos laborales a la intemperie, garantizando el confort y la agudeza visual de los operarios. Esta normativa contempla la mayoría de las actividades operativas habituales; no obstante, es fundamental precisar que sus lineamientos no cubren los sistemas de iluminación de emergencia, los cuales se rigen por protocolos independientes (UNE-12464-2, 2016).

**Tabla 2**

Tabla de límites permisibles en exteriores y de circulación

<b>TIPO DE ÁREA PARA LA TAREA O ACTIVIDAD VISUAL</b>	<b><math>\bar{E}</math> (LX)</b>
Senderos Solo Para Peatones	5
Zonas De Tráfico Para Vehículos De Movimiento Lento (Máx. 10Km/H)	10
Tráfico Vehicular Regular (Máx. 40Km/H)	20
Puntos De Carga Y Descarga, Puntos De Giro De Vehículos, Pasos Peatonales	50

*Nota: se muestra tabla de lux permitidos en áreas de circulación y exteriores basados en la norma europea UNE 12464-2, imagen obtenida por el investigador (2025)*

### **Importancia de la mejora continua en ambientes laborales**

Dentro de los entornos de trabajo, la optimización progresiva constituye un eje rector dentro de la administración de la prevención de riesgos y bienestar laboral. Este proceso demanda la detección de peligros, la valoración técnica de la situación actual, la aplicación de medidas de seguridad y un seguimiento sistemático de su efectividad (Rocca Burgos, 2022). En lo que respecta al centro de faenamiento de Calacalí, la adecuación de las variables lumínicas y acústicas se presenta como una coyuntura clave para reconfigurar el espacio de labor, mitigar siniestros, promover el desarrollo en el equipo de trabajo y robustecer los niveles de excelencia en la cadena de producción.

### **Método de la cuadrícula**

Consiste en definir una malla regular de puntos sobre el plano de trabajo o la superficie que se desea evaluar y calcular, en cada punto de la malla, la iluminación resultante producida por todas las luminarias instaladas, esos valores permiten obtener el nivel medio, el mínimo y las relaciones de uniformidad. El protocolo de evaluación empleado habitualmente se basa en un sistema de retícula de puntos de muestreo que abarca la totalidad del área de estudio. Esta

metodología consiste en segmentar el espacio interior en cuadrantes uniformes, preferiblemente de geometría cuadrada. En el centro de cada sección, se cuantifica la iluminancia en una altura estándar de 0.80 metros a nivel de suelo, para poder determinar un promedio lumínico general. Cabe destacar que la exactitud del cálculo de la iluminancia media está condicionada por la densidad de los puntos de medición establecidos en el diseño del muestreo (Ministerio-del-trabajo, 2016).

### **Riesgo por Iluminación Inadecuada**

Una intensidad lumínica inadecuada en los centros operativos tiene el potencial de desencadenar agotamiento ocular, fallos en la ejecución de procesos, una merma en la productividad e incluso siniestros en el lugar de trabajo (Sánchez Sanaguano, 2023). Especialmente en tareas críticas como el sacrificio, evisceración, inspección sanitaria y desposte, donde se requiere una correcta visibilidad para el manejo de herramientas punzocortantes y la identificación de patologías en canales.

Causas comunes:

- Baja intensidad lumínica.
- Distribución desigual de la luz.
- Deslumbramientos o sombras pronunciadas.
- Ausencia de mantenimiento de luminarias.

### **Límites permisibles de iluminación**

Garantizar niveles adecuados de iluminancia (en lux), según las recomendaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones (NEC-SE-DS, 2024) o estándares internacionales como la ISO 8995-1 (8995-1, 2016) o la norma europea UNE 12464-1 (UNE-12464-1, 2014) o el Decreto Ejecutivo (DECRETO-255, 2024) y el Acuerdo Ministerial Anexo 3 (MDT-2024-196, 2024) que sugieren valores tales como:

- Áreas de tránsito y circulación: 50 lux
- Escaleras, baños y vestidores: 100 lux
- Bodega y almacenamiento general: 150 lux
- Áreas de trabajo general (producción, faena, limpieza): 300 a 500 lux.
- Oficinas administrativas: 300-500 lux
- Áreas de redacción, archivo y lectura: 500-750 lux
- Laboratorios y salas técnicas: 500-750 lux
- Áreas de inspección y control de calidad: 750-1000 lux
- Trabajos de precisión (instrumentación, mediciones finas): 1000 o más lux

**Tabla 3**

Tabla de niveles mínimos de iluminación (Decreto Ejecutivo 255)

<b>Tipo de actividad o área de trabajo</b>	<b>Nivel mínimo de iluminación (Lux)</b>
Áreas de tránsito y circulación	50
Escaleras, baños y vestidores	100
Bodegas y almacenamiento general	150
Áreas de trabajo general (producción, faena, limpieza)	300-500
Oficinas administrativas	300-500
Áreas de redacción, archivo y lectura	500-750
Laboratorios y salas técnicas	500-750
Áreas de inspección y control de calidad	750-1000
Trabajos de precisión (instrumentos, mediciones finas)	1000 o más

*Nota: se puede apreciar los niveles de luminancia para cada área según Decreto Ejecutivo 255 tabla realizada por el investigador (2025)*

### **Riesgo por Exposición al Ruido**

Dentro de una planta de beneficio, diversos focos emisores, tales como unidades de compresión, equipos de corte motorizado, la fonación animal y sistemas hidráulicos, suelen generar intensidades acústicas que sobrepasan los umbrales legales, vulnerando la integridad

del personal ante niveles críticos de presión sonora. Esta exposición prolongada deriva en consecuencias multisistémicas.

- Déficit auditivo: Desarrollo de hipoacusia inducida por ruido.
- Impacto psicofisiológico: Cuadros de tensión laboral, agotamiento sensorial y merma en la eficiencia operativa.
- Riesgos de seguridad: Bloqueo de la comunicación verbal efectiva, lo cual incrementa la probabilidad de siniestros.
- Alteraciones emocionales: Estados de irritabilidad y deterioro del bienestar psicológico del trabajador.

**Tabla 4**

Limites permisibles de exposición a ruido continuo (Decreto Ejecutivo 255)

<b>Nivel Sonoro (dB A - lento)</b>	<b>Tiempo máximo de exposición por jornada (horas)</b>
85	8
90	4
95	2
100	1
110	0.25 (15 minutos)
115	0.125 (7.5 minutos)

*Nota: se muestra tabla de los niveles sonoros permisibles según Decreto Ejecutivo 255 tabla realizada por el investigador (2025)*

### **Justificación.**

**La importancia** de optimizar el acondicionamiento lumínico y atenuar la contaminación acústica en las áreas de faenamiento radica en la garantía de bienestar integral del equipo operativo. Un entorno con visibilidad precaria se convierte en un escenario propenso a fallos en el proceso, fatiga sensorial y siniestros laborales de alta severidad. Simultáneamente,

la exposición constante a intensidades sonoras críticas no solo deriva en patologías auditivas permanentes, sino que también detona cuadros de estrés y fractura la comunicación efectiva entre los operarios. Por lo tanto, intervenir en estos factores ambientales trasciende el cumplimiento de protocolos técnicos o exigencias legales, consolidándose como un imperativo ético hacia la vida del trabajador. Al elevar estos estándares, la organización no solo perfecciona su rendimiento productivo, sino que instaura una cultura de prevención que garantiza un espacio laboral digno y saludable para todos.

**El impacto** de esta propuesta se proyecta en una reducción sustancial de la siniestralidad laboral, el fortalecimiento del bienestar psicosocial del equipo y el alineamiento estricto con el marco normativo de seguridad industrial. Al perfeccionar los niveles de iluminancia y mitigar la presión sonora, se prevé una atenuación crítica de los riesgos laborales, consolidando un ecosistema laboral preventivo y saludable. De igual manera, esta intervención generará un incremento en la eficiencia operativa, permitiendo que el personal ejecute sus labores con estándares superiores de precisión y concentración. Finalmente, este beneficio trasciende a la esfera corporativa, potenciando la imagen institucional del centro de faenamiento al evidenciar un compromiso sólido con la integridad de su talento humano y la optimización constante de sus procesos productivos.

**Los beneficios** derivados de esta intervención recaerán primordialmente en los colaboradores del centro de faenamiento, quienes actualmente enfrentan factores de riesgo físico que comprometen su bienestar y eficiencia. Al optimizar el acondicionamiento lumínico y atenuar la contaminación acústica, se fortalecerá la protección de su integridad, se mitigará el agotamiento sensorial y se consolidará un entorno laboral ergonómico. De igual manera, este proyecto favorecerá a supervisores, técnicos y administrativos al proporcionar un ecosistema de trabajo caracterizado por la seguridad y la fluidez operativa. En última instancia, la colectividad de consumidores se verá beneficiada indirectamente, ya que un ambiente de labor

controlado y seguro es un pilar fundamental para asegurar la inocuidad y los estándares de calidad del producto cárnico procesado.

**La factibilidad** del proyecto es favorable, debido a que se fundamenta en intervenciones técnicas de alta viabilidad y mínima alteración estructural, tales como la reconfiguración fotométrica mediante luminarias LED y el empleo de sistemas de acondicionamiento acústico pasivo. Estas estrategias son ejecutables con tecnología accesible en el mercado nacional y prescinden de reformas integrales en la infraestructura del camal. Asimismo, la integración de recursos tecnológicos especializados, como el software de modelado DIALux y equipos de medición de precisión, garantiza un diagnóstico riguroso y soluciones adaptadas a la morfología real del centro. Finalmente, el compromiso del talento humano y el sólido respaldo del marco legal ecuatoriano consolidan la sostenibilidad operativa y técnica de este planteamiento.

**La utilidad** de este planteamiento reside en su potencial para generar soluciones operativas y escalables a otros centros de beneficio a nivel nacional que presenten deficiencias análogas. Al estructurar un protocolo sistemático para el diagnóstico y la neutralización de riesgos físicos derivados de la iluminación y el ruido, se entrega un recurso técnico de alto valor para especialistas en salud laboral y prevención de riesgos. Asimismo, la evidencia recopilada agilizará la toma de decisiones fundamentales respecto a la inversión en infraestructura y tecnología, fomentando ecosistemas de trabajo que no solo sean seguros, sino altamente eficientes. Esta aplicabilidad se encuentra en total consonancia con los objetivos globales de la organización, específicamente en lo referente a la seguridad y salud ocupacional.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

- Mejorar las condiciones de exposición a agentes físicos como la luminancia y la acústica, en los puestos de trabajo en un camal de faenamiento de bovinos, a través de

la aplicación del software DIALux y sonómetro mejorando las condiciones de seguridad y de bienestar del personal.

### **Objetivos Específicos**

- Diagnosticar las magnitudes vigentes de luminancia y presión acústica en todas las áreas del proceso de faenamiento mediante mediciones con equipos de higiene industrial estructurando una línea base.
- Rediseñar la iluminación en las áreas del centro de faenamiento de bovinos utilizando el software DIALux garantizando la visibilidad del personal en sus respectivos puestos de trabajo.
- Diseñar medidas correctivas y preventivas, a través del control directo sobre el origen del peligro, medio de transmisión y en el trabajador para reducir la exposición del factor de riesgo ruido.

## Capítulo II

### Ingeniería del proyecto

#### Diagnóstico actual de la empresa

La importancia del análisis comenzó con una inspección técnica directa en las instalaciones del camal de faenamiento Calacalí, situado a 17 km al norte de Quito. El propósito de este acercamiento inicial fue constatar de primera mano cómo influyen la iluminación y el ruido en el entorno laboral cotidiano. Durante el recorrido, se hizo evidente que el centro presenta deficiencias críticas que pone en riesgo la integridad laboral; específicamente, se detectó una iluminación insuficiente y niveles sonoros que no se ajustan a los límites protegidos por la normativa vigente. Estas carencias no son solo cifras técnicas, sino factores reales que elevan la probabilidad de sufrir accidentes, agotamiento visual y daños auditivos permanentes. En un proceso tan exigente como el faenamiento, donde la precisión y una visibilidad clara son vitales, atender estos riesgos físicos se vuelve una prioridad absoluta para garantizar una operación eficiente y, sobre todo, humana. Estos riesgos físicos son críticos en procesos de faenamiento donde la ergonomía y la visibilidad son esenciales para garantizar la eficiencia y seguridad (Quilsimba, 2022).

Esto sumado a la infraestructura antigua la cual lleva 17 años de funcionamiento, durante la visita se realiza entrevistas a los diferentes trabajadores de las áreas donde se encontró que el 75% de los colaboradores forman parte del género masculino y el 25% al género femenino la mayor parte de los trabajadores oscilan entre los 42 y 65 años correspondientes al 62.50% la antigüedad en el puesto de trabajo es mayor a 5 años correspondientes al 68.75% y las áreas con más puestos de trabajo fueron el área de vísceras con 25% y las áreas de desangrado y cuarteo con 18.75% respectivamente, quienes supieron facilitar información relevante para el desarrollo del actual trabajo. Información de la cual se pudo conocer que solo se ha realizado

simplemente tareas de mantenimiento por reemplazo de cables desgastados por el tiempo de uso y reemplazo de luminaria defectuosa, también mencionan que no se ha realizado un estudio previo para la prevención de enfermedades laborales por una iluminación defectuosa y niveles de ruido inadecuados para el entorno laboral, limitándose a la implementación de iluminación adquirida por el camal para desempeñar las actividades operativas.

**Tabla 5**

Datos sociodemográficos

<b>Aspecto</b>	<b>Alternativas</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Género</b>	Hombre	12	75%
	Mujer	4	25%
	<b>Total = 16</b>	<b>100%</b>	
<b>Edad</b>	entre 18 y 35 años	1	6,25%
	36 y 41 años	5	31,25%
	42 y 65 años	10	62,50%
	<b>Total = 16</b>	<b>100%</b>	
<b>Antigüedad en el trabajo</b>	< 3 años	2	12,50%
	entre 3 y 5 años	3	18,75%
	> 5 años	11	68,75%
	<b>Total = 16</b>	<b>100%</b>	
<b>Puestos de trabajo</b>	Corrales	2	12,50%
	Noqueo	1	6,25%
	Desangrado	3	18,75%
	Descuerado	1	6,25%
	Cuarteo	3	18,75%
	Limpieza de vísceras	4	25,00%
	Oreo	2	12,50%
	<b>Total = 16</b>	<b>100%</b>	

*Nota: se muestra tabla sociodemográfica realizada al personal que labora en el camal de Calacalí, Tabla realizada por el investigador (2025)*

**Figura 1**

Imagen referencial del camal (GOOGLE MAPS)

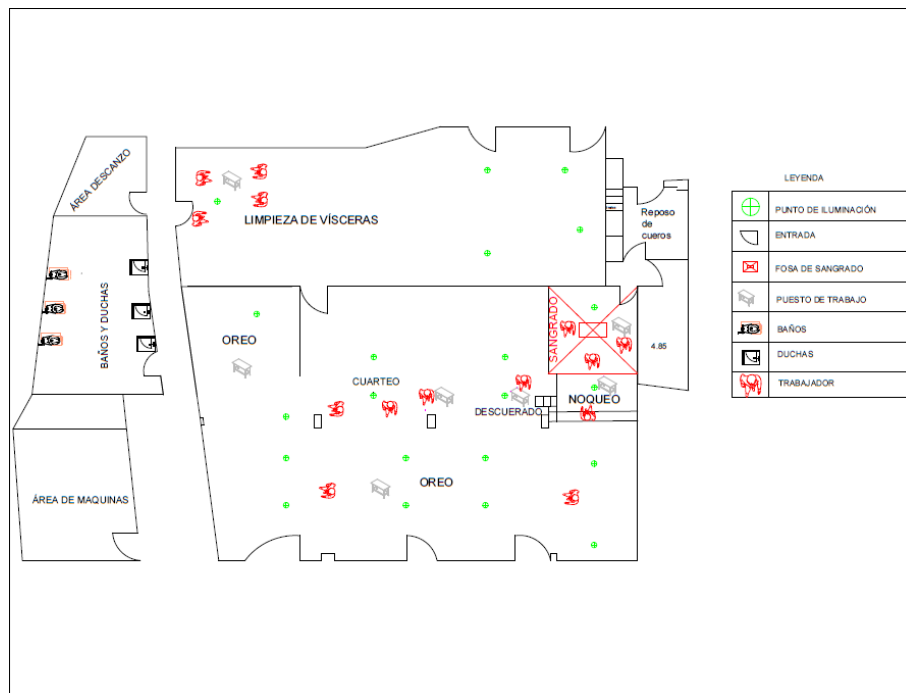


Nota: el camal tiene un espacio promedio de 400 metros cuadrados, imagen obtenida por el investigador a través de Google mapa (2025)

### Layout Camal de Calacalí

**Figura 2**

Layout de los espacios del camal de faenamamiento



Nota: diseño actual del área de faenamamiento del camal de Calacalí, layout realizado por el investigador (2025)

## Descripción de los procesos de faenamiento de bovinos en el camal de Calacalí

El flujo de trabajo para el faenamiento de reses en la planta de Calacalí se ejecuta de manera ordenada y sucesiva, lo que permite asegurar tanto la calidad sanitaria de la carne como la protección del personal operativo. Este ciclo se divide en las siguientes fases fundamentales.

### Corrales

En esta etapa se realiza la recepción y alojamiento temporales de ganado, donde se realiza una inspección llamada ante-mortem, el cual sirve para verificar el estado sanitario de los animales. Dicha fase prioriza la estancia de descanso de los bovinos, un procedimiento esencial para reducir la reactividad del animal y garantizar la excelencia en la textura y color de la carne.

### Figura 3

Área de corrales



*Nota: la figura muestra el área donde reposa el ganado antes del faenamiento, fotografía realizada por el investigador (2025)*

## Noqueo

Es el procedimiento en el cual se aturde al animal mediante métodos mecánicos o eléctricos, con el objetivo de minimizar el sufrimiento y facilitar el desangrado posterior, cumpliendo con normas de bienestar animal.

### Figura 4

Área de Noqueo



*Nota: la figura muestra el área en la que se noquea al ganado y se puede observar una iluminación deficiente, fotografía realizada por el investigador (2025)*

## Desangrado

Se realiza inmediatamente después del noqueo, mediante corte en las arterias principales lo cual permite el drenaje completo de la sangre, garantizando la calidad higiénica del producto y reduciendo el sufrimiento del bovino faenado.

### Figura 5

Área de desangrado



*Nota: la figura muestra el área en la que se desangra el ganado, fotografía realizada por el investigador (2025)*

## Descuerado

En este procedimiento se retira la piel del animal utilizando herramientas cortopunzantes y equipos mecánicos, asegurando la integridad de la canal y evitando contaminación cruzada.

### Figura 6

Área de Descuerado



*Nota: la figura muestra el área de Descuerado la cual está junto al área de Noqueo y Cuarteo, fotografía realizada por el investigador (2025)*

## Cuarteo

Es la división de la canal en partes manejables para facilitar su manipulación.

### Figura 7

Área de Cuarteo



*Nota: la figura muestra el área de Cuarteo la cual está junto al área de Descuerado, fotografía realizada por el investigador (2025)*

### **Limpieza de vísceras: (entre cuarteo y oreo)**

Extracción y limpieza de vísceras rojas y verdes, asegurando la separación higiénica de órganos comestibles y desechos, conforme a protocolos sanitarios.

#### **Figura 8**

Área de Limpieza de Vísceras



*Nota: en la figura se observa una iluminación deficiente en el área de Limpieza de Vísceras, fotografía realizada por el investigador (2025)*

## Oreo

Este procedimiento es la etapa final donde las canales se colocan en un área de reposo para garantizar la conservación y cumplir con parámetros de inocuidad.

### Figura 9

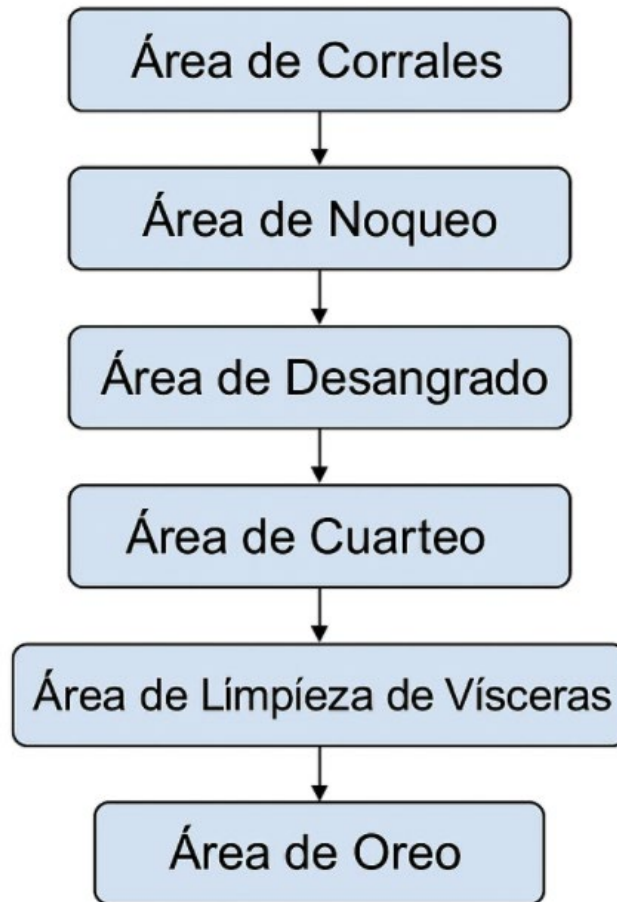
Área de Oreo



*Nota: la figura muestra el área de Oreo con una notable deficiencia lumínica, registro fotográfico de campo (2025)*

## Figura 10

Esquema secuencial de la operatividad faenamiento



Nota: *proceso general del camal de Calacalí imagen realizada por el investigador (2025)*

Cada etapa implica riesgos físicos asociados a la iluminación insuficiente y ruidos elevados. Un déficit en la intensidad lumínica eleva el riesgo de imprecisiones y siniestros durante las etapas críticas de desuello y división de canales (UNE-12464-1, 2014). El ruido generado por máquinas y animales puede superar los límites normativos (85dB según Decreto Ejecutivo 255) afectando la salud auditiva. (DECRETO-255, 2024). Por lo tanto, el análisis de flujo permite identificar puntos críticos donde se deben aplicar mejoras técnicas (luminarias LED, protección auditiva) para cumplir con las normas y garantizar la seguridad ocupacional.

## **Matriz de riesgos**

Con el propósito de determinar y jerarquizar las amenazas físicas en el centro de beneficio bovino de Calacalí, se empleó la metodología de valoración del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSST). Esta metodología facilita el análisis cuantitativo de riesgo mediante el cruce de variables de probabilidad de ocurrencia y magnitud de las consecuencias. (INSST, 2000)

### **Explicación de la elaboración de la matriz INSST**

**Procesos incluidos:** Corrales, Noqueo, Desangrado, Descuerado, Cuarteo, Limpieza de vísceras, Oreo.

**Riesgos Evaluados:** Iluminación insuficiente y Ruido elevado.

**Valores asignados:**

**Probabilidad:** (baja), (media), (alta).

**Consecuencias:** (ligeramente dañino), (dañino), (extremadamente dañino).

**Nivel de riesgo:** trivial (baja; ligeramente dañino), tolerable (media; ligeramente dañino), moderado (media; dañino), importante (alta; dañino), intolerable (alta; extremadamente dañino). Ver **Anexo 1**

El Grado de peligro contempla diferentes niveles de riesgo

**Figura 11**

Niveles de riesgo

**Niveles de riesgo**

		Consecuencias		
		Ligeramente Dañino	Dañino	Extremadamente Dañino
		LD	D	ED
Probabilidad	Baja B	Riesgo trivial T	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO
	Media M	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I
	Alta A	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I	Riesgo intolerable IN

Nota: *Meto simple para estimar los niveles de riesgo de acuerdo con su probabilidad estimada, grafico obtenido de (INSST, 2000)*

**Tabla 6**

Matriz INSST área de corrales

CALIFICACION DE RIESGOS POR PUESTO DE TRABAJO														
FECHA: 06/11/2025														
REALIZADO POR: Pablo Rosero														
DIRECCIÓN: Centro de Faenamiento Calacali														
NÚMERO DE PERSONAS: 2      HOMBRES      2      MUJERES      PERSONAL VULNERABLE														
PUESTO DE TRABAJO: Operario de corrales														
PRINCIPALES ACTIVIDADES: Recepción de ganado e inspección del mismo														
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS QUE USA: Ninguno														
EVALUACIÓN: MATRIZ DE RIESGOS PROCESO DE FAENAMIENTO (AREA DE CORRALES)														
INICIAL      X      PERIODICA														
IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS BASADO EN EL INSHT														
PROCESO	PUESTO DE TRABAJO	PELIGROS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIA			NIVEL DE RIESGO	ACCION Y TEMPORIZACIÓN	MEDIDA DE CONTROL	RESPONSABLE DE LA MEDIDA		
			Baja	Media	Alta	Ligeramente Dañino	Dañino	Extremadamente Dañino						
Área de recepción ganado	Operario de corrales	FACTORES FÍSICOS	Iluminación insuficiente			X			X	RIESGO INTOLERABLE	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo	Control de Ingeniería	SST	
			Iluminación excesiva	X			X				RIESGO TRIVIAL	No se requiere acción específica	Ninguna	N/A
			Ruido		X		X				RIESGO TOLERABLE	No se necesita mejorar la acción preventiva	Ninguna	N/A

Nota: *se aplica la matriz INSST para evaluar factores de riesgo por iluminación y ruido, tabla de elaboración propia (2025)*

**Tabla 7**  
Matriz INSST área de noqueo

CALIFICACION DE RIESGOS POR PUESTO DE TRABAJO													
FECHA: 06/11/2025													
REALIZADO POR: Pablo Rosero													
DIRECCIÓN: Centro de Faenamiento Calacali													
NÚMERO DE PERSONAS: 1      HOMBRES      1      MUJERES      PERSONAL VULNERABLE													
PUESTO DE TRABAJO Operario de Noqueo													
PRINCIPALES ACTIVIDAD Noqueo de ganado													
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS QUE USA: Ninguno													
EVALUACIÓN: MATRIZ DE RIESGOS PROCESO DE FAENAMIENTO (AREA DE NOQUEO )													
INICIAL      X      PERIODICA													
PROCESO	PUESTO DE TRABAJO	PELIGROS	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS BASADO EN EL INSHT									MEDIDA DE CONTROL	RESPONSABLE DE LA MEDIDA
			PROBABILIDAD			CONSECUENCIA			NIVEL DE RIESGO	ACCION Y TEMPORIZACIÓN			
			Baja	Media	Alta	Ligeramente Dañino	Dañino	Extremadamente Dañino					
Área de noqueo	Operario de noqueo	FACTORES FISICOS	Iluminación insuficiente			X			X	RIESGO INTOLERABLE	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo	Control de Ingeniería	SST
			Iluminación excesiva	X			X			RIESGO TRIVIAL	No se requiere acción específica	Ninguna	N/A
			Ruido		X			X		RIESGO MODERADO	Se debe hacer esfuerzos para reducir el riesgo	Control de Ingeniería	SST

Nota: se aplica la matriz INSST para evaluar factores de riesgo por iluminación y ruido, tabla de elaboración propia (2025)

**Tabla 8**  
Matriz INSST área de desangrado

CALIFICACION DE RIESGOS POR PUESTO DE TRABAJO													
FECHA: 06/11/2025													
REALIZADO POR: Pablo Rosero													
DIRECCIÓN: Centro de Faenamiento Calacali													
NÚMERO DE PERSONAS: 3      HOMBRES      3      MUJERES      PERSONAL VULNERABLE													
PUESTO DE TRABAJO Operario de sangría													
PRINCIPALES ACTIVIDAD Desangrado, corte de pezuñas y decapitación del ganado													
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS QUE USA: Ninguno													
EVALUACIÓN: MATRIZ DE RIESGOS PROCESO DE FAENAMIENTO (AREA DE DESANGRADO )													
INICIAL      X      PERIODICA													
PROCESO	PUESTO DE TRABAJO	PELIGROS	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS BASADO EN EL INSHT									MEDIDA DE CONTROL	RESPONSABLE DE LA MEDIDA
			PROBABILIDAD			CONSECUENCIA			NIVEL DE RIESGO	ACCION Y TEMPORIZACIÓN			
			Baja	Media	Alta	Ligeramente Dañino	Dañino	Extremadamente Dañino					
Área de desangrado	Operario de sangría	FACTORES FISICOS	Iluminación insuficiente			X			X	RIESGO INTOLERABLE	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo	Control de Ingeniería	SST
			Iluminación excesiva	X			X			RIESGO TRIVIAL	No se requiere acción específica	Ninguna	N/A
			Ruido		X			X		RIESGO MODERADO	Se debe hacer esfuerzos para reducir el riesgo	Control de Ingeniería	SST

Nota: se aplica la matriz INSST para evaluar factores de riesgo por iluminación y ruido, tabla de elaboración propia (2025)



**Tabla 11**

Matriz INSST área limpieza de vísceras

CALIFICACION DE RIESGOS POR PUESTO DE TRABAJO													
FECHA: 06/11/2025 REALIZADO POR: Pablo Rosero DIRECCIÓN: Centro de Faenamiento Calacalí NÚMERO DE PERSONAS: 4      HOMBRES      MUJERES 4      PERSONAL VULNERABLE PUESTO DE TRABAJO Operario de eviscerado PRINCIPALES ACTIVIDAD Limpieza de vísceras													
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS QUE USA: Ninguno													
EVALUACIÓN: INICIAL    X    PERIODICA													
PROCESO	PUESTO DE TRABAJO	PELIGROS	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS BASADO EN EL INSHT										
			PROBABILIDAD			CONSECUENCIA			NIVEL DE RIESGO	ACCION Y TEMPORIZACIÓN	MEDIDA DE CONTROL	RESPONSABLE DE LA MEDIDA	
Baja	Media	Alta	Ligeramente Dañino	Dañino	Extremadamente Dañino								
Área de vísceras	Operario de eviscerado	FACTORES FÍSICOS	Iluminación insuficiente			X			X	RIESGO INTOLERABLE	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo	Control de Ingeniería	SST
			Iluminación excesiva	X			X			RIESGO TRIVIAL	No se requiere acción específica	Ninguna	N/A
			Ruido		X		X			RIESGO TOLERABLE	No se necesita mejorar la acción preventiva	Ninguna	N/A

Nota: se aplica la matriz INSST para evaluar factores de riesgo por iluminación y ruido, tabla de elaboración propia (2025)

**Tabla 12**

Matriz de riesgos del camal de Calacalí área de oreo

CALIFICACION DE RIESGOS POR PUESTO DE TRABAJO													
FECHA: 06/11/2025 REALIZADO POR: Pablo Rosero DIRECCIÓN: Centro de Faenamiento Calacalí NÚMERO DE PERSONAS: 2      HOMBRES 2      MUJERES      PERSONAL VULNERABLE PUESTO DE TRABAJO Operario de Oreo PRINCIPALES ACTIVIDAD Oreo y enfriamiento del canal													
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS QUE USA: Ninguno													
EVALUACIÓN: INICIAL    X    PERIODICA													
PROCESO	PUESTO DE TRABAJO	PELIGROS	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS BASADO EN EL INSHT										
			PROBABILIDAD			CONSECUENCIA			NIVEL DE RIESGO	ACCION Y TEMPORIZACIÓN	MEDIDA DE CONTROL	RESPONSABLE DE LA MEDIDA	
Baja	Media	Alta	Ligeramente Dañino	Dañino	Extremadamente Dañino								
Área de oreo	Operario de oreo	FACTORES FÍSICOS	Iluminación insuficiente			X			X	RIESGO INTOLERABLE	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo	Control de Ingeniería	SST
			Iluminación excesiva	X			X			RIESGO TRIVIAL	No se requiere acción específica	Ninguna	
			Ruido		X			X		RIESGO MODERADO	Se debe hacer esfuerzos para reducir el riesgo	Control de Ingeniería	SST

Nota: se aplica la matriz INSST para evaluar factores de riesgo por iluminación y ruido, tabla de elaboración propia (2025)

## **Análisis de los niveles de riesgo de iluminación y ruido evaluados con matriz del INSST**

La iluminación insuficiente identificada en la matriz de riesgos está clasificada como **Riesgo Intolerable** lo cual exige una parada de actividades o intervención inmediata, el rediseño con luminarias  $\geq 500$  lux según la norma europea (UNE-12464-1, 2014)

Iluminación insuficiente cunado es intolerable, requiere intervención inmediata.

El ruido identificado en la matriz de riesgos está clasificado como

Cuando el ruido es importante debe reducirse previo a la ejecución de la actividad o con medidas preventivas como la dotación de Equipos de protección personal (EPP), hasta completar controles de ingeniería.

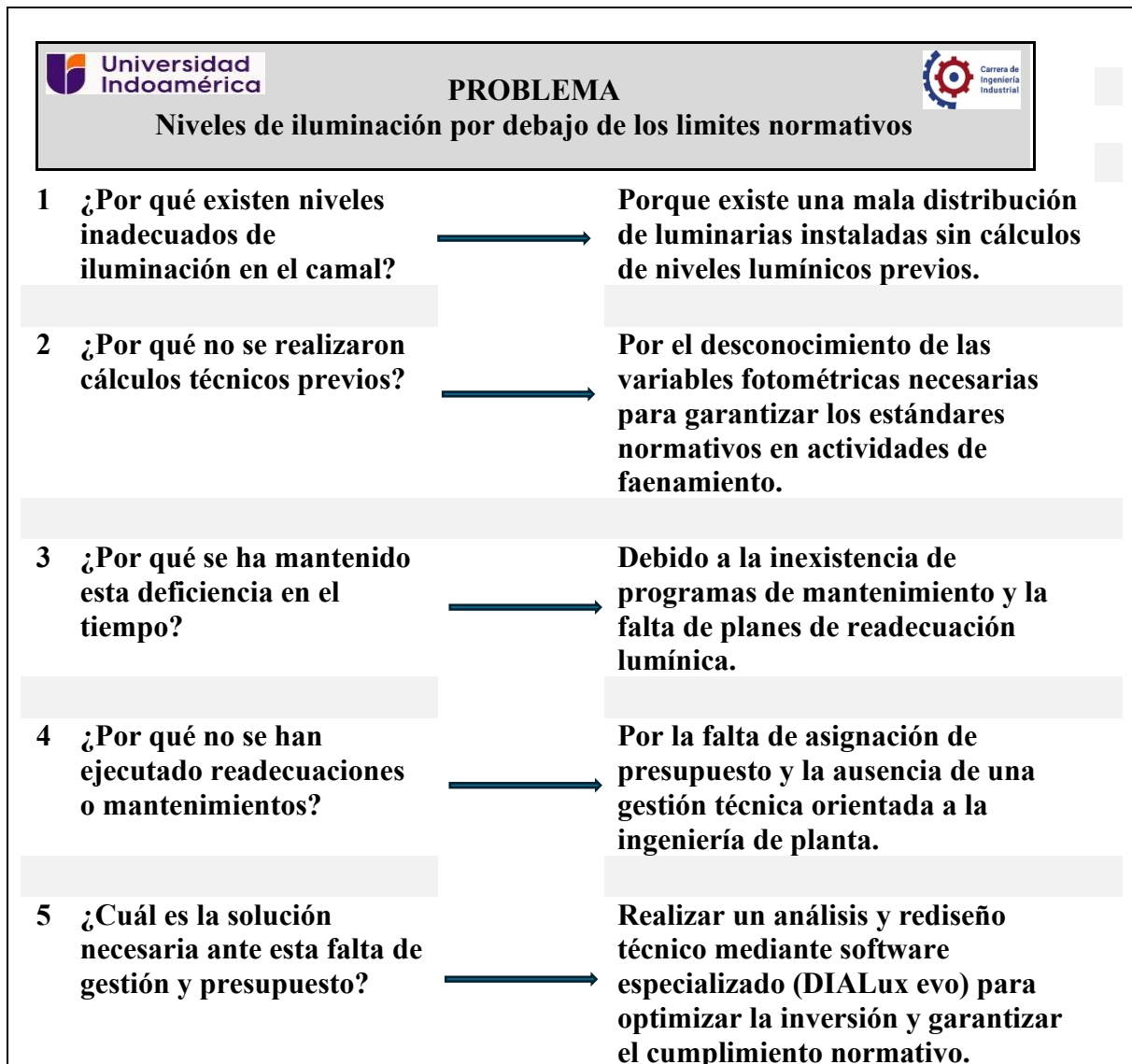
El ruido se clasifica en la matriz de riesgos como **Riesgo Importante**, debe tratarse con controles de ingeniería como uso de EPP, dosimetría periódica y gestión de la exposición para asegurar  $\leq 85$ dB(A) conforme a límites permisibles de las normativas vigentes.

### **Metodología de la herramienta los 5 por qué**

Para abordar el problema detectado en la planta de faenamiento de Calacalí, se empleó la metodología de los "5 porqués", la cual es una técnica de solución de problemas que permite profundizar en el origen el inconveniente, en la **Figura 15** se observa la deficiencia iluminancia en el área de limpieza de vísceras del Camal de Calacalí, esto es consecuencia directa de una configuración empírica del sistema lumínico, carente de cálculos técnicos y simulaciones fotométricas previas. Esta situación impide alcanzar los estándares mínimos de confort visual requeridos para las tareas de inspección y faenamiento. Esta situación se vuelve más crítica debido a la inexistencia de un cronograma para la revisión y ajuste preventivo de instalaciones, sumado a la carencia de recursos financieros destinados a la actualización y mejora tecnológica de los equipos, lo que hace imperativo realizar un análisis técnico y un rediseño integral del sistema de iluminación bajo criterio de ingeniería.

**Figura 12**

Análisis de causa 5 por qué?



*Nota: se muestra mediante herramienta de ingeniería las causas de errores en el sistema lumínico, gráfico desarrollado por el autor (2025)*

A partir de la identificación de las causas raíz, se detectó la carencia de una planificación técnica detallada que se apoye en herramientas informáticas de simulación. Como medida correctiva, se propone el diseño y la puesta en marcha de un sistema de iluminación especializado utilizando el software DIALux evo; este estudio permitirá establecer con precisión la distribución, la capacidad y la tecnología de la luminaria que se requiere para acatar

rigurosamente con los estándares de iluminación propuestos por en el Decreto Ejecutivo 255 (DECRETO-255, 2024) y normas internacionales como como la norma UNE 12464-1 (UNE-12464-1, 2014) , garantizando un entorno de trabajo y eficiencia.

### **Estudio de Iluminación de las Áreas de Faenamiento.**

#### **Figura 13**

Imagen del sistema de iluminación actual del camal de faenamiento



*Nota. se muestra que el área tiene 2 lámparas de las cuales una no está en funcionamiento, Imagen obtenida por el investigador (2025).*

## **Objetivo y alcance**

evaluar la iluminación en las áreas de faenamiento para verificar el cumplimiento normativo, el confort visual y la seguridad operacional. Identificar brechas y proponer mejoras técnicas y organizativas, aplicar el método de la cuadrícula por áreas para medir la uniformidad y los niveles de luz (LUX).

## **Normativas y criterios de referencia**

- Norma Europea UNE-EN 12464-1 (dispone obligaciones para la iluminación ambiental en puestos de trabajo al interior, para garantizar el confort visual y el rendimiento), (UNE-12464-1, 2014).
- Norma Ecuatoriana de construcción sección 170 del código eléctrico (establece requisitos mínimos de seguridad para instalaciones de equipos de alumbrado, luminarias, portalámparas y lámparas). (NEC-SE-DS, 2024)
- Norma Ecuatoriana INEN 2969-1 (dispone obligaciones para la iluminación ambiental en interiores, principalmente en áreas laborales). (NTE-INEN-2969-1, 2015)
- Norma Europea UNE-EN 12464-2 (Esta normativa define los estándares lumínicos necesarios para entornos laborales exteriores, detallando los criterios técnicos de intensidad y uniformidad que se deben cumplir). (UNE-12464-2, 2016)

## **Seguridad e Higiene: una iluminación adecuada**

- Evita riesgos de corte atrapamiento al mejorar la visibilidad.
- Facilita una correcta inspección sanitaria, reduciendo la probabilidad de contaminación al permitir identificar materia extraña.
- Debe ser apta para lavado, como por ejemplo luminarias IP66-IP69K, con CRI  $\geq 85$  en inspección para distinguir colores de tejidos.

## Medidas complementarias e higiene

- Limpieza y mantenimiento programado de luminarias.
- Evitar deslumbramientos sombras duras en planos de trabajo; protección contra rotura para evitar contaminación.

## Niveles de Iluminación (valores objetivos por área)

**Tabla 13**

Nivel de iluminación de forma general en las diferentes áreas del camal

Área/Puesto	Punto de medición	Lux actual	Norma (lux mínimo)	Cumple (Sí/No)	Observaciones
Corrales	exterior	16,37	50	No	Nivel de iluminancia bajo/requiere rediseño correctivo
Noqueo	jaula	101,9	300-500	No	Nivel de iluminancia bajo/requiere rediseño correctivo
Desangrado	base desangrado	129,8	300-500	No	Nivel de iluminancia bajo/requiere rediseño correctivo
Descuerado	canal 1	144,7	300-500	No	Nivel de iluminancia bajo/requiere rediseño correctivo
Cuarteo 1	mesa 1	159,7	300-500	No	Nivel de iluminancia bajo/requiere rediseño correctivo
Oreo	área 1	215,4	300-500	No	Nivel de iluminancia bajo/requiere rediseño correctivo
Limpieza viseras	mesa1	62,7	300-500	No	Nivel de iluminancia bajo/requiere rediseño correctivo
Despacho	entregas	30,17	50	No	Nivel de iluminancia bajo/requiere rediseño correctivo
Planta de tratamiento	inspección	0	100	No	Nivel de iluminancia bajo/requiere rediseño correctivo
Planta de tratamiento	operación de equipos	0	100	No	Nivel de iluminancia bajo/requiere rediseño correctivo
Aparcamiento	aparcamiento 1	16,7	50	No	Nivel de iluminancia bajo/requiere rediseño correctivo

Nota: tabla realizada por el investigador en base en (UNE-12464-1, 2014)

Para identificar el estado actual del sistema de iluminación en el camal, se realizó una fase de diagnóstico técnico inicial. Los valores presentados en la **Tabla 13**, corresponden a este primer levantamiento de datos en sitio y se obtuvieron bajo el siguiente criterio.

**Medición técnica puntual.** Se utilizó un luxómetro (AOPUTTRIVER modelo AP-881D) digital calibrado para capturar los niveles de iluminación directamente en las áreas operativas. Estas mediciones se realizaron posicionando el equipo directamente sobre las superficies donde los operarios realizan sus tareas (zonas de inspección). La medición se tomó a una altura de 0,80 metros, simulando el plano de trabajo estándar.

**Estabilización de los valores.** Dado que las condiciones de luz en el camal no presentaban variaciones bruscas durante la jornada, se registraron niveles promedios en cada punto tras realizar varias tomas sucesivas. Esto permitió obtener una cifra representativa de la deficiencia lumínica en cada estación.

**Obtención del nivel promedio.** Con el fin de evitar errores por fluctuaciones momentáneas, el valor de "Lux actual" que aparece en la tabla no es una cifra aislada, sino el promedio de las lecturas tomadas en cada punto. Para ello, se aplicó la fórmula de la media aritmética

$$E_{prom} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (1)$$

Donde:

$E_{prom}$  es el número promedio final,  $E_i$  son las distintas lecturas capturadas por el luxómetro y  $n$  es el número total de tomas realizadas.

Los hallazgos confirman que la infraestructura lumínica existente manifiesta discrepancias sustanciales respecto a los estándares de la normativa UNE-EN 12464-1. Esta brecha técnica no solo vulnera el marco legal vigente, sino que repercute de forma negativa en la integridad física y el confort del talento humano. Ante este diagnóstico, resulta imperativo

ejecutar medidas de subsanación urgentes que reconfiguren el entorno visual en las estaciones operativas, asegurando así un ecosistema de trabajo productivo y seguro.

**Tabla 14**

Niveles de luminosidad para el Camal de faenamiento Calacalí

Área de faenamiento	Criterio técnico	Sustento normativo
Corrales	$\geq 30\text{lux}$ y $\leq 50\text{lux}$	UNE- EN 12464-2
Noqueo	$\geq 300\text{lux}$ y $\leq 500\text{lux}$	UNE- EN 12464-1
Desangrado	$\geq 300\text{lux}$ y $\leq 500\text{lux}$	UNE- EN 12464-1
Inspección post-mortem (cabeza, vísceras, canal)	$\geq 300\text{lux}$ y $\leq 500\text{lux}$ y sin sombras	INEN-2969-1
Descuerado	$\geq 300 \text{ lux}$ y $\leq 500\text{lux}$	UNE- EN 12464-1
Cuarteo	$\geq 300\text{lux}$ y $\leq 500\text{lux}$	UNE- EN 12464-1
Oreo	$\geq 300\text{lux}$ y $\leq 500\text{lux}$	UNE- EN 12464-1

*Nota. la tabla muestra los límites permisibles en las diferentes áreas del camal según la norma UNE 12464-1, tabla realizada por el investigador (2025).*

### Equilibrio general vs localizada

Mantener continuidad y homogeneidad del nivel de lux a lo largo de la línea de faenamiento para evitar adaptaciones visuales frecuentes (fatiga).

### Método Diseño de la Cuadrícula

Con el fin de ejecutar el relevamiento de información, se implementó el protocolo técnico de la **Normativa Europea UNE-EN 12464-1** relativa a los requisitos lumínicos en espacios interiores, la cual estipula la determinación de estaciones de muestreo en el eje centrobárico de cada superficie evaluada. De forma adicional, se integraron los criterios técnicos contenidos en los apartados A.2.3 y A.2.3.1 de la normativa mexicana (NOM-025-STPS., 2008) para una sistematización del diagnóstico. Se comienza con el cálculo del espacio

del local por cada área funcional, utilizando las métricas arquitectónicas de las estaciones laborales y ejecutando el algoritmo matemático normado para definir la densidad exacta de los nodos de medición necesarios. La expresión utilizada para dicho cálculo se describe a continuación.

$$IC = \frac{(x)*(y)}{h(x+y)} \quad (2)$$

Donde.

IC= índice de área

x; y= (largo; ancho), área en m.

h= es la altitud del área en m.

**Tabla 15**

Vinculación del índice de área con la cantidad de puntos evaluados

Indice de área	A) Número mínimo de zonas a evaluar	B) Número de zonas a considerar por la limitación
IC < 1	4	6
1 ≤ IC < 2	9	12
2 ≤ IC < 3	16	20
3 ≤ IC	25	30

Nota. Se observa el mínimo de zonas a evaluar; tabla de la norma UNE 12464-1, conseguida por el investigador (2025).

Con el valor resultante, se acude a la columna A y B de la **Tabla 15**, primero, definimos en cuántas secciones vamos a repartir el espacio de revisión; luego, elegimos dónde medir, ya sea justo en el medio de cada cuadro o directamente donde cada compañero hace su labor, según lo que necesitemos analizar en ese momento.

Tras determinar la densidad mínima de cuadrantes para el diagnóstico, y ante la eventual coincidencia geométrica de las estaciones de muestreo con la ubicación de las fuentes

lumínicas, se requiere efectuar una reestructuración de la retícula de análisis fundamentada en los criterios técnicos de la columna B de la **Tabla 15**.

Se desarrolla un modelo de cálculo para el índice de área de zonas contiguas como noqueo, desangrado, descuerado, cuarteo y oreo; seguidamente, en la **Tabla 16** se observa los datos de regularidad obtenidos por cada área del centro de faenamiento.

$$IC = \frac{(16.24*9.9)}{5.60(16.24+9.9)} = 1.09 \quad (3)$$

### Planilla de registro

**Tabla 16**

Resultados del cálculo IC y número de zonas

Área/Puesto	Largo en (m)	Ancho en (m)	Altura en (m)	(IC)	Número de zonas a evaluar
Noqueo, Desangrado, Descuerado, Cuarteo y Oreo	16,24	9,9	5,6	<b>1,09</b>	<b>9</b>
Limpieza de vísceras	14,06	5,74	5,60	<b>0,72</b>	<b>4</b>
Reposo de cueros 1	2,46	2,21	5,60	<b>0,42</b>	<b>4</b>
Reposo de cueros 2	4,72	2	5,60	<b>0,25</b>	<b>4</b>
Cuarto de máquinas 1	4,27	4,10	5,60	<b>0,37</b>	<b>4</b>
Cuarto de máquinas 2	4,27	2	5,60	<b>0,25</b>	<b>4</b>
Servicios higiénicos	6,3	4,75	5,60	<b>0,48</b>	<b>4</b>
Área de descanso	3,86	2,16	5,60	<b>0,24</b>	<b>4</b>

*Nota: las áreas del camal actualmente no cumplen los límites permisibles para un adecuado funcionamiento, tabla realizada por el investigador (2025).*

Tras la aplicación del método de la cuadrícula para estructurar las evaluaciones en planta, se constató que la configuración de las estaciones de muestreo carece de homogeneidad espacial, y que corresponde proporcionalmente a la complejidad geométrica de cada área. Los resultados revelan que mientras la zona crítica y extensa como es la de noqueo, sangrado, descuerado, cuarteo y oreo requieren una división de 9 sectores para capturar datos fiables, las

áreas de dimensiones reducidas como el resto de las áreas se cubren eficazmente con una cuadrícula mínima de 4 puntos de medición. Esta planificación basada en el índice de áreas asegura que ningún rincón quede afuera del análisis técnico, garantizando que los datos recolectados sean un reflejo correcto y representativo de las condiciones reales de cada puesto de trabajo.

**Tabla 17**

Valores en lux de las zonas evaluadas

Área/zona	Número áreas a evaluar	Estaciones de Medición	Nivel Iluminación (Actual en lux)	Nivel de iluminación recomendada por la UNE 12464-1
Noqueo, Desangrado, Descuerado, Cuarteo y Oreo	<b>9</b>	1	91,1	500
		2	116	500
		3	140	500
		4	129	500
		5	167	500
		6	72	500
		7	88	500
		8	93	500
		9	109	500
Limpieza de Vísceras	<b>4</b>	1	26	500
		2	95	500
		3	115	500
		4	39	500
Reposo de cueros 1	<b>4</b>	1	129	200
		2	135	200
		3	379	200
		4	361	200
Reposo de cueros 2	<b>4</b>	1	49	200
		2	27	200
		3	97	200
		4	60	200
Cuarto de máquinas 1	<b>4</b>	1	77	500
		2	129	500
		3	116	500
		4	96	500
	<b>4</b>	1	57	500

Cuarto de máquinas 2		2	67	500
		3	80	500
		4	61	500
Servicios higiénicos	<b>4</b>	1	43	200
		2	248	200
		3	102	200
		4	38	200
Área de descanso	<b>4</b>	1	Sin iluminación	200
		2	Sin iluminación	200
		3	Sin iluminación	200
		4	Sin iluminación	200

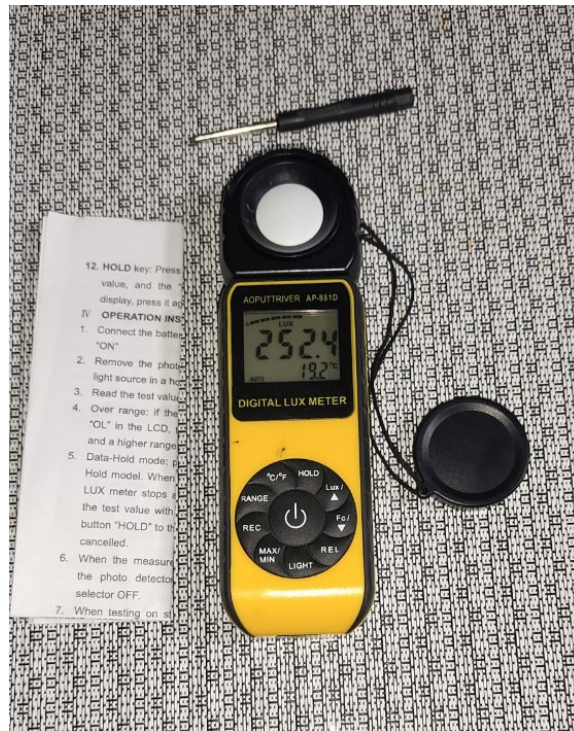
*Nota: la matriz de datos exhibe las intensidades lumínicas registradas en cada sección operativa analizada dentro del camal, tabla elaborada por el investigador (2025)*

### **Instrumentos y condiciones**

Con el propósito de cuantificar las intensidades lumínicas en las estaciones de monitoreo definidas, se aplicaron estrictamente los protocolos técnicos descritos en el literal A.2.4 de los estándares oficiales de la (NOM-025-STPS., 2008) Durante este procedimiento, el luxómetro se colocó a una altura de 0,80 metros respecto al suelo, dimensión que representa el estándar promedio de las superficies de trabajo, y se orientó directamente hacia los focos de emisión de luz. El levantamiento de información se ejecutó mediante un luxómetro que cuenta con certificación de calibración para asegurar una correcta medición. El equipo utilizado es un AOPUTTRIVER modelo AP-881D, el cual presenta márgenes de error de fábrica segmentados de la siguiente forma:  $\pm 4$  en rangos inferiores a 10,000 Lux,  $\pm 5$  para intensidades superiores a 10,000 Lux y  $\pm 8$  al alcanzar los 200,000 Lux

**Figura 14**

Luxómetro AOPUTTRIVER modelo AP-881D



*Nota: luxómetro de propiedad del investigador, imagen obtenida por el investigador (2025).*

Dentro del marco analítico, se ejecutó la valoración de la reflectancia en las distintas estaciones laborales, aplicando los criterios técnicos estipulados en el apartado B.2.1 de los estándares oficiales de la (NOM-025-STPS., 2008), Este estándar dicta un procedimiento basado en la comparación de dos lecturas lumínicas sobre la misma superficie de trabajo: la primera medición se efectúa situando el luxómetro a una distancia de 10 cm frente a la superficie para captar la luz reflejada, mientras que la segunda se realiza orientando el sensor directamente hacia la fuente de iluminación para registrar la incidencia total. Con los valores que se obtienen se emplea la siguiente ecuación:

$$K_f = \frac{E_1}{E_2} (100) \quad (4)$$

Donde:

$E_1$ : nivel de reflectividad en la superficie operativa o paredes, en luxes

$E_2$ : es el nivel de lux sobre la superficie operativa

El resultante se compara con los niveles de reflexión de la **Tabla 18** a fin de verificar si la intensidad del deslumbramiento se encuentra en los parámetros recomendados por la norma o caso contrario resultan excesivos. De acuerdo con los lineamientos de la NOM-025-STPS-2008, se determina la existencia de deslumbramiento en las estaciones operativas cuando los coeficientes de reflectancia exceden los límites permisibles establecidos. Esta condición de fatiga visual ocurre si el factor de reflexión  $K_f$  es mayor al nivel máximo permisible.

**Tabla 18**

Niveles de reflexión

Concepto	Niveles Máximos Permisibles de Reflexión, $K_f$
Paredes	60%
Plano de trabajo	50%

*Nota: matriz de coeficientes máximos de reflectancia permitidos; representación técnica obtenida por el investigador (2025)*

El análisis técnico de las superficies muestra que los niveles de reflexión son insuficientes respecto a lo establecido en la norma NOM-025-STPS-2008. Es fundamental señalar que este incumplimiento es una consecuencia directa del déficit de iluminación generalizado en la planta, dado que los niveles de luxes actuales son extremadamente bajos, el flujo luminoso que llega a las superficies es insuficiente para generar una reflexión adecuada. Este hallazgo evidencia que el sistema de iluminación actual no solo falla en la emisión directa, sino que anula la capacidad de las superficies para contribuir a la claridad del entorno laboral, ver *Anexo 29*.

## Resultados y análisis

Tras concluir la fase de inspección, se estableció el estado actual de la iluminación en la entidad. El camal está compuesto por varias áreas operativas que suman un total de 37 puntos

de control; en cada uno de estos sitios, se constató que las intensidades lumínicas medidas son inferiores a los límites normativos requeridos para las operaciones específicas de la planta. Cabe precisar que el área de corrales fue omitida del diagnóstico exhaustivo, debido a que el plan de intervención focaliza sus esfuerzos en las naves de proceso, donde se identifica una densidad crítica de factores de riesgo para el capital humano.

Cabe puntualizar que ninguna sección sobrepasa los umbrales máximos permitidos, condición que se clarifica mediante la lectura de la **Tabla 19**; por último, se determinaron anomalías técnicas en todos sitios de muestreo examinados.

**Tabla 19**

Zonas de incumplimiento lumínico

Faenamiento/Manipulación de productos/cuarteo		Baños/ área descanso		Reposo de cueros		Cuartos de maquinas	
<300 lux	>500lux	<300 lux	>500lux	<300 lux	>500lux	<300 lux	>500lux
<b>13</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>

*Nota: la matriz detalla la categorización de los cuadrantes con iluminación insuficiente; esta representación fue elaborada por el autor (2025)*

Las métricas recolectadas demuestran que el 100% de los 37 puntos evaluados, excluyendo el área de corrales, operan con una iluminancia por debajo de los umbrales mínimos requeridos para entornos industriales. Este diagnóstico ratifica el incumplimiento integral de los estándares normativos en todas las secciones, esto se convierte en un peligro constante que afecta el bienestar diario de los trabajadores mientras cumplen con sus labores.

Asimismo, los datos ratifican que ninguna de las secciones estudiadas respeta los márgenes de luz aceptables, quedando todos los espacios por fuera de lo que dictan las normas de seguridad.

De acuerdo con la investigación de Sánchez (SÁNCHEZ, 2023) se establece que cualquier desviación en los niveles óptimos de iluminación ya sea por defecto o por exceso repercute negativamente en el bienestar físico del personal. El autor comprobó que la falta de luz adecuada suele manifestarse en los trabajadores a través de fatiga visual, sensación de párpados pesados e irritación ocular. Por el contrario, en entornos con una intensidad lumínica desmedida, el deslumbramiento provocado en el área de trabajo tiende a causar visión borrosa y picazón, afectando directamente la comodidad y salud visual del colaborador.

## **Estudio del ruido del área de faenamiento**

### **Objetivo y alcance:**

Realizar el levantamiento y análisis de los decibelios (dB) a los que se encuentran expuestos los operarios en las distintas estaciones de la zona de faenamiento (noqueo, desangrado, descuerado, cuarteo, limpieza de vísceras y oreo) y compararlos con los valores de acción y límites según Decreto ejecutivo 255 (DECRETO-255, 2024). El ruido se clasifica en la matriz de riesgos como **Riesgo Importante**, debe tratarse con controles de ingeniería como uso de EPP, dosimetría periódica y gestión de la exposición para asegurar  $\leq 85\text{dB(A)}$  conforme a límites permisibles de las normativas vigentes.

### **Normativas y criterios de referencia:**

- Anexo 3, “Norma Técnica en Seguridad e Higiene del Trabajo” (DECRETO-255, 2024)
- “Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los centros de trabajo” (Decreto-Supremo, 2019)

### **Origen de los datos**

El relevamiento de información se ejecutó mediante registros capturados con un sonómetro posicionado en las estaciones operativas del centro de faenamiento; para la

cuantificación de las presiones sonoras, se empleó un equipo especializado para captar con exactitud la intensidad del ruido modelo SLM-25 clase 2 con calibración de fábrica, el cual se puede observar en el *Anexo 28*.

**Figura 15**

Sonómetro SLM-25



*Nota: equipo con el que se realizó las mediciones de ruido, imagen tomada por el investigador (2025)*

### **Método de estudio: Descriptivo**

Este marco metodológico optimiza la decodificación y el análisis de las magnitudes acústicas registradas, permitiendo la estructuración de programas de intervención técnica y administrativa. Dichas acciones se orientan a robustecer el control del riesgo mediante el tratamiento en la fuente emisora, el bloqueo en la vía de transmisión o el acondicionamiento

del área de trabajo, con el objetivo principal de reducir la cantidad de ruido a la que se expone el personal.

## **Resultados y análisis**

### **Metodología para la evaluación de niveles sonoros**

Antes de presentar los resultados obtenidos en la **Tabla 20**, se detalla el procedimiento técnico seguido para garantizar que las mediciones reflejen la exposición real al ruido de los trabajadores.

"De acuerdo con los lineamientos de la **NTE INEN 2392**, se determinó realizar **tres mediciones de ruido** de 10 minutos cada una en las áreas críticas del camal. Este número de muestras se seleccionó considerando que el ruido en el proceso de faenamiento es de carácter fluctuante, por lo que se requería capturar la variabilidad de la intensidad sonora en los momentos de mayor actividad operativa para obtener un LAeq representativo de la jornada."

**Selección de la jornada y horario crítico.** Las mediciones se concentraron en la jornada laboral nocturna, específicamente entre las 12:00 a.m. y las 4:00 a.m. Se seleccionó este intervalo por ser el periodo de mayor actividad operativa y movimiento de maquinaria, lo cual representa el escenario de mayor riesgo sonoro para el personal dentro de su horario total de trabajo (12:00 a.m. a 6:00 a.m.)

**Frecuencia y puntos de muestreo.** En cada una de las áreas identificadas, se realizaron tres mediciones consecutivas a lo largo de la jornada. Para asegurar la estabilidad de los datos, se aplicó un rango de 10 minutos de medición efectiva por área en cada toma, utilizando un sonómetro debidamente calibrado y posicionado a la altura del oído de los operarios expuestos.

**Cálculo del promedio ponderado.** Los valores de la **Tabla 21**, muestran el promedio logarítmico de las tres tomas realizadas. Este método permite obtener un nivel de presión sonora

representativo de la jornada, contrastándolo finalmente con el tiempo de exposición y el número de personas presentes en cada puesto para determinar el cumplimiento normativo

**Tabla 20**

Tabla de medición en (dB) por áreas

Área medición	Hora/Medición en dB		Hora/Medición en dB		Hora/Medición en dB		Prom. ruido en dB	Pers. expt o	Cumple
	1ra medición	dB	2da medición	dB	3ra medición	dB			
<b>Corrales</b>	12:00am	40,3	1:30am	41	3:00am	55	45,43	2	Si
<b>Noqueo</b>	12:10 a. m.	84,9	1:40am	85	3:10am	84	84,63	1	Si
<b>Desangrado</b>	12:20am	84,9	1:50am	85	3:20am	84,6	84,83	3	Si
<b>Descuerado</b>	12:30am	83,5	2:00am	84	3:30am	83,9	83,80	1	Si
<b>Cuarteo de canales</b>	12:40am	83	2:10am	84	3:40am	83,7	83,57	3	Si
<b>Limpieza de vísceras</b>	12:50am	64	2:20am	65	3:50am	65	64,67	4	Si
<b>Oreo</b>	1:00am	70	2:30am	71	4:00am	70,5	70,50	2	Si

Nota: tabla en la que se muestra las diferentes mediciones en (dB) en las áreas del camal

*Calacalí, imagen tomada por el investigador (2025)*

Evaluación de resultados. Pese a que la totalidad de los departamentos registra presiones sonoras inferiores a los umbrales reglamentarios, en las naves de proceso resulta imperativo ejecutar programas de formación en salud acústica y establecer un protocolo de vigilancia continua para las magnitudes de ruido.

**Tabla 21**

Lectura visual del grafico (LAeq)

Área	LAeq observado	Comparación vs 85 dB (A)	Comentario técnico
Noqueo	84.84	En el limite	Realizar controles de ingeniería y protectores obligatorios
Desangrado	84.83	En el limite	Mismo criterio que en noqueo
Descuerado	83.8	Ligeramente por debajo	Muy cercano al valor de acción superior; priorizar controles
Cuarteo	83.57	Ligeramente por debajo	Similar a descuerado; requiere vigilancia y reducción
Limpieza de vísceras	64.67	Muy por debajo	Mantener control y seguimiento periódico
Oreo	70.5	Por debajo	Control rutinario; atención si hay picos o ruido variable

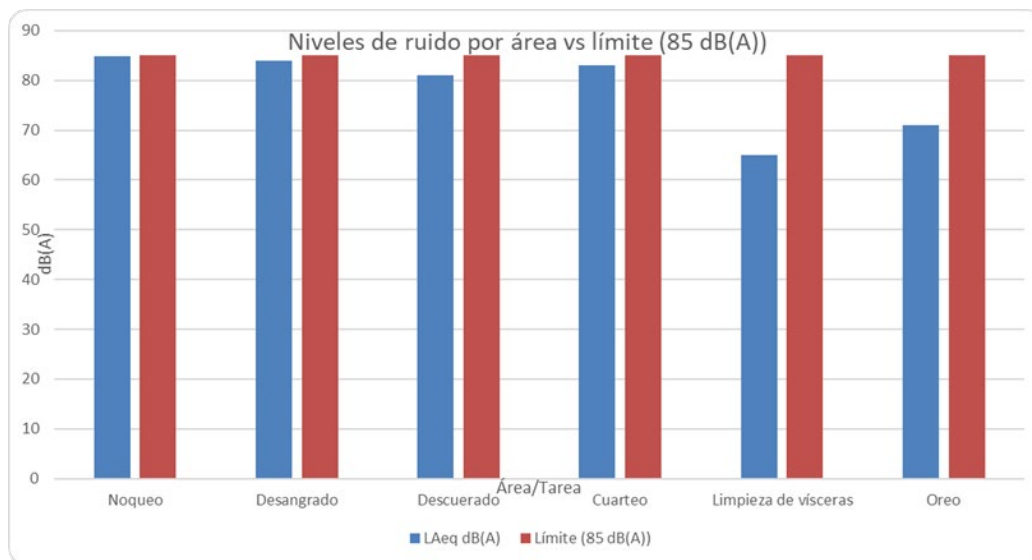
Nota: la matriz técnica detalla las magnitudes de presión sonora continua equivalente con ponderación A; representación elaborada por el autor (2025)

Para la obtención del LAeq representativo de cada área de la **Tabla 21**, se realizaron tres muestreos durante el periodo de máxima actividad ver **Tabla 20**. El valor final reportado corresponde al promedio aritmético de los niveles equivalentes parciales, dado que la variabilidad detectada entre las tomas fue mínima (menor a 3 dB), permitiendo una caracterización estable de la exposición sonora en el puesto de trabajo

La **Figura 16**, presenta una comparativa visual entre los niveles de presión sonora equivalentes (LAeq) registrados en cada área de faenamiento y el límite máximo permisible de 85 dB(A), según lo estipulado en la normativa de seguridad y salud ocupacional vigente para jornadas de 8 horas.

**Figura 16**

Niveles de ruido por área vs. límite (85dB(A))



Nota: tabla en la que se observa el eje X áreas de faenamiento y el eje Y el nivel equivalente, representación elaborada por el investigador (2025)

### Analisis por área y acciones sugeridas

**Noqueo y Desangrado (84.84 dB(A)) = Riesgo Importante**

Acciones inmediatas (obligatorias a 85 dB(A)). Protectores auditivos de forma obligatoria y programas de conservación auditiva (capacitación, audiometrías, control de uso). Controles de ingeniería. Mantenimiento preventivo de equipos hidráulicos/eléctricos. Organizativos, Rotación o pausas en los tramos de mayor ruido detectado.

**Descuerado y Cuarteo (83.8 dB(A)) = Riesgo Moderado**

Riesgo de superar 85 dB(A) ante variaciones de procesos.

Acciones. Alineación de sierras, tensión de correas lubricación de cadenas. Señalización de zonas ruidosas y protectores recomendados.

**Limpieza de vísceras (64.67 dB) y Oreo (70.5 dB) Riesgo Trivial**

Mantener practicas actuales, registros y verificación periódica de posibles picos de aumento en dB.

En un estudio de ruido, la incertidumbre total depende de tres factores principales:

1. El equipo (u1): La precisión del sonómetro (si es Clase 2, suele ser de +/- 1,5 dB).
2. El calibrador (u2): El error del aparato con el que calibraste el sonómetro antes de medir (aprox. +/- 0,3 dB).
3. La variabilidad de tus datos (u3): Qué tanto variaron tus 3 mediciones entre sí fue de < 1 dB como desviación estándar.

### Resumen general del diagnóstico

Para resumir la problemática en base a las herramientas metodológicas utilizadas se presenta la **Tabla 22**

**Tabla 22**

Resumen del estudio de iluminación y ruido en el centro de faenamiento de Calacalí

<b>Estudio de iluminación</b>	<b>Requiere Intervención</b>	<b>Estudio de ruido</b>	<b>Requiere Intervención</b>
37 puntos evaluados que están por debajo de los límites permisibles	Si con medidas correctivas	6 áreas evaluadas que están casi en el límite de 85 dB "A"	Si con medidas preventivas

Nota. Luego de la aplicación de todas la herramientas y metodologías aplicadas se determina que se debe incurrir en el establecimiento de medidas preventivas para el factor de riesgo ruido y medidas correctivas para iluminación. Elaborado por el investigador, 2025.

## Área de estudio

**Tabla 23**

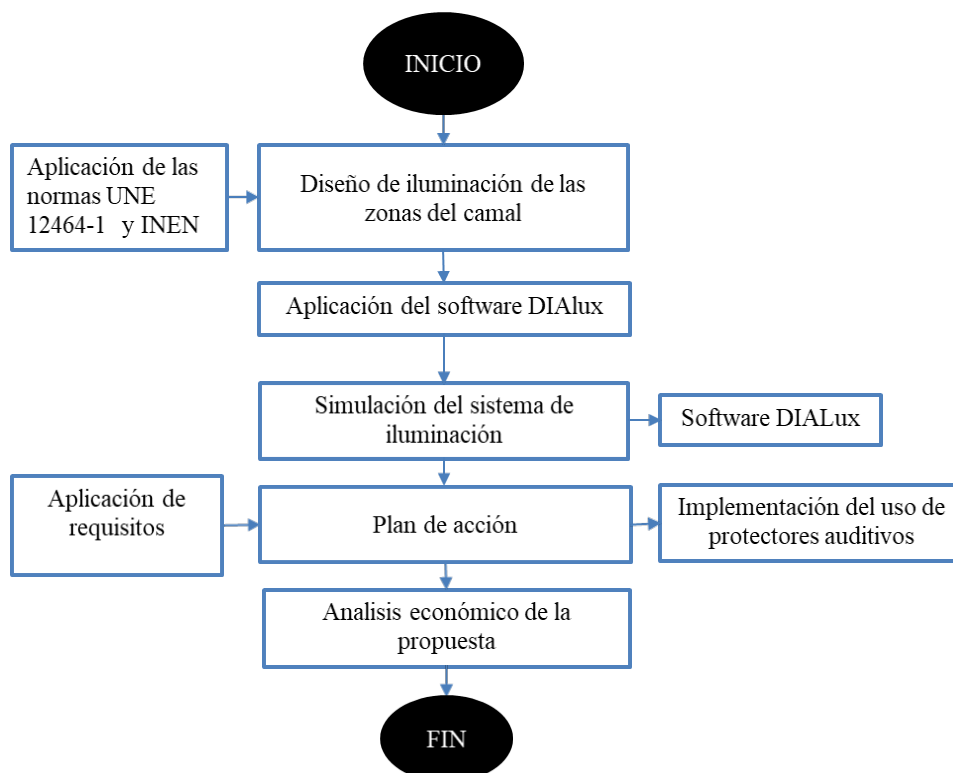
Área de estudio

<b>Dominio</b>	<b>Tecnología y sociedad</b>
<b>Línea de investigación</b>	Seguridad, salud laboral y Ambiente
<b>Campo</b>	Ingeniería Industrial
<b>Área</b>	Instalaciones industriales
<b>Aspecto</b>	Rediseño de iluminación y medidas de control para ruido
<b>Objetivo de estudio</b>	Mejora del riesgo físico de luminancia y ruido, en las estaciones laborales del centro de faenamiento de bovinos
<b>Periodo de análisis</b>	Octubre 2025 – marzo 2026

## Modelo operativo

**Figura 17**

Esquema funcional de la propuesta



## **Desarrollo del modelo operativo**

Para alcanzar las metas establecidas, se empleará como relación el esquema expuesto en la, misma que servirá de soporte principal para orientar la ejecución de todas las tareas y tácticas de gestión programadas.

## **Diseño de iluminación de las zonas del camal**

En esta fase, se plantea proyectar una nueva configuración lumínica fundamentada en los estándares de la norma UNE 12464-1, buscando así ofrecer una solución que garantice la comodidad visual de quienes laboran allí y prevenga incidentes causados por una visibilidad deficiente.

## **Aplicación del software DIALux**

La meta fundamental al usar DIALux es recrear fielmente los diversos espacios laborales del centro de faenamiento para contrastarlos con los niveles legales, detectando así los puntos más problemáticos y planteando mejoras eficientes.

## **Simulación del sistema de iluminación**

Para llevar adelante el estudio detallado sobre cómo se distribuye la luz, se empleó el software DIALux, herramienta que facilita la recreación digital de las instalaciones de la empresa para evaluar sus niveles lumínicos actuales. Este entorno virtual permite experimentar con diversas alternativas de luminarias y configuraciones, asegurando que la selección final de las lámparas garantice el cumplimiento estricto de los estándares de confort visual establecidos en la normativa (UNE-12464-1, 2014)

## **Implementación del uso de protectores auditivos**

dotación de protectores auditivos certificados tipo orejeras o tapones

## **Analisis económico de la propuesta**

Para llevar a cabo el análisis financiero del proyecto, se realizó un presupuesto detallado que contempla la inversión necesaria en tecnología lumínica, el volumen de materiales requeridos y el análisis comparativo de proveedores. Este proceso permitió identificar las opciones más favorables para la organización, garantizando un equilibrio óptimo entre la eficiencia económica y la durabilidad de los componentes seleccionados.

## **Capítulo III**

### **Propuesta y Resultados Esperados**

#### **Presentación de la propuesta**

Tras concluir la etapa de diagnóstico, se identificaron los factores críticos que originaron las deficiencias detectadas en la planta. Basándose en este hallazgo, se estructuró una propuesta de optimización diseñada específicamente para corregir dichas irregularidades y transformar las condiciones actuales en un entorno de trabajo eficiente y seguro.

Este proyecto técnico se centra en la reducción de los agentes ambientales físicos detectados en el camal de faenamiento de Calacalí, priorizando la corrección de la iluminación precaria y la gestión de los niveles de presión sonora. El objetivo es ajustar estas variables a los parámetros de protección exigidos por la normativa (UNE-12464-1, 2014) para espacios de trabajo interiores y cumplir con los estándares de higiene y seguridad estipulados en el (ANEXO-3, 2024) para ruido.

#### **Diseño de iluminación de las zonas del camal**

#### **Modelado y simulación del sistema de iluminación**

Con el software DIALux Evo, se procede a realizar diseño de iluminación en cada zona de la planta de faenamiento del Calacalí, con un enfoque general en todas las zonas del camal ya que, la iluminación no alcanza los estándares sugeridos en la Norma UNE 12646-1

#### **Adecuación zonas de iluminación en el camal de Calacalí**

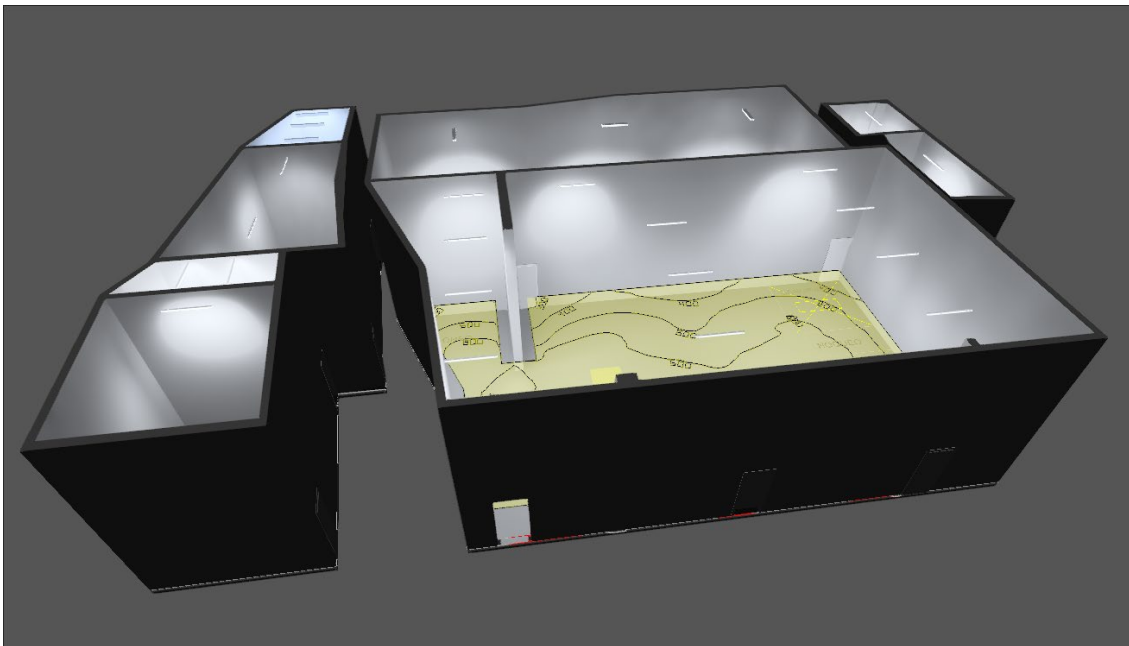
Tras las inspecciones realizadas en el camal, se constató que ninguna de sus áreas alcanza los estándares lumínicos mínimos exigidos por la normativa (UNE-12464-1, 2014) para centros de faenamiento. Ante este déficit, se llevó a cabo un rediseño técnico de iluminación ajustado a los requerimientos puntuales de cada estación laboral, empleando la herramienta de

modelado DIALux, la cual se configuro con una altura de montaje de luminarias de 5,60 metros. Respecto a la reflectancia de las superficies, los valores iniciales (estado actual) se detallan en el *Anexo 29*, mientras que los nuevos niveles proyectados tras la readecuación se integraron directamente en el software.

Los resultados de la simulación indican que, aunque la reflectividad final es superior a los niveles previos, el diseño garantiza el confort visual del personal. Esto se confirma mediante el Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR), el cual se mantiene en valores menores a 25, cumpliendo estrictamente con los parámetros de seguridad establecidos en la norma NTE INEN 2693-1 para actividades industriales.

### **Figura 18**

Modelado y simulación general de las áreas del camal Calacalí



*Nota: modelado de las áreas de faenamiento y servicios higiénicos del camal, simulación realizada por el autor (2025)*

Ninguna sección dentro del camal de Calacalí llega a los umbrales lumínicos básicos; por ello, para realizar las mejoras necesarias, se emplea un modelo digital de los distintos espacios, probando diversas luminarias LED que se ajusten a las particularidades de cada sitio.

los modelos de luminarias empleados en el diseño digital para normalizar la claridad en las áreas del centro de beneficio se especifican en la **Tabla 24**

**Tabla 24**

Lista de lámparas utilizadas en las áreas del camal

Área	Cantidad	Lámpara	Tensión nominal	Potencia nominal	Potencia activa (kW)	Potencia activa x tiempo de trabajo (kW/6h)	Flujo luminoso
<b>Room 1 Limpieza de Vísceras</b>	3	LATAM- LOWBAY 200W-5000K- 27000Lm	120- 277V	200W	0,2	1,2	27000lm
<b>Room 2 Noqueo, Desangrado, Descuerado, Cuarteo y Oreo</b>	12	LINEAR ULTRALED PERFORMAN CE BI ASYM 75W-5000K- 1200lm	120- 277V	75W	0,075	0,45	12000lm
<b>Room 3 Cuarto de máquinas 2</b>	2	LINEAR ULTRALED PERFORMAN CE BI ASYM 75W-5000K- 1200lm	120- 277V	75W	0,075	0,45	12000lm
<b>Room 4 Cuarto de máquinas 1</b>	2	LINEAR ULTRALED PERFORMAN CE BI ASYM 75W-5000K- 1200lm	120- 277V	75W	0,075	0,45	12000lm
<b>Room 5 Servicios higiénicos</b>	2	LATAM- LINEAR ULTRALED PERFORMAN CE ASYM DE 55W-5000K- 8800lm	120- 277V	55W	0,055	0,33	8800lm

<b>Room 6</b> <b>Área</b> <b>descanso</b>	3	LATAM DE 29W-6500K- 4350lm	100- 277V	29W	0,029	0,174	4350lm
<b>Room 7</b> <b>Reposo de</b> <b>cueros 1</b>	1	LINEAR ULTRALED PERFORMAN CE BI ASYM 75W-5000K- 1200lm	120- 277V	75W	0,075	0,45	12000l m
<b>Room 8</b> <b>Reposo de</b> <b>cueros 2</b>	1	LINEAR ULTRALED PERFORMAN CE BI ASYM 75W-5000K- 1200lm	120- 277V	75W	0,075	0,45	12000l m

Nota: luminarias empleadas para normalizar los rangos lumínicos del camal, adicional se calcula (kW y kW/h por el tiempo de trabajo promedio), tabla realizada por el investigador (2025)

La distribución de la luminaria se realiza mediante el cálculo basado en la siguiente formula.

$$\Phi_t = \frac{E_m \times A}{F_u \times F_m} \quad (5)$$

**Donde:**

$E_m$  = Lux de la tabla NTE INEN 2969-1

$A$  = Área en metros cuadrados

$F_u$  = tasa de utilización

$F_m$  = Factor de mantenimiento

$\Phi_t$  = Potencia luminosa total

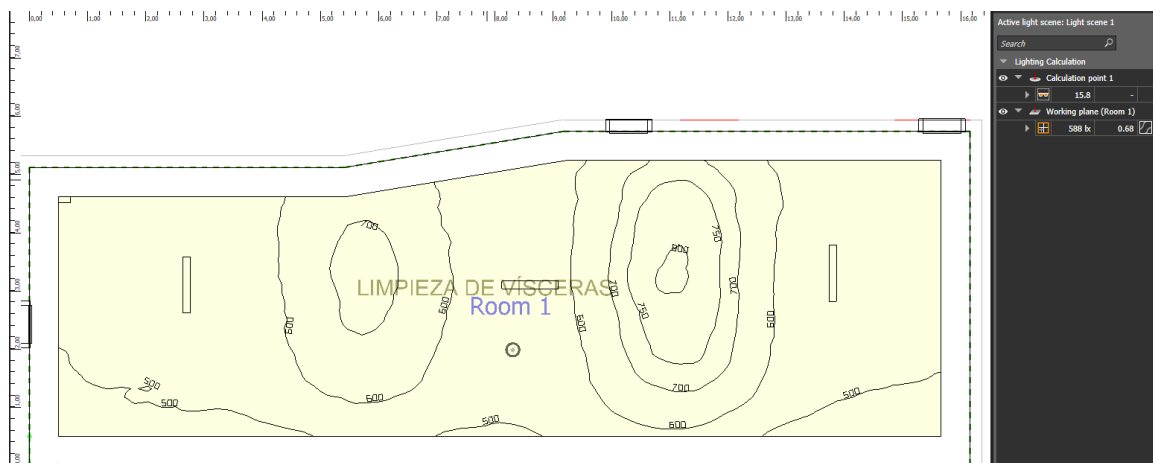
**Calculo para No. de lámparas a utilizar**

$$N = \frac{\text{Potencia luminosa total}}{\text{Lumenes por lampara}}$$

El cálculo está basado en los factores recomendados en la Norma técnica ecuatoriana (NTE-INEN-2969-1, 2015), ver **Anexo 3**. Se llevó a cabo el ajuste de la intensidad lumínica requerida para cada espacio laboral, los resultados alcanzados son detallados por cada área del camal en el **Anexo 4**, el área de limpieza de vísceras es la primera zona en la que se realizó la adecuación lumínica, con los cálculos apropiados se procedió a verificar la cantidad correcta de lámparas led por cada área para la readecuación del sistema de iluminación del camal para que cumpla con lo recomendado por la norma.

### Figura 19

#### Simulación área de limpieza de vísceras



*Nota: en la figura 21 se aprecia la adecuación de los niveles de iluminación para el área de limpieza de vísceras sugeridos por la (UNE-12464-1, 2014), simulación realizada por el investigador (2025)*

Se realiza la adecuación correspondiente al área de limpieza de vísceras ubicada en el camal de Calacalí, como resultado se obtuvo un promedio de 588lx, y un nivel de deslumbramiento (URGL) de 15.8, los cuales cumplen con lo recomendado por la norma (NTE-INEN-2969-1, 2015), se puede observar que se utilizó 3 luminarias de 200w con 27000lm, se realiza los cálculos respectivos para la selección de la cantidad de luminarias a utilizar.

$$\frac{\text{Lux} * \text{metros cuadrados}}{\text{Fu} * \text{Fm}}$$

$$\frac{500\text{lx} * 80.70\text{m}^2}{0.60 * 0.80} = 84062.5 \text{ lumenes}$$

$$\frac{84062.5}{27000} = 3.11 = \mathbf{3 \text{ luminarias}} \quad (6)$$

De la misma manera, se efectuó la adecuación lumínica en las zonas de reposo de cueros, descanso y servicios sanitarios, tomando como base técnica los 200 lux que prescribe la normativa (NTE-INEN-2969-1, 2015), ver *Anexo 5*. Es importante destacar que estos espacios ahora cumplen con los estándares de confort visual, manteniendo el índice de deslumbramiento por debajo del límite permitido (URGL <25). Este resultado se alcanzó gracias a una redistribución estratégica de los puntos de luz y a la selección de tecnología LED diseñada específicamente para mitigar el brillo excesivo, logrando así un equilibrio entre la intensidad de la iluminación y la comodidad del personal.

**Tabla 25**

Comparativa de medición entre los niveles de luminancia actuales y propuestos

Área	Punto de Medición	Nivel de luminancia recomendada por la UNE 12464-1	Nivel Iluminación (Actual en lux)	Nivel Iluminación (Propuesta en lux)	Observación cumplimiento
Noqueo, Desangrado, Descuerado, Cuarteo y Oreo	1	500	91,1	500	Si cumple
	2	500	116	600	Si cumple
	3	500	140	600	Si cumple
	4	500	129	600	Si cumple
	5	500	167	600	Si cumple
	6	500	72	600	Si cumple
	7	500	88	500	Si cumple
	8	500	93	500	Si cumple
	9	500	109	500	Si cumple
Limpieza de Vísceras	1	500	26	500	Si cumple
	2	500	95	600	Si cumple
	3	500	115	600	Si cumple
	4	500	39	500	Si cumple

Reposo de cueros 1	1	200	129	240	Si cumple
	2	200	135	275	Si cumple
	3	200	379	280	Si cumple
	4	200	361	250	Si cumple
Reposo de cueros 2	1	200	49	210	Si cumple
	2	200	27	200	Si cumple
	3	200	97	230	Si cumple
	4	200	60	210	Si cumple
Cuarto de máquinas 1	1	200	77	375	Si cumple
	2	200	129	350	Si cumple
	3	200	116	400	Si cumple
	4	200	96	400	Si cumple
Cuarto de máquinas 2	1	200	57	530	Si cumple
	2	200	67	525	Si cumple
	3	200	80	530	Si cumple
	4	200	61	525	Si cumple
Servicios higiénicos	1	200	43	325	Si cumple
	2	200	248	250	Si cumple
	3	200	102	275	Si cumple
	4	200	38	250	Si cumple
Área de descanso	1	200	Sin iluminación	210	Si cumple
	2	200	Sin iluminación	200	Si cumple
	3	200	Sin iluminación	210	Si cumple
	4	200	Sin iluminación	210	Si cumple

Nota: se observa la propuesta dada por área del camal de faenamiento para cumplir con los límites normativos, tabla realizada por el investigador (2025)

### Selección del calibre del conductor

Para proceder con la selección del cálculo del calibre correcto de cable conductor que se va a utilizar en el rediseño lumínico se utiliza la siguiente fórmula. (Datos facilitados por el Proveedor Electroleg).

### Cálculo de Corriente (I)

$$I = \frac{P}{V} \quad (7)$$

Donde:

P = potencia total (W)

V = voltaje

### Verificación de caída de tensión

$$S = \frac{2 \times L \times I}{56 \times \Delta V} \quad (8)$$

Donde:

S = sección en mm<sup>2</sup>

2 = Corriente ida y retorno

L = distancia en metros (solo ida)

56 = constante de cobre

$\Delta V$  = caída permitida en volts

### Ejemplo para la selección de 18 luminarias LED de 75W

Corriente

$$I = \frac{1350W}{220V} = 6.13A$$

Caída permitida

$$3\% \text{ de } 220V = 6.6V$$

Sección

$$S = \frac{2 \times 200 \times 6.13}{56 \times 6.6} = 6.63mm^2$$

Lo que equivale a un cable conductor 3x10AWG, mismo que es idóneo para instalación de la nueva red de iluminación.

## **Medidas preventivas para ruido**

### **En la fuente**

**Mantenimiento preventivo periódico;** En vista que solo se cuenta con la máquina de aturdimiento y la sierra de cuarteo como herramientas mecánicas, la acción fundamental consiste en garantizar que las sierras mantengan un buen filo y que la maquinaria esté debidamente lubricada, un disco desafilado aumenta la fricción y, por ende, el nivel de ruido.

Verificación de ajustes; revisar periódicamente los anclajes de la sierra de cuarteo para prevenir vibraciones innecesarias que pudiesen generar ruido estructural durante la operación de cuarteo de canal.

### **En el medio**

Limpieza de áreas; Mantener las superficies de trabajo libres de residuos que pueden obstaculizar el movimiento de la sierra, evitando ruidos por esfuerzo mecánico adicional.

Señalización preventiva; Aunque no se sobrepasan los 85dB, se recomienda colocar señalética que indique la operación de máquina, para que el personal ajeno a la tarea no se exponga innecesariamente durante la operación de cuarteo de canal.

### **En el receptor**

Capacitación en Higiene Industrial; dar a conocer mediante capacitaciones a los operarios sobre la importancia de la exposición intermitente y como el mantenimiento del equipo protege su salud auditiva.

Uso voluntario de protección auditiva; aunque en (DECRETO-255, 2024) no lo exige obligatoriamente por debajo de los 85dB con tiempos cortos de exposición, se puede sugerir el uso de tapones de inserción sencillos por comodidad y prevención a largo plazo.

### Plan de acción con enfoque preventivo

Este proyecto de trabajo está basado en la vigilancia, porque los niveles actuales son seguros.

### Objetivo

Garantizar la intensidad sonora en áreas como la de aturdimiento y cuarteo del camal de Calacalí se mantengan por debajo de los 85dB(A) durante el periodo 2026-2027, mediante la ejecución del 100% del programa de mantenimiento preventivo y capacitación del personal, asegurando así un entorno laboral protegido que respete las exigencias legales actuales.

**Tabla 26**

Plan de acción

Acción concreta	KPI/ medida de éxito	Recursos	Responsable	Plazo limite
Mantenimiento Proactivo: Afilado de discos de sierra y lubricación de motores de los equipos de faenamiento	(N° de mantenimientos ejecutados / N° de mantenimientos programados) x 100	Kit de lubricación, herramientas manuales y repuestos básicos.	Jefe de Mantenimiento	Mensual
Control de Tiempos: Supervisión de la operatividad de la sierra para asegurar que no exceda los 15-20 min por res cuarteada	Tiempo promedio de operación diaria (Minutos / Jornada)	Cronómetro industrial o bitácora de operaciones.	Supervisor de Planta	Diario

Verificación Acústica: Realización de mediciones puntuales (sonometrías) para validar que no existan desviaciones.	Nivel de presión sonora < 85 dB(A)	Sonómetro calibrado (Clase 1 o 2).	Responsable de SST (Seguridad y Salud)	Semestral
Capacitación Operativa: Charlas sobre el cuidado de herramientas y prevención de riesgos físicos.	% de personal capacitado y evaluado (Meta: 100%)	Material didáctico y registro de asistencia.	Analista de Talento Humano / SST	Trimestral
Señalética Informativa: Colocación de avisos preventivos sobre el uso de equipos y periodos de ruido.	Nº de áreas críticas señalizadas / Total de áreas identificadas	Placas de señalización (celda de ruido/uso de EPP).	Servicios Generales	Única vez (Mes 1)

Nota: *gestión preventiva de ruido realizado por el investigador (2025)*

### Resultados esperados

En lo referente al rediseño de iluminación, se rige lo que indica la norma (NTE-INEN-2969-1, 2015), para niveles de iluminación y su respectiva adecuación con el software DIALux evo en cada área evaluada, esto con la finalidad de alcanzar los valores que la norma recomienda. Los resultados del rediseño se localizan en el **Anexo 4**.

### Impacto en la integridad físico/mental

El proyecto planteado para la actualización de la instalación lumínica proyecta un consumo energético de 12,88 kWh por cada jornada de trabajo, considerando un ciclo de operación constante de 6 horas. Tomando como referencia la tarifa de \$0,07 por kW reflejada en las planillas actuales del establecimiento, el gasto operativo mensual de esta nueva infraestructura de iluminación se situaría en torno a los \$10,82 ver **Anexo 15**. En

contraposición, el esquema lumínico vigente asienta un gasto mensual de \$6,55 ver *Anexo 14*, produciendo un incremento de \$4,27 con la implementación de la mejora del riesgo físico por iluminación. Es fundamental precisar que al tener la luz necesaria habrá una mitigación de riesgo visual, se espera una eliminación total de los deslumbramientos y zonas de penumbra en puestos de trabajo críticos, reduciendo la fatiga visual. Reducción de la siniestralidad, al cumplir con la luminancia requerida por la norma (UNE-12464-1, 2014), se proyecta a una disminución en incidentes relacionados con cortes y caídas, debido a una mejor percepción de profundidad y nitidez en las áreas de trabajo. Estandarización de la calidad, con una iluminación uniforme, el subproceso de “inspección sanitaria” ganara precisión, permitiendo identificar anomalías en el producto final con mayor rapidez y reducir el margen de error que pudiese causar una iluminación inadecuada. Retorno de la inversión, se espera que los indicadores financieros (VAN y TIR) demuestren que la inversión es recuperable en un periodo corto (estimado en 3 y 3,5 años), gracias al ahorro en reprocesos operativo y a la prevención de multas normativas.

### **Resultados esperados del plan de acción preventivo de ruido**

La implementación del plan de gestión acústica permitirá, en primer lugar, consolidar un entorno laboral donde el bienestar auditivo no sea una casualidad, sino el resultado de un compromiso técnico constante, al ejecutar el mantenimiento proactivo de la sierra de cuarteo y la máquina de aturdimiento, se espera que el ruido operativo se mantenga estable y controlado. Garantizar que las sierras tengan un buen filo y que la maquinaria esté bien lubricada no solo cuida los equipos, sino que suprime esos roces y golpeteos que desgastan físicamente a los compañeros y generan estrés durante sus turnos.

A nivel humano y organizacional se prevé un cambio positivo en la cultura de prevención mediante la capacitación y la señalización estratégica, al informar al personal sobre como la limpieza de las áreas y el respeto a los tiempos de operación protegen su salud, se espera que los trabajadores incorporen el uso opcional de protección auditiva como una

herramienta de confort y no como una imposición, el resultado final será un camal que opere bajo estándares de seguridad rigurosos, garantizando que los decibelios permanezcan bajo el límite de 85dB(A) y asegurando que cada miembro del equipo pueda desempeñar sus labores en un ambiente tranquilo, predecible y correctamente alineado con la normativa vigente para el periodo 2026-2027.

### **Cronograma de ejecución del proyecto**

Con el propósito de implementar el proyecto para atenuar los riesgos de iluminación y ruido en las áreas operativas del camal se ha estructurado un cronograma en cinco etapas fundamentales. Cada una de estas fases agrupa actividades específicas que han sido organizadas de forma secuencial y cronológica, asegurando que el cumplimiento de la propuesta se realice dentro de los plazos previstos. En las siguientes secciones, se desglosa el contenido y los objetivos de cada etapa de intervención.

### **Difusión de la Propuesta**

En esta fase inicial se realiza una presentación ante la Gerencia del Camal, donde se detallan los hallazgos del diagnóstico (niveles bajos de lux y riesgos de ruido), los beneficios en salud ocupacional y la mitigación del riesgo de sanciones legales y económicas derivadas del incumplimiento del decreto Ejecutivo 255 o de la norma INEN 2969-1. El objetivo es que el equipo directivo valide la viabilidad del proyecto. Esta actividad se extenderá por al menos un día.

Posteriormente a la entrega de la propuesta, la Gerencia se encarga de analizar la factibilidad y viabilidad del proyecto para emitir una resolución final, la cual puede incluir la aprobación, el rechazo o sugerencias de mejora que enriquezcan el documento. Debido a la naturaleza de los flujos administrativos de la organización, se ha previsto un periodo de cuatro días para que esta evaluación se complete de manera adecuada.

Tras la aprobación, se socializa el proyecto con el equipo multidisciplinario, se establece los protocolos de seguridad para trabajos en alturas y se coordina los turnos de trabajo fuera del horario de faena. Tiempo estimado tres días

### **Preparación preliminar y gestión de recursos**

En esta fase del proyecto se empieza con la compra de las lámparas de iluminación y de todos los materiales necesarios, así como de las señaléticas. Este proceso se gestiona logísticamente con antelación. Tiempo estimado veinticuatro días

Una vez recibidos los materiales, se procede al retiro de las luminarias y de cables en mal estado, para no interferir con el faenamiento, estos trabajos se realizarán exclusivamente los lunes, miércoles, viernes y sábados, aprovechando que la planta está libre de operaciones y residuos orgánicos. Tiempo estimado ocho días

### **Instalación de la nueva red de iluminación**

Se ejecuta la nueva instalación de luminarias led, además de la señalética preventiva de ruido, el trabajo se secciona por áreas para asegurar que cada zona quede operativa antes de iniciar la siguiente. Paralelamente se aplica el primer mantenimiento proactivo a la sierra de cuarteo (ajuste de anclajes y lubricación) para reducir vibraciones. Tiempo estimado doce días (contabilizando días fuera de faenamiento).

### **Testeo de operación y validación**

Al finalizar la instalación de luminarias se procede a realizar validaciones técnicas, se realizan sonometrías y mediciones con el luxómetro durante un turno semanal de faena para validar que se cumple con los límites permisibles que recomienda la norma INEN 2969-1, y que el ruido se mantenga bajo los 85dB(A) gracias al mantenimiento ejecutado, y a socialización del plan de acción. Tiempo estimado seis días.

## Presentación de informe de resultados

En la fase final se hace entrega el informe detallado a gerencia que incluye las mediciones “antes vs después”, el cumplimiento del cronograma y las recomendaciones de mantenimiento para garantizar la sostenibilidad del proyecto. Tiempo estimado dos días.

**Figura 20**

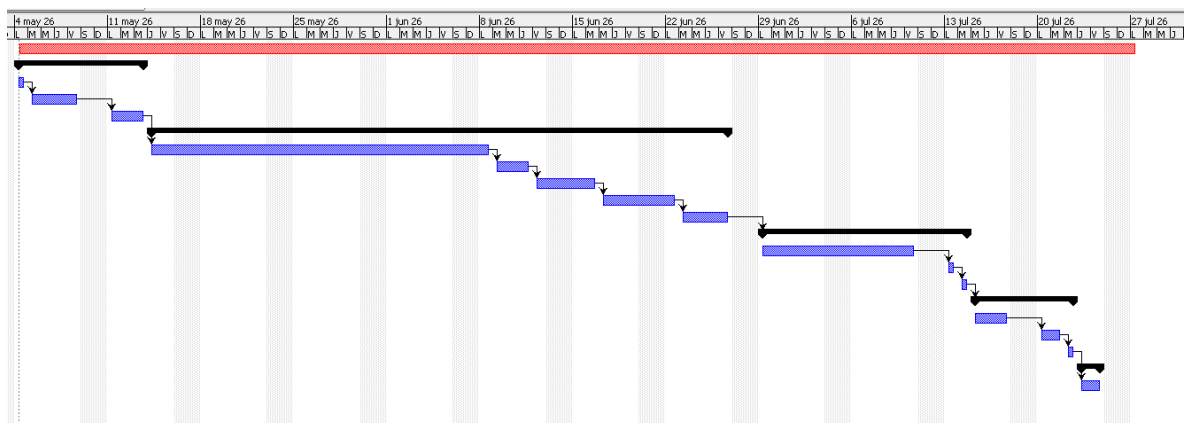
Calendario de trabajo

	📅	Nombre	Duración	Inicio	Terminado	Predecesores
1	📅	Implementación de la Propuesta	60 days	4/5/26, 09:00	27/7/26, 09:00	
2	📅	1. Socialización de la propuesta	8 days	4/5/26, 08:00	13/5/26, 17:00	
3		1.1. Presentación del proyecto a gerencia	1 day	4/5/26, 08:00	4/5/26, 17:00	
4		1.2. Aprobación gerencial	4 days	5/5/26, 08:00	8/5/26, 17:00	3
5		1.3. Socialización y capacitación de protocolos	3 days	11/5/26, 08:00	13/5/26, 17:00	4
6	📅	2. Preparación preliminary Gestión de Recursos	32 days	14/5/26, 08:00	26/6/26, 17:00	
7	📅	2.1. Adquisición de luminaria LED	18 days	14/5/26, 08:00	8/6/26, 17:00	5
8		2.2. Adquisiciones de consumibles	3 days	9/6/26, 08:00	11/6/26, 17:00	7
9		2.3. Adquisición de señalética	3 days	12/6/26, 08:00	16/6/26, 17:00	8
10		2.4. Retiro de luminaria antigua	4 days	17/6/26, 08:00	22/6/26, 17:00	9
11		2.5. Retiro de cableado en mal estado	4 days	23/6/26, 08:00	26/6/26, 17:00	10
12	📅	3. Instalación de la nueva red de Iluminación LED	12 days	29/6/26, 08:00	14/7/26, 17:00	11
13		3.1. Intalación de nueva luminaria LED	10 days	29/6/26, 08:00	10/7/26, 17:00	
14		3.2. Intalación de señalética preventiva de ruido	1 day	13/7/26, 08:00	13/7/26, 17:00	13
15		3.3. Aplicación del primer mantenimiento proactivo a la sierra de cuarteo	1 day	14/7/26, 08:00	14/7/26, 17:00	14
16	📅	4. Prueba de Funcionamiento y Validación	6 days	15/7/26, 08:00	22/7/26, 17:00	15
17		4.1. Realizar pruebas con el luxometro	3 days	15/7/26, 08:00	17/7/26, 17:00	
18		4.2. Realizar pruebas de ruido ocupacional	2 days	20/7/26, 08:00	21/7/26, 17:00	17
19		4.3. Socialización del plan de acción	1 day	22/7/26, 08:00	22/7/26, 17:00	18
20	📅	5. Emisión de Informe de Resultados	2 days	23/7/26, 08:00	24/7/26, 17:00	
21		5.1. Presentación de informe detallado	2 days	23/7/26, 08:00	24/7/26, 17:00	19

Nota: calendario desarrollado por el autor en Project libre (2025)

**Figura 21**

Diagrama de Gantt



Nota: diagrama desarrollado por el autor en Project libre (2025)

Se prevé que la ejecución del proyecto comience el 11 de mayo de 2026, tras obtener el visto bueno de la gerencia, quedando esta fecha sujeta a posibles reprogramaciones de acuerdo con las necesidades operativas de la entidad. Bajo este esquema, el cronograma de trabajo contempla un periodo total de 60 días, contabilizados desde la entrega oficial del proyecto el 4 de mayo de 2026, y culminando formalmente con la entrega del informe final de resultados el 24 de julio del mismo año

### **Análisis de costos**

Durante esta fase, se determinan las inversiones necesarias para ejecutar el plan de mitigación de riesgos físicos asociados al ruido y la iluminación en las estaciones operativas del camal. Este análisis financiero contempla el presupuesto destinado a la compra de insumos, la contratación de personal especializado para la fuerza de trabajo, la instalación total del nuevo sistema lumínico y la realización de jornadas de capacitación y socialización para los trabajadores.

### **Mano de obra**

Para calcular la inversión en capital humano, destinada al desmontaje del sistema antiguo, el cableado, Tanto para la instalación lumínica como para la adquisición de materiales, se empleó como referencia la tabla de remuneraciones mínimas por sector que rige actualmente. De este modo, los honorarios se asignaron según las categorías profesionales y las tareas específicas detalladas en el *Anexo 7*. Garantizando que la remuneración esté alineada con la normativa laboral correspondiente (Ministerio del Trabajo, 2025).

**Tabla 27**

Costo mano de obra

<b>Cargo</b>	<b>Sueldo mínimo sectorial</b>	<b>Código IESS</b>	<b>Personal</b>	<b>Calculo régimen Código de trabajo</b>	<b>días requeridos</b>	<b>Horas requeridas</b>	<b>Costo total</b>
<b>técnico eléctrico</b>	\$ 586,00	04031320 00027	1	\$ 3,66	18	144	\$ 527,40
<b>Ayudante de electricista</b>	\$ 482,22	14064520 00027	2	\$ 3,01	18	144	\$ 434,00
<b>Jefe de adquisiciones</b>	\$ 489,16	15075000 00003	1	\$ 3,06	18	144	\$ 440,20
<b>Total</b>			4				\$ 1.401,64

Nota: valores del sueldo mínimo sectorial, tabla desarrollada por el autor (2025)

El desglose del presupuesto destinado a fuerza laboral para la implementación del proyecto se puede observar en la **Tabla 27**, el cual asciende a un total de \$1.401,64. Esta cifra se obtuvo mediante el cálculo del costo por hora de cada perfil profesional participante, utilizando como base el salario básico unificado sectorial y un tiempo de trabajo de 240 horas mensuales, conforme al amparo normativo del (Codigo del trabajo, 2016) ver **Anexo 8**. A continuación, se estableció la plantilla de personal necesaria por cada categoría profesional, junto con el tiempo estimado para la ejecución integral del proyecto. El equipo de trabajo estará compuesto por cuatro integrantes, seleccionados bajo criterios técnicos específicos para garantizar la correcta implementación del nuevo sistema de iluminación.

### **Adquisiciones de materiales**

La inversión destinada a los suministros necesarios para el proyecto abarca la compra de luminarias con tecnología LED, conductores eléctricos, sistemas de canalización y los insumos requeridos para ejecutar las medidas preventivas contra el ruido. La clasificación de

estos elementos se realizó mediante un estudio de mercado entre diversos distribuidores, priorizando aquellos que ofrecieran productos de calidad y garantía técnica. En el caso específico de las lámparas LED, se determinó que la comercializadora Inelba Iluminación representa la opción más adecuada, al ofrecer las tarifas más favorables del sector. Como referencia, se presentan las capturas de los portales digitales de los proveedores seleccionados para cada categoría de material.

La valoración de luminarias LED orientadas a la remodelación de iluminación propuesta, fue realizado en el distribuidor de iluminación Inelba, véase el *Anexo 9* y *Anexo 10*.

Las cotizaciones de los materiales eléctricos y elementos de prevención del ruido se encuentran adjuntos véase *Anexo 11*

En este contexto la inversión total de adquisición de luminaria, elementos de instalación y elementos de prevención requeridos para la implementación de la propuesta se visualiza en el *Anexo 21*

## Figura 22

Fragmento del Anexo 21

<b>Subtotal</b>	<b>\$ 120,01</b>
<b>Total, Subtotales</b>	<b>\$ 1.928,14</b>
<b>IVA 15%</b>	<b>\$ 192,70</b>
<b>Costo total</b>	<b>\$ 2.120,83</b>

Nota: se aprecia el costo total de la adquisición de materiales, Tabla desarrollada por el autor (2025)

## Presupuesto global del proyecto

Tras fijar los presupuestos destinados al capital humano y a los suministros técnicos, se estructuró una matriz financiera que desglosa la inversión requerida para cada etapa del proyecto. Este cuadro de costos se encuentra alineado directamente con la secuencia temporal y operativa detallada en el calendario de la **Figura 20**

**Tabla 28**

Inversión requerida

<b>Fase 1. Difusión de la propuesta</b>		
<b>Actividades</b>	<b>responsable</b>	<b>Costo</b>
Presentación del proyecto a la Gerencia	Artífice de la propuesta	-
Aprobación gerencial	Gerencia	-
Socialización y capacitación de protocolos	Artífice de la propuesta	\$ 87,84
<b>Total</b>		<b>\$ 87,84</b>
<b>Fase 2. Preparación preliminar y gestión de recursos</b>		
<b>Actividades</b>	<b>responsable</b>	<b>Costo</b>
Adquisición Luminaria LED	Artífice de la propuesta / jefe de adquisiciones	\$1.511,69
Adquisición de consumibles y de prevención de ruido	Artífice de la propuesta	\$ 857,09
Retiro de luminaria antigua	Técnico eléctrico / Ayudante de electricista	\$ 212,13
Retiro de cableado en mal estado	Técnico eléctrico / Ayudante de electricista	\$ 212,13
<b>Total</b>		<b>\$2.793,04</b>
<b>Fase 3. Instalación de la nueva red de iluminación</b>		
<b>Actividades</b>	<b>responsable</b>	<b>Costo</b>
Instalación de nueva luminaria LED	Técnico eléctrico / Ayudante de electricista	\$ 533,60
Instalación de señalética de ruido	Ayudante de electricista	\$ 24,08
Aplicación del primer mantenimiento proactivo a la sierra de cuarteo	Técnico eléctrico	\$ 29,28
<b>Total</b>		<b>\$ 586,96</b>
<b>Fase 4. Testeo de operaciones y validación</b>		
<b>Actividades</b>	<b>responsable</b>	<b>Costo</b>
Realizar pruebas con luxómetro	Artífice de la propuesta	\$ 87,84
Pruebas de ruido ocupacional	Artífice de la propuesta	\$ 29,28
<b>Total</b>		<b>\$ 117,12</b>
<b>Fase 5. Presentación de informe de resultados</b>		
<b>Actividades</b>	<b>responsable</b>	<b>Costo</b>
Presentación de informe detallado	Artífice de la propuesta	\$ 58,56
<b>Total</b>		<b>\$ 58,56</b>
<b>Aplicación de la propuesta</b>		

<b>Costo subtotal</b>	<b>\$3.643,52</b>
<b>Gastos generales</b>	<b>\$1.000,00</b>
<b>IVA 15%</b>	<b>\$ 586,61</b>
<b>Costo total</b>	<b>\$5.230,13</b>

Nota: *costo total de la propuesta, Tabla desarrollada por el autor (2025)*

Tal como se muestra en la **Tabla 28**, desarrollar el proyecto para mitigar del riesgo físico por iluminación y ruido en un camal de bovinos tendría un costo de \$5.230.13

### **Cálculo del VAN y TIR**

Aquí se estudia la sostenibilidad financiera del proyecto, comenzando por el reconocimiento de las ventajas económicas que este aportaría. Se detallan los egresos que la empresa dejaría de efectuar al implementar la mejora del riesgo físico por iluminación y ruido; bajo este esquema, se proyecta que la implementación de estas mejoras permitiría a la organización obtener un ahorro anual cercano a los \$1.490,04. Ver **Anexo 23**

### **VAN**

Con el fin de determinar el Valor Actual Neto, se emplea el siguiente desarrollo matemático.

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{Ft}{(1+r)^t} - lo \quad (9)$$

Donde:

Ft: es el flujo de liquidez anual ver **Anexo 23**

n: es el número total de la vida útil en años del proyecto

r: tasa de descuento o costo de oportunidad

lo: desembolso inicial, corresponde costo total de la **Tabla 28**

t: es el año al que corresponde (0,1, 2, 3, 4, 5... n)

### Ejemplo práctico del cálculo VAN en el proyecto del camal

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{Ft}{(1+r)^t} - lo$$

Donde:

n: 5 años

r: 10%

lo: \$5230,13

t: es el año correspondiente (0,1,2,3,4,5)

$$Ft \text{ es } = \text{Año 1: } \frac{1.490,04}{(1,10)^1} = 1.354,58$$

$$\text{Año 2: } \frac{1.490,04}{(1,10)^2} = 1.231,43$$

$$\text{Año 3: } \frac{1.490,04}{(1,10)^3} = 1.119,49$$

$$\text{Año 4: } \frac{1.490,04}{(1,10)^4} = 1.017,71$$

$$\text{Año 5: } \frac{1.490,04}{(1,10)^5} = 925,20$$

Suma de los valores del año 1 al 5

$$\text{Suma: } = \sum(1.354,58 + 1.231,43 + 1.119,49 + 1.017,71 + 925,20 = \$5.648,41$$

Resta final de la formula aplicada

$$Ft - lo = \$5.648,41 - \$5.230,13 = 418,28$$

$$VAN = 418,28$$

Como resultado \$418,28 es mayor a 0, podemos confirmar la viabilidad financiera de la propuesta. Este valor indica que el proyecto es capaz de recuperar lo invertido originalmente y satisfacer la rentabilidad del 10% exigida por la gerencia. Más allá de ese punto de equilibrio, la iniciativa logra generar un ingreso adicional de \$418,28, lo que justifica plenamente su puesta en marcha.

Se proyecta que el sistema de iluminación actualizado mantenga su rendimiento óptimo y una intensidad lumínica constante durante al menos 5 años. Si bien las especificaciones técnicas del fabricante garantizan una vida útil de hasta dos décadas para estas luminarias LED, se ha optado por una estimación más conservadora para asegurar la fiabilidad del análisis a mediano plazo.

La rentabilidad mínima aceptable fijada para la inversión corresponde al 10%, costo de oportunidad del capital para el cálculo del VAN.

Por otra parte, el flujo de caja neto para cada año se define según los ingresos o ahorro se puede observar la presencia de estos valores en el **Anexo 23**.

Se aplica la ecuación del VAN para cada año de durabilidad del proyecto, al finalizar se realiza la sumatoria del valor obtenido por cada año para conocer el valor VAN correspondiente al proyecto, también se puede utilizar la herramienta digital Microsoft Excel la cual brinda un método para establecer el VAN ver **Anexo 26**

En el **Anexo 23**, se valoran los parámetros necesarios para aplicar la fórmula del VAN en Excel, en este contexto la celda (H2) equivale al costo de oportunidad del capital (10%), la celda (D7:D11) corresponden a los saldos de flujo de caja neto registrados a partir del año 1 al 5, tiempo en el que se contempla la duración del proyecto, la celda (D6) es el desembolso inicial, este valor se debe encontrar en negativo, por considerarse un pago. De esta forma se logra

obtener un VAN de \$418,28 el cual es  $> 0$ , consecuentemente se infiere la viabilidad económica del proyecto.

## TIR

Para determinar la tasa interna de retorno se aplica la siguiente formula.

$$0 = -Inversión + \sum_{t=1}^n \frac{Ft}{(1+TIR)^t} \quad (10)$$

De igual manera para este caso se utiliza la formula proporcionada por la aplicación Microsoft Excel la cual otorga el valor del TIR de manera directa, ya que el TIR no se despeja como una formula simple. ver *Anexo 27*

El análisis de la Tasa Interna de Retorno (TIR) arrojó un valor del 13,08%. Al comparar este porcentaje con la tasa de descuento establecida del 10%, se observa que el proyecto genera un rendimiento superior al mínimo esperado. En términos prácticos, esto confirma que la inversión para mejorar las condiciones de iluminación y ruido en el camal de Calacalí no solo es financieramente viable, sino que ofrece un margen de eficiencia del 3,08% por encima del costo de capital

En el *Anexo 23*, se valoran los parámetros necesarios para aplicar la formula del TIR en Microsoft Excel, en este contexto las celdas (D6:D11) corresponden a los saldos de flujo de caja neto registrados a partir del año 1 al 5, tiempo en el que se contempla la duración del proyecto, la celda (B3) es el desembolso inicial (signo positivo) ver *Anexo 23*. De esta manera se obtiene un TIR de 13.08% en cual es mayor a “r” que es del 10%, consecuentemente, se considera factible la iniciativa y apta para su aprobación.

Adicionalmente, se procede a determinar el plazo de recuperación de la inversión, analizando la relación entre el flujo de caja neto anual y el coste total del proyecto. Este

indicador permite establecer con exactitud el tiempo que le tomará a la organización retornar la liquidez empleada en la ejecución de la propuesta técnica.

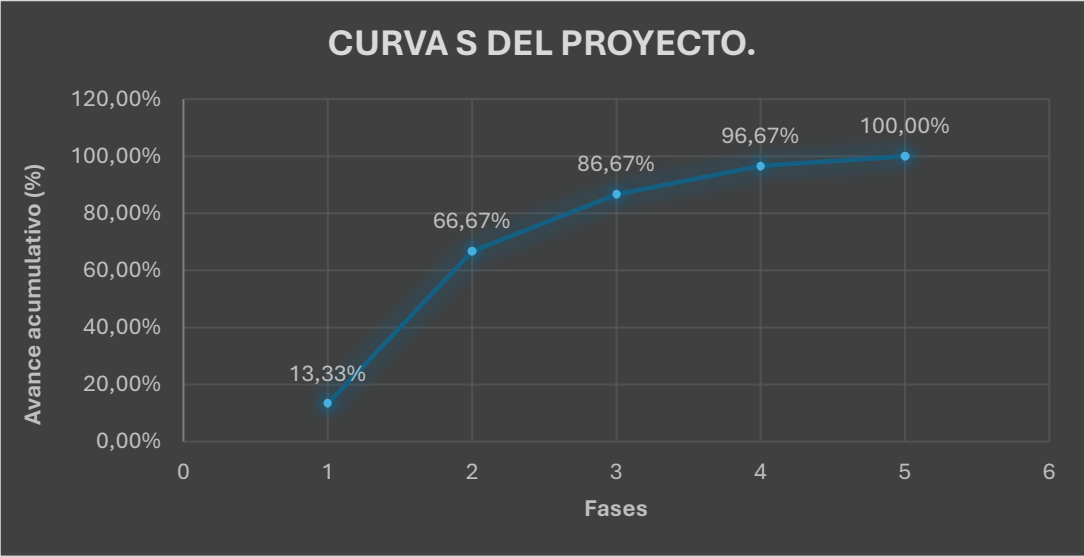
$$PRI = \frac{\text{Inversion Inicial}}{\text{Flujo Neto Anual}} = \frac{\$5.230,13}{\$1.490,14} = 3.5 \text{ años} \tag{11}$$

En conclusión, el análisis financiero indica que el capital invertido se retornará íntegramente en un lapso de 3 años y 6 meses. Este plazo de recuperación es posible gracias a la rentabilidad y a los ahorros operativos derivados de la ejecución de las mejoras planteadas.

### Curva S

Figura 23

Curva S del proyecto



Nota: se puede apreciar el avance acumulativo en % así como las fases del proyecto, Grafico realizado por el investigador (2025)

La curva S del proyecto refleja una gestión planificada que prioriza la operatividad del camal. El inicio (fase 1) muestra un avance del 13.33%, una etapa de gestión invisible, donde la socialización y la aprobación sientan las bases legales para evitar sanciones y perdida por reprocesos innecesarios.

**Tabla 29**

Fases del proyecto

<b>5 FASES DEL PROYECTO</b>				
	<b>DÍAS</b>	<b>FASE</b>	<b>Avance Acumulado (%)</b>	<b>AVANCE PLANIFICADO POR FASE</b>
	8	1	13,33%	13,33%
	32	2	66,67%	53,33%
	12	3	86,67%	20,00%
	6	4	96,67%	10,00%
	2	5	100,00%	3,33%
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>			<b>100,00%</b>

*Nota: tabla en la que se aprecia las fases del proyecto y el % de avance acumulado y el planificado por fases, tabla realizada por el investigador (2025)*

El núcleo del gráfico (fase 2-4) representan un ascenso vertical pronunciado, alcanzando el 96.67% de ejecución. Esta pendiente simboliza el esfuerzo físico real, la Logística de materiales y la instalación técnica en los días sin faena. Es el corazón del proyecto, donde la teoría se convierte en luz y silencio. Finalmente, el tramo final (fase 5) es un aplanamiento de cierre donde el esfuerzo de la obra da paso a la tranquilidad de las pruebas técnicas, confirmando que el camal ahora es un espacio seguro, normativo y mucho más humano para trabajar.

## Capítulo IV

### Conclusiones y Recomendaciones

#### Conclusiones

Se completó el análisis de la situación actual del camal mediante mediciones directas con luxómetro y sonómetro, identificando que la totalidad de las áreas operativas y de servicios presentaban niveles de intensidad lumínica radicalmente más bajos que los 500 lux recomendados por la normativa UNE 12464-1

Se desarrolló un modelo técnico y una simulación en el software DIALux evo que permitió redistribuir estratégicamente 26 luminarias LED de diferentes potencias, logrando alcanzar los niveles de iluminancia requeridos y manteniendo un índice de deslumbramiento (UGR) inferior a 25, garantizando así un entorno visual seguro

Se determinó la viabilidad de la propuesta mediante un análisis que integra tanto la dotación de protección auditiva para mitigar el ruido en áreas de maquinaria, como el mantenimiento preventivo de equipos, asegurando que el camal cumpla con las medidas de seguridad obligatorias y estándares mínimos de SST.

En conclusión, se ha cumplido satisfactoriamente con todos los objetivos planteados, incluyendo el objetivo principal, al entregar una propuesta técnica integral que transforma el entorno laboral del camal de Calacalí en un espacio seguro, eficiente y normativamente alineado, mitigando eficazmente los riesgos físicos por iluminación y ruido.

## **Recomendaciones**

Indicador de Cumplimiento Lumínico: Realizar mediciones semestrales de los niveles de lux en los puntos críticos de faenamiento para asegurar que se mantengan los promedios de 500 lux obtenidos en la simulación DIALux.

Propuesta de Mantenimiento Preventivo: Establecer un cronograma trimestral de limpieza de luminarias y revisión de la máquina de cuarteo de canales, con el fin de evitar la depreciación del flujo luminoso y el incremento de decibelios por desgaste mecánico.

Seguimiento de Salud Ocupacional: Implementar un registro de entrega y uso de protectores auditivos (tipo orejeras o tapones) para el 100% del personal expuesto, complementado con capacitaciones anuales sobre la importancia de la higiene visual y auditiva.

Se sugiere realizar audiometrías y valoraciones visuales anuales a los trabajadores expuestos. Esto permitirá disponer de un registro histórico que respalde la eficacia de las medidas preventivas implementadas en esta investigación y asegure que no existan enfermedades profesionales a largo plazo.

## Bibliografía

8995-1, I. (2016). *Iluminación de los lugares de trabajo*.  
<https://www.studocu.com/ec/document/universidad-politecnica-salesiana/circuitos-electricos/inte-iso-8995-1-2016/95801325>

ANEXO-3. (2024). *DECRETO EJECUTIVO 255. NORMA TÉCNICA EN SEGURIDAD E HIGIENE DEL TRABAJO*: [https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2024/11/Anexo-3\\_Norma-Tecnica-de-Seguridad-e-Higiene-del-Trabajo-signed-signed-signed-signed.pdf](https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2024/11/Anexo-3_Norma-Tecnica-de-Seguridad-e-Higiene-del-Trabajo-signed-signed-signed-signed.pdf)

Código del trabajo, A.-5. (2016). *Calculo bajo regimen Código del Trabajo*. Ministerio de Defensa: [https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/08/Instructivo-para-el-pago-de-horas-suplementarias-y\\_o-extraordinarias-para-SP\\_julio\\_2016.pdf](https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/08/Instructivo-para-el-pago-de-horas-suplementarias-y_o-extraordinarias-para-SP_julio_2016.pdf)

Cuello, Y. C. (2023). *ESTUDIO DE LOS TIPOS DE RIESGOS LABORALES Y LAS NORMAS QUE LOS*.  
[https://rein.umcc.cu/bitstream/handle/123456789/3056/Mon23\\_Yilena.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://rein.umcc.cu/bitstream/handle/123456789/3056/Mon23_Yilena.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

CUJI, E. A. (15 de marzo de 2021). *ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO*. <https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/57cc29b0-b7ad-4057-9fff-152476ee26b6/content>

DECRETO-255. (2024). *Reglamento y Salud en el trabajo*.  
<https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2024/01/DECRETO-EJECUTIVO-255-REGLAMENTO-DE-SEGURIDAD-Y-SALUD-DE-LOS-TRABAJADORES.pdf>

Decreto-Supremo, N. (2019). *Ministerio de salud*. Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo: <https://www.ist.cl/wp-content/uploads/2016/08/DECRETO-SUPREMO-594-ACTUALIZADO-2019.pdf>

IEES-CD-513. (4 de MARZO de 2016). *SEGURO GENERAL DE RIESGOS DEL TRABAJO*. ARTICULO 5; Evaluación de la Prevención de Riesgos del Trabajo: [https://sart.iess.gob.ec/DSGRT/norma\\_interactiva/IESS\\_Normativa.pdf](https://sart.iess.gob.ec/DSGRT/norma_interactiva/IESS_Normativa.pdf)

INSST. (2000). *Instituto Nacional de seguridad e Higiene en el Trabajo*. Ministerio de trabajo y asuntos sociales : [https://www.insst.es/documents/94886/96076/Evaluacion\\_riesgos.pdf/1371c8cb-7321-48c0-880b-611f6f380c1d](https://www.insst.es/documents/94886/96076/Evaluacion_riesgos.pdf/1371c8cb-7321-48c0-880b-611f6f380c1d)

MDT-2024-196. (2024). *DE LAS OBLIGACIONES Y PROHIBICIONES DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA*. Acuerdo Ministerial : <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2024/10/ACUERDO-MINISTERIAL-NRO.-MDT-2024-196-signed.pdf>

Ministerio del Trabajo, 2. (2025). *ANEXO 1: SALARIOS MÍNIMOS SECTORIALES Y TARIFAS 2025*. COMISIÓN SECTORIAL No. 1 “AGRICULTURA Y PLANTACIONES”: <https://asobanca.org.ec/wp-content/uploads/2024/12/Salarios-Minimos-Sectoriales-y-Tarifas-2025.pdf>

Ministerio-del-trabajo. (2016). *La iluminación en el ambiente laboral*. superintendencia de riesgos del trabajo: [https://www.srt.gob.ar/wp-content/uploads/2016/08/Guia\\_practica\\_1\\_Iluminacion\\_2016.pdf](https://www.srt.gob.ar/wp-content/uploads/2016/08/Guia_practica_1_Iluminacion_2016.pdf)

Muñoz, M. A. (agosto de 2025). *Evaluación e implementación de un sistema de gestión de iluminación*. UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN: [file:///C:/Users/PabloRosero\\_qnbmn7l/Downloads/Aguayo\\_m\\_m\\_2025\\_INGEL.pdf](file:///C:/Users/PabloRosero_qnbmn7l/Downloads/Aguayo_m_m_2025_INGEL.pdf)

NEC-SE-DS. (2024). *NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN - NEC* .  
[https://www.mit.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/04/MTOP\\_NEC-SE-DS.pdf](https://www.mit.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/04/MTOP_NEC-SE-DS.pdf)

NOM-025-STPS. (2008). *SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISION SOCIAL*.  
Condiciones de iluminación en los centros de trabajo:  
<https://asinom.stps.gob.mx/upload/noms/Nom-025.pdf>

NOM-025-STPS. (30 de diciembre de 2008). *Norma oficial Mexicana, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo*. SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISION:  
<https://asinom.stps.gob.mx/upload/noms/Nom-025.pdf>

NTE-INEN-2969-1. (2015). *Norma Técnica Ecuatoriana. ILUMINACIÓN DE LOS LUGARES DE TRABAJO PARTE 1:LUGARES DE TRABAJO EN INTERIORES*:  
<https://www.studocu.com/ec/document/universidad-politecnica-salesiana/circuitos-electricos/nte-inen-2969-1-iluminacion-x-ambientes/65947811>

OIT. (1988). *Seguridad y Salud en el trabajo* . <https://www.ilo.org/es/temas-y-sectores/seguridad-y-salud-en-el-trabajo#ils>

Prado, J. d. (2021). *El uso del Luxómetro en prevención de riesgos laborales*. IMF Formación:  
<https://blogs.imf-formacion.com/blog/prevencion-riesgos-laborales/sin-categoria/uso-luxometro-prl/>

Quilsimba, E. (18 de julio de 2022). *ESTUDIO TÉCNICO DE RIESGOS FÍSICOS MECÁNICOS DEL ÁREA DE FAENAMIENTO DE GANADO DEL CAMAL MUNICIPAL DEL CANTÓN OTAVALO*". UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE:  
<https://repositorio.utn.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/12722/2/04%20IND%20351%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

Rocca Burgos, R. A. (2022). *Mejora continua mediante implementación del sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional en base a la Norma ISO 45001:2018 en la Empresa Construcción y Servicios Generales CAHUANA – Ate 2022*.  
<https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/10709/TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Romero, V. F. (2020). *LA ILUMINACIÓN Y SU IMPACTO EN LA SEGURIDAD LABORAL DE LOS TRABAJADORES DEL CAMAL MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE AMBATO*. Universidad técnica de Ambato.:  
<https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/a39a0388-5333-46e3-a13d-275f46171527/content>

Sánchez Sanaguano, F. G. (2023). *Niveles de iluminación y su relación con la afectación visual en los empleados de una empresa, en Machachi - Ecuador [Tesis de maestría]*. Universidad de las Américas.  
<https://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/16811/1/UA-MSO-EAC-045-2023.pdf>

SÁNCHEZ, G. (2023). *UNIANDÉS*.  
<https://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/16811/1/UA-MSO-EAC-045-2023.pdf>

SST, C. (31 de agosto de 2025). *Mediciones de Luxometría y Sonometría*.  
<https://cuidasst.com/luxometria-sonometria/>

UNE-12464-1. (2014). *Norma europea sobre la iluminación para interiores*.  
<https://www.diba.cat/documents/7294824/11610426/E05UNE-12464.1+Norma+europea+para+la+iluminaci%C3%B3n+de+interiores.pdf/7dd66ee0-095f-4c9d-a287-52af544d16b8>

UNE-12464-2. (2016). *lugares de trabajo exteriores*. <https://www.bega.com/es-es/conocimientos/teoria-de-la-iluminacion/valores-de-referencia-para-la-iluminacion/din-en-124642-lugares-de-trabajo-exteriores/>

UTA. (9 de junio de 2023). *Hipoacusia inducida por ruido ocupacional*. [https://repositorio.uta.edu.ec/items/d4a78b26-5b81-4f35-9ae6-2df13b0333fd?utm\\_source=chatgpt.com](https://repositorio.uta.edu.ec/items/d4a78b26-5b81-4f35-9ae6-2df13b0333fd?utm_source=chatgpt.com)

## Anexos

### Anexo 1

#### Metodología INSST

Riesgo	Acción y temporización
Trivial (T)	No se requiere acción específica
Tolerable (TO)	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
Moderado (M)	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado. Cuando el riesgo moderado esta asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
Importante (I)	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
Intolerable (IN)	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

Nota: grafico en el que indica los riesgos, la acción y temporización de la metodología INSST

## Anexo 2

### Fichas técnicas de luminária LED



4099854150661\_LIN  
EAR\_ULTRALED\_PFM



4058075572539\_LO  
WBAY\_\_200W\_850\_2



7020444-LEDVANCE  
-DAMP-PROOF-LED-



4099854150883\_LIN  
EAR\_ULTRALED\_PFM

*Nota: se adjunta la ficha técnica de las luminarias utilizadas para la readecuación lumínica*

### Anexo 3

#### Requisitos de iluminación para productos alimenticios e industriales de alimentos de lujo

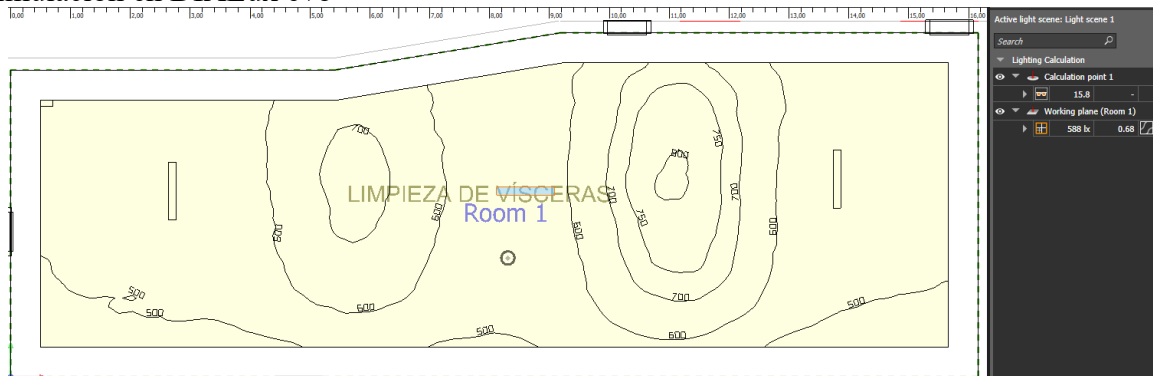
NTE INEN 2969-1

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	$\bar{E}_m$ lx	UGR <sub>L</sub> -	U <sub>o</sub> -	R <sub>a</sub> -	Requisitos específicos
B.12.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- cocción en fábricas de conservas y chocolates</li> <li>- puestos de trabajo y zonas en azucareras</li> <li>- para secar y fermentar el tabaco en rama, bodega de fermentación</li> </ul>					
	Clasificación y lavado de productos, molienda, mezclado, envasado	300	25	0,60	80	
B.12.3	Puestos de trabajo y zonas críticas en mataderos, carnicerías, molinos de queserías, o zonas de filtrado en refinerías de azúcar	500	25	0,60	80	
B.12.4	Corte y clasificación de frutas y vegetales	300	25	0,60	80	
B.12.5	Fabricación de alimentos de charcutería, trabajo en cocinas, fabricación de puros y cigarrillos	500	22	0,60	80	
B.12.6	Inspección de vidrios y botellas, control de productos, desbarbadura, clasificación, decoración	500	22	0,60	80	
B.12.7	Laboratorios	500	19	0,60	80	
B.12.8	Inspección de colores	1000	16	0,70	90	4000 K ≤ TCP ≤ 6500 K

Nota: en el Anexo 2 nos indica los valores sugeridos para una adecuada iluminación en camales según la NTE INEN 2969-1

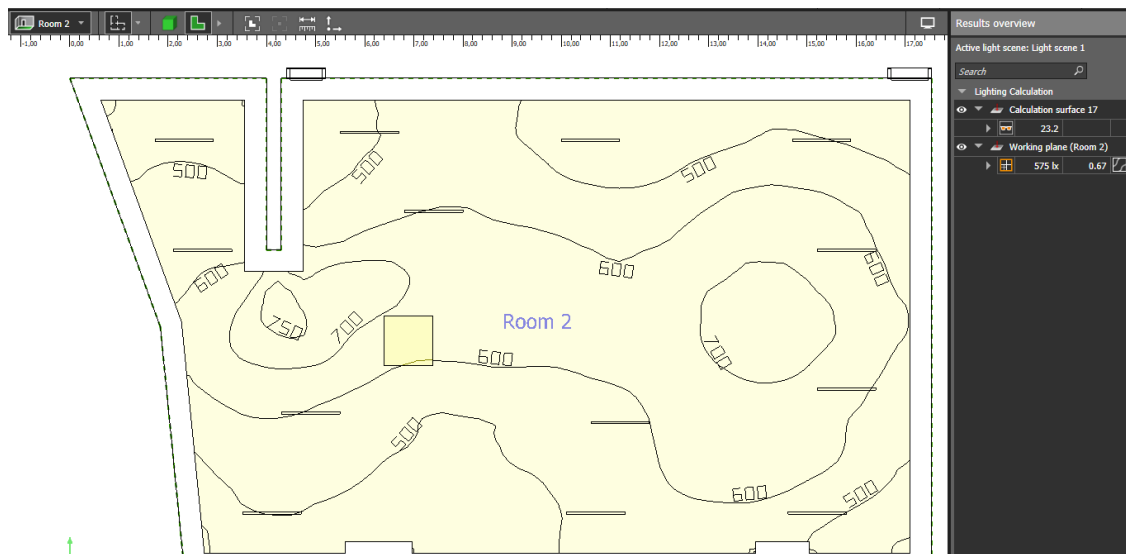
## Anexo 4

### Simulación en DIALux evo



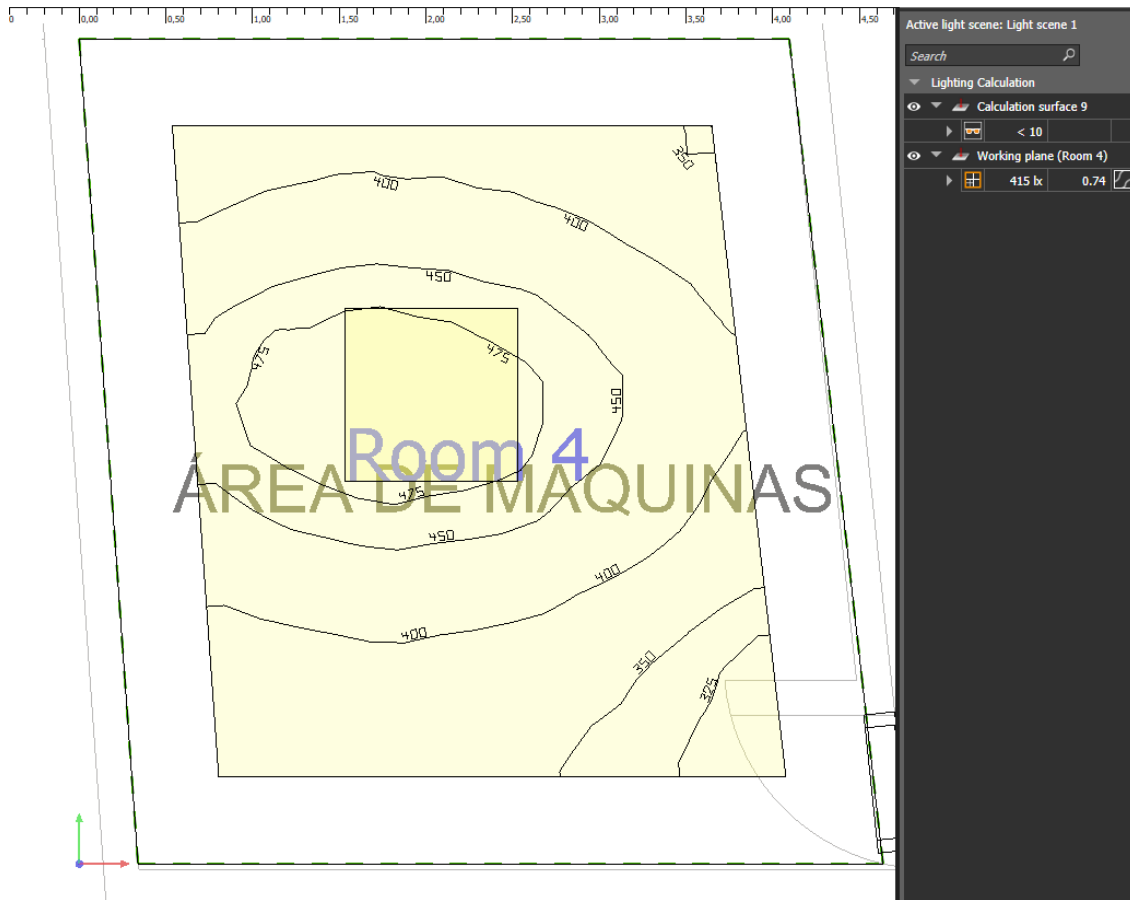
*Nota: simulación del área de limpieza de vísceras en el software DIALux*

Área de Faenamirneto (Noqueo, desangrado, descuerado, cuarteo y oreo)



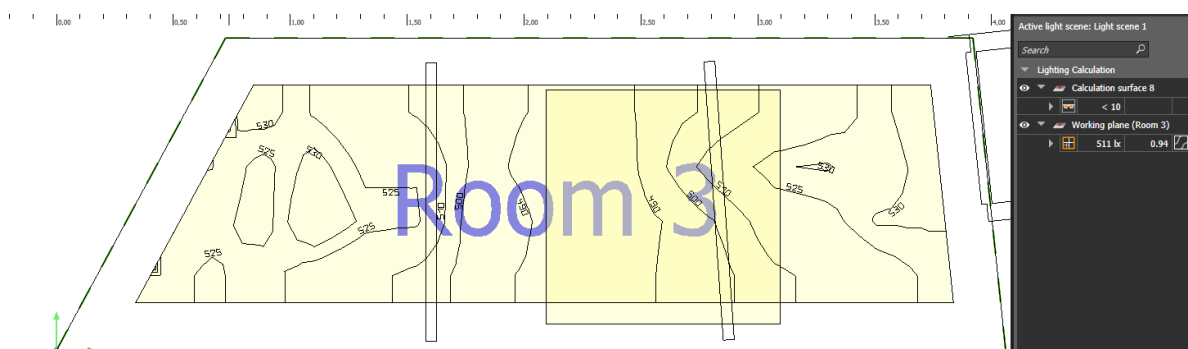
*Nota: simulación de áreas conjuntas en el software DIALux*

## Area de máquinas 1



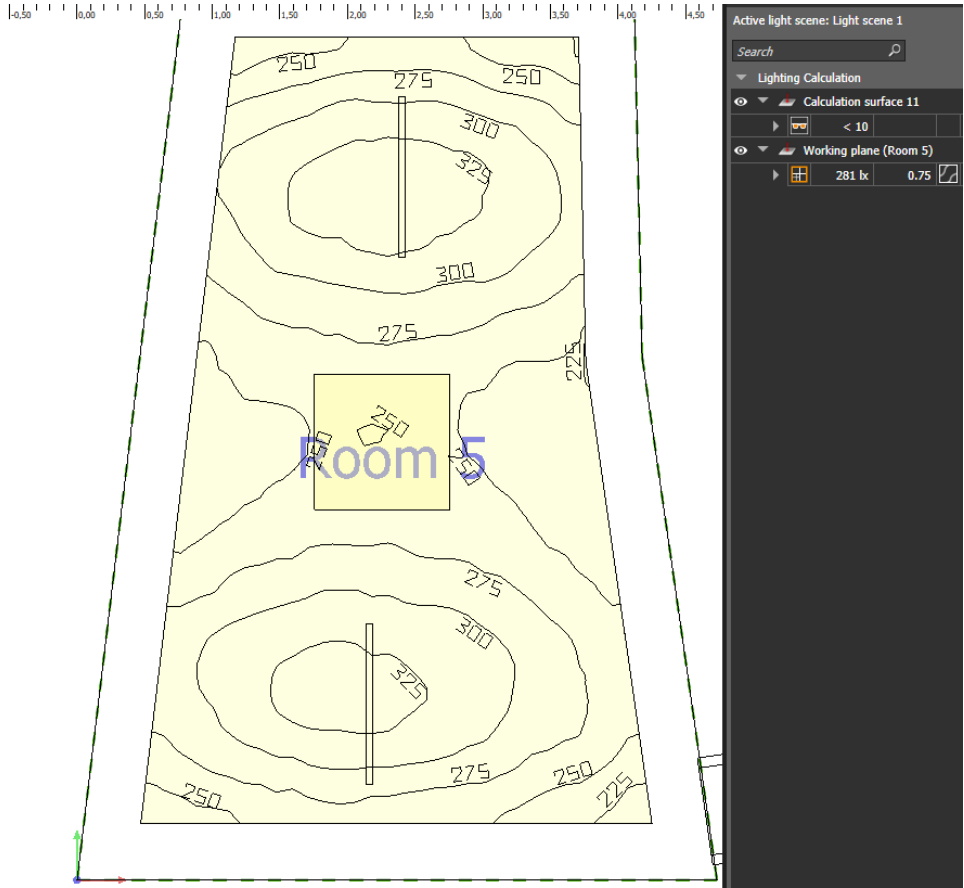
*Nota: simulación del área de máquinas 1 de vísceras en el software DIALux*

## Área de máquinas



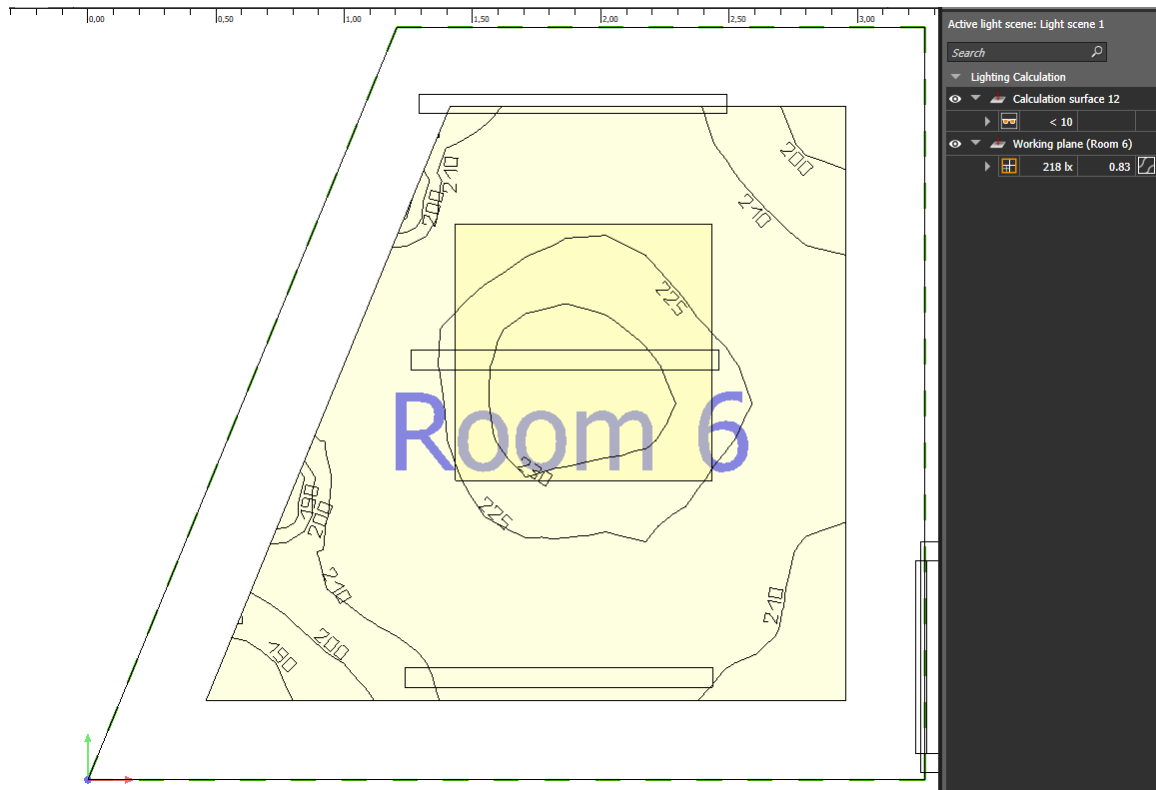
*Nota: simulación del área de máquinas 2 en el software DIALux*

# Servicios higiénicos



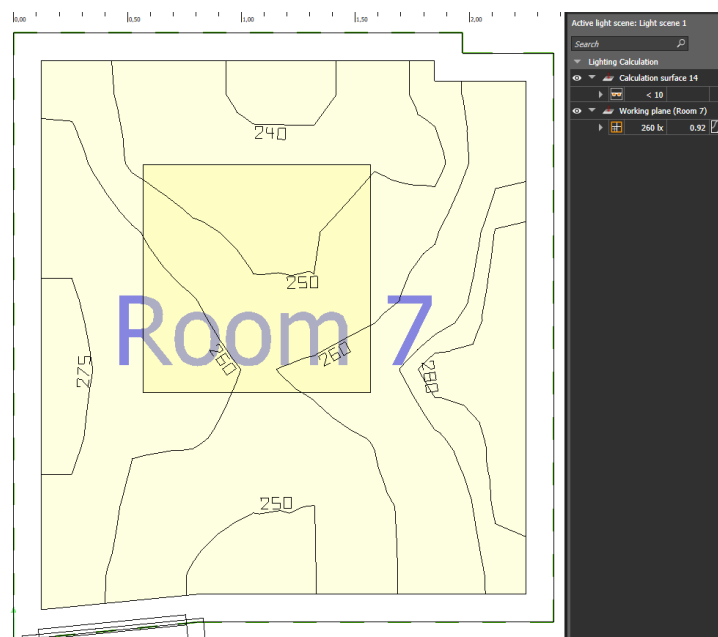
Nota: simulación del área de servicios higiénicos en el software DIALux

## Área de descanso



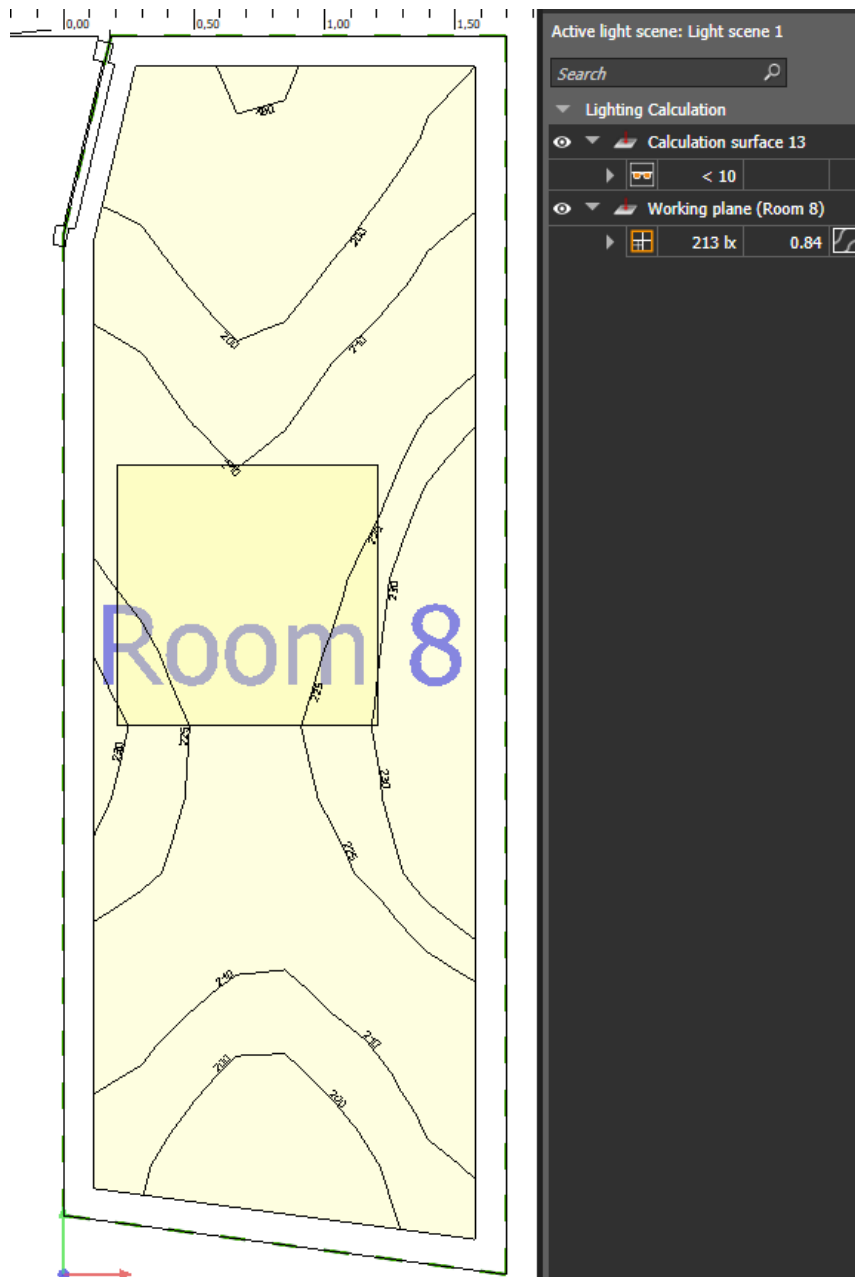
Nota: simulación del área de descanso en el software DIALux

## Reposo de cueros 1



Nota: simulación del área de reposo de cueros 1 en el software DIALux

## Reposo de cueros 2



Nota: simulación del área de reposo de cueros 2 en el software DIALux

## Anexo 5

Requisitos de iluminación para (áreas) interiores, tareas y actividades

**TABLA B.2. Áreas generales dentro de edificios – Salas de descanso, sanitarias y de primeros auxilios**

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	$\overline{E}_m$ lx	UGR <sub>L</sub> –	U <sub>o</sub> –	R <sub>a</sub> –	Requisitos específicos
B.2.1	Cantinas, despensas	200	22	0,40	80	
B.2.2	Salas de descanso	100	22	0,40	80	
B.2.3	Salas para ejercicio físico	300	22	0,40	80	
B.2.4	Vestuarios, salas de lavado, cuartos de baño, servicios	200	25	0,40	80	En cada baño individual si está completamente cerrado
B.2.5	Enfermería	500	19	0,60	80	
B.2.6	Salas para atención médica	500	16	0,60	90	4000 K ≤ T <sub>CP</sub> ≤ 5000 K

Nota: en tabla se observa el factor de reflectividad (URGL) y el factor de mantenimiento (Ra)

## Anexo 6

Obligaciones de control Art. 57 CD513

**Artículo 57.- Evaluación de la Prevención de Riesgos del Trabajo.-** Para evaluar la Prevención de Riesgos del Trabajo, el empleador o el asegurado remitirá anualmente al Seguro General de Riesgos del

LOS  
QUE TRABAJAN  
CON PASIÓN  
MERECE  
LA MEJOR  
PROTECCIÓN

24

**Resolución No. C.D. 513**

Trabajo los siguientes índices reactivos:

**a) Índice de frecuencia (IF)**

El índice de frecuencia se calculará aplicando la siguiente fórmula:

$$IF = \# \text{ Lesiones} \times 200.000 / \# \text{ H H/M trabajadas}$$

Donde:

# Lesiones = Número de accidentes y enfermedades profesionales u ocupacionales que requieran atención médica (que demande más de una jornada diaria de trabajo), en el período.

# H H/M trabajadas = Total de horas hombre/mujer trabajadas en la organización en determinado período anual.

**b) Índice de gravedad (IG)**

El índice de gravedad se calculará aplicando la siguiente fórmula:

$$IG = \# \text{ días perdidos} \times 200.000 / \# \text{ H H/M trabajadas}$$

Donde:

# Días perdidos = Tiempo perdido por las lesiones (días de cargo según la tabla, más los días actuales de ausentismo en los casos de incapacidad temporal).

# H H/M trabajadas = Total de horas hombre/mujer trabajadas en la organización en determinado período (anual).

Nota: en el siguiente anexo se muestran los índices reactivos para la valoración de riesgos laborales

## Anexo 7

### Salarios mínimos y sectoriales 2025

TÉCNICO MANTENIMIENTO / EQUIPOS LIVIANOS	C2	INCLUYE: TÉCNICO ELÉCTRICO Y MECÁNICO	0403132000027	586,00
TOPÓGRAFO	C2	APOYA A REALIZAR ESTUDIOS DE TOPOGRAFÍA	0403132000028	586,00
SOLDADOR	C3	BAJO SUPERVISIÓN UTILIZA MÁQUINAS MANUALES DE SOLDADURA, CON UNA TÉCNICA CALIFICADA MANTENIENDO LAS NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA	0430000000038	584,83

Dirección: Av. República de El Salvador N34-183 y Suiza  
 Código postal: 170505 / Quito Ecuador  
 Teléfono: +593-2-381 4000  
 www.trabajo.gob.ec

20



AYUDANTE DE ALBAÑIL	E2		1406452000025	482,22
AYUDANTE DE CARPINTERO	E2		1406452000026	482,22
AYUDANTE DE ELECTRICISTA	E2		1406452000027	482,22
AYUDANTE DE FERRERO	E2		1406452000028	482,22
AYUDANTE DE PLOMERO	E2		1406452000029	482,22

Dirección: Av. República de El Salvador N34-183 y Suiza  
 Código postal: 170505 / Quito Ecuador  
 Teléfono: +593-2-381 4000  
 www.trabajo.gob.ec

61



RESPONSABLE DE DISCIPLINA	B2	CONCEPTUALIZAN Y DISEÑAN FACILIDADES DE ACUERDO A LA DISCIPLINA ANTE REQUERIMIENTOS PUNTUALES.	0430000000016	786,69
SUPERVISOR DE OPERACIONES PETRÓLEO, CRUDO Y GAS NATURAL Y SUS DERIVADOS	B3	RESPONSABLE DE LAS INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN, ALMACENAMIENTO, ETC. PROPORCIONA UNA GUÍA DE TRABAJO, Y EVALÚA EL DESEMPEÑO DE OPERADORES DE PRODUCCIÓN QUE LE REPORTAN DIRECTAMENTE.	0403111000057	752,71

Dirección: Av. República de El Salvador N34-183 y Suiza  
 Código postal: 170505 / Quito Ecuador  
 Teléfono: +593-2-381 4000  
 www.trabajo.gob.ec

14



ANEXO 1: SALARIOS MÍNIMOS SECTORIALES Y TARIFAS 2025  
COMISIÓN SECTORIAL No. 15 "COMERCIALIZACIÓN Y VENTA DE PRODUCTOS"

RAMAS DE ACTIVIDAD ECONÓMICA: 1.- VENTA AL POR MENOR DE COMBUSTIBLES  
2.- COMERCIO AL POR MAYOR Y MENOR

CARGO / ACTIVIDAD	ESTRUCTURA OCUPACIONAL	COMENTARIOS / DETALLES DEL CARGO O ACTIVIDAD	CÓDIGO IESS	SALARIO MÍNIMO SECTORIAL 2025
JEFE DE COBRANZAS	B2	COMERCIALIZACIÓN Y VENTA DE PRODUCTOS	1507500000001	489,16
JEFE DE ADMINISTRACIÓN	B2		1507500000002	489,16
JEFE DE COMPRAS	B2		1507500000003	489,16
JEFE DE IMPORTACIONES	B2		1507500000004	489,16
JEFE DE DISTRIBUCIÓN	B2		1507500000005	489,16
JEFE DE VENTAS/POSTVENTA	B2		1507500000009	489,16

*Nota: se observa el salario mínimo por cada cargo o actividad registrados en el ministerio de trabajo*

## Anexo 8

### Calculo bajo régimen Código de Trabajo

**Cálculo bajo régimen Código de Trabajo.**- Para este cálculo se observará lo dispuesto en el Art. 55 del Código de Trabajo. El valor de la hora de trabajo diurno, con respecto al salario mensual unificado que permita proceder con el pago con los recargos establecidos, se efectuará de la siguiente manera:

- Dividiendo, el salario mensual unificado (S.M.U.) que percibe la o el obrero, para doscientos cuarenta horas;
- El resultado se multiplicará por el recargo porcentual, 50% para suplementarias; y, el 100% para extraordinarias, establecidos para el tipo de hora de trabajo diurno;
- El resultado será sumado, al valor producto de la división del S.M.U. para 240; y,
- Finalmente el resultado será multiplicado por el número de horas laboradas por la o el obrero.

#### Ejemplo:

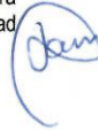
#### Datos:

SMU.: USD. 585,00  
HORAS LABORADAS: 40  
PORCENTAJE DE LA HORA: 50%

#### Forma de cálculo:

$585 / 240 = 2,44$   
 $2,44 \times 50 / 100 = 1,22$   
 $2,44 + 1,22 = 3,66$   
 $3,66 \times 40 = 146,40$  valor que percibe el trabajador.

**Control.**- La Unidad de Administrativa de Talento Humano, es la encargada de realizar la supervisión que estime conveniente, dentro del tiempo de actividades de horas suplementarias y/o extraordinarias, para verificar el cumplimiento de las mismas. El pago de este rubro se realizará mensualmente, de conformidad a las disposiciones de este Instructivo.



*Nota: en la imagen se muestra la fórmula para el cálculo bajo el régimen del código de trabajo*

**Anexo 9**  
Cotización luminarias LED



COTIZACIÓN N° JC 10-02-2026_253						
PARA:	PABLO R.	CORREO:				
FECHA:	20-02-26	TELÉFONO:				
PROYECTO:		DIRECCIÓN:				
RUC	1719959783001					
<b>Estimado cliente:</b>						
De acuerdo a la información obtenida de su parte, hemos realizado las siguientes consideraciones técnicas para las luminarias del Proyecto en mención.						
Item	Código	Marca	Detalle	Cant.	P.Final	Total
1	150562	LEDVANCE	LUMINARIA LINEAR PERFORMANCE 75W 5000K 12000lm	18	\$ 44,6000	\$ 802,80
2	572539	LEDVANCE	Panel LED Redondo Sobrepuerto 22W Luz día ø 170 6500K	3	\$ 4,7500	\$ 14,25
3	64482539	LEDVANCE	Luminaria LED DE 200W 5000K 6500K PROFESIONAL	3	\$ 59,0000	\$ 177,00
SUM-TOTAL LUMINARIAS						\$994,05
SUM-TOTAL M/O + TRANSPORTE						\$0,00
SUB-TOTAL						\$994,05
I.V.A. 15%						\$330,30
<b>TOTAL</b>						<b>\$1143,16</b>

<b>Nota:</b>	1.- TODOS NUESTROS PRODUCTOS CUMPLEN CON LOS MÁS ALTOS ESTÁNDARES DE CALIDAD, ASEGURANDO UNA LARGA DURABILIDAD, MENOR CONSUMO ENERGÉTICO Y EFICIENCIA.
	2.- LOS ITEMS COTIZADOS ESTAN SUJETOS A LA DISPONIBILIDAD AL EFECTUAR EL PEDIDO.
	3.- LAS DEVOLUCIONES O CAMBIOS DEL MATERIAL SE REALIZARÁN ÚNICAMENTE EN CASO DE DEFECTOS DE FABRICACIÓN COMPROBABLES, NO POR MODIFICACIONES DE DISEÑO TARDÍAS U OTROS IMPREVISTOS.

<b>Forma de pago:</b>	CONTADO
<b>Tiempo de entrega / ejecución:</b>	15 DÍAS HÁBILES
<b>Validez de la oferta:</b>	7 DÍAS

Nota: detalle de luminarias, facilitada por el proveedor Inelba

**Anexo 10**  
Cotización luminaria LED




COTIZACIÓN N° JC 10-02-2026_253						
PARA:	PABLO R.				CORREO:	
FECHA:	12-02-26				TELÉFONO:	
PROYECTO:					DIRECCIÓN:	
RUC	1719959783001					
<b>Estimado cliente:</b>						
De acuerdo a la información obtenida de su parte, hemos realizado las siguientes consideraciones técnicas para las luminarias del Proyecto en mención.						
Item	Código	Marca	Detalle	Cant.	P.Final	Total
1	4150883		LEDVANCE LINEAR 55W/857 110°HV 50.000 LM8800	2	\$ 38,50	\$ 77,00
	000000		VALOR ENVÍO MENOR A \$100	1	\$ 5,00	\$ 5,00
SUM-TOTAL LUMINARIAS						\$77,00
SUM-TOTAL M/O + TRANSPORTE						\$5,00
SUB-TOTAL						\$82,00
I.V.A. 15%						\$15,60
<b>TOTAL</b>						<b>\$94,30</b>

<b>Nota:</b>	1.- TODOS NUESTROS PRODUCTOS CUMPLEN CON LOS MÁS ALTOS ESTÁNDARES DE CALIDAD, ASEGURANDO UNA LARGA DURABILIDAD, MENOR CONSUMO ENERGÉTICO Y EFICIENCIA.
	2.- LOS ITEMS COTIZADOS ESTAN SUJETOS A LA DISPONIBILIDAD AL EFECTUAR EL PEDIDO.
	3.- LAS DEVOLUCIONES O CAMBIOS DEL MATERIAL SE REALIZARÁN ÚNICAMENTE EN CASO DE DEFECTOS DE FABRICACIÓN COMPROBABLES, NO POR MODIFICACIONES DE DISEÑO TARDÍAS U OTROS IMPREVISTOS.

Forma de pago:	CONTADO
Tiempo de entrega / ejecución:	INMEDIATA
Validez de la oferta:	7 DÍAS

Nota: Cotización No.2 facilitada por el proveedor Inelba

**Anexo 11**  
Tubería EMT 3/4"



**evLite**

Tubo EMT 3/4" - 1.00 mm. EvLite

**Precio unitario**

**\$2.19** ~~**\$3.13**~~

Unidad 1

SKU: 00413617

\* Incluye IVA

- 10 +

**Agregar al carrito**

**Agregar a lista de compras**

Inicio Promoción Carrito Favoritos Menú

*Nota: en la imagen se aprecia la tubería EMT de 3/4" x 3m, cotización obtenida desde la aplicación Mi Ferremundo.*

## Anexo 12

Grapa sencilla EMT 3/4"



evLite

Grapa EMT Sencilla de 3/4". EvLite

Precio unitario Unidad  
**\$0.0483** ~~\$0.069~~ 1

\* Incluye IVA SKU: 00392126

— 100 +

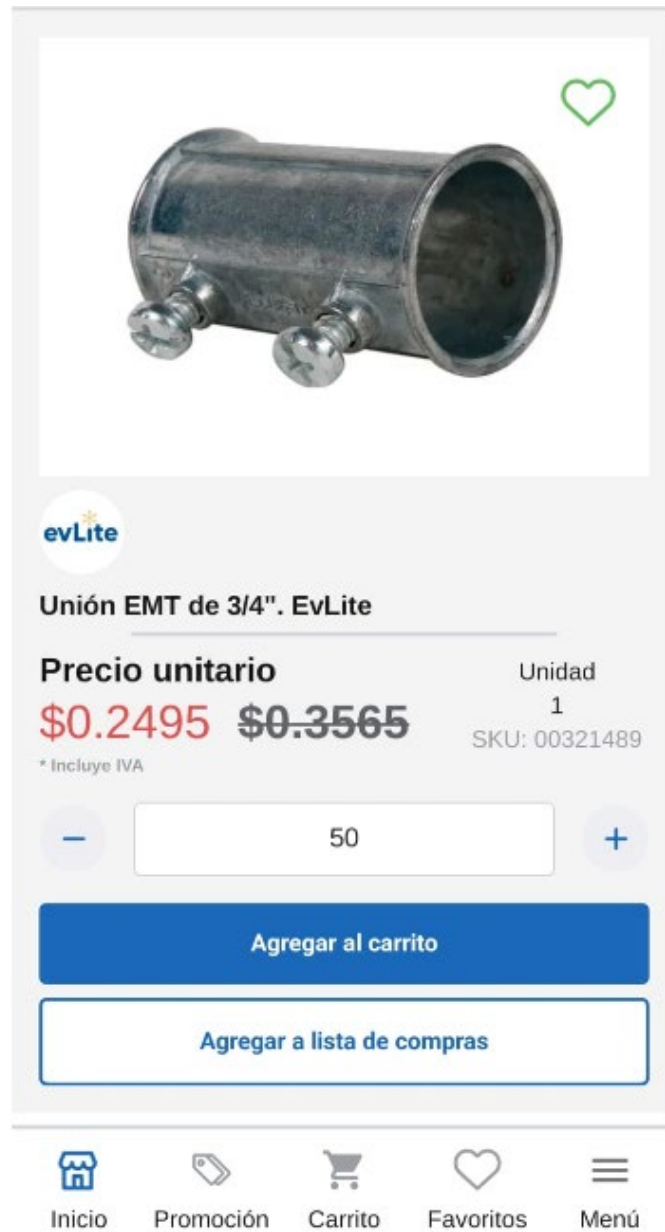
**Agregar al carrito**

Agregar a lista de compras

Inicio Promoción Carrito Favoritos Menú

Nota: grapa para tubería EMT cotización obtenida desde la aplicación Mi Ferremundo.

**Anexo 13**  
Union EMT de 3/4"



evLite

Unión EMT de 3/4". EvLite

Precio unitario Unidad  
**\$0.2495** ~~\$0.3565~~ 1  
SKU: 00321489

\* Incluye IVA

— 50 +


**Agregar al carrito**

Agregar a lista de compras

Inicio Promoción Carrito Favoritos Menú

*Nota: unión utilizada para extender la longitud de la tubería EMT, cotización obtenida desde la aplicación Mi Ferremundo.*

**Anexo 14**  
Conector EMT de 3/4"



**evLite**

Conector EMT de 3/4". EvLite

**Precio unitario**

**\$0.2495** ~~\$0.3565~~

Unidad 1  
SKU: 00321521

\* Incluye IVA

— 50 +

**Agregar al carrito**

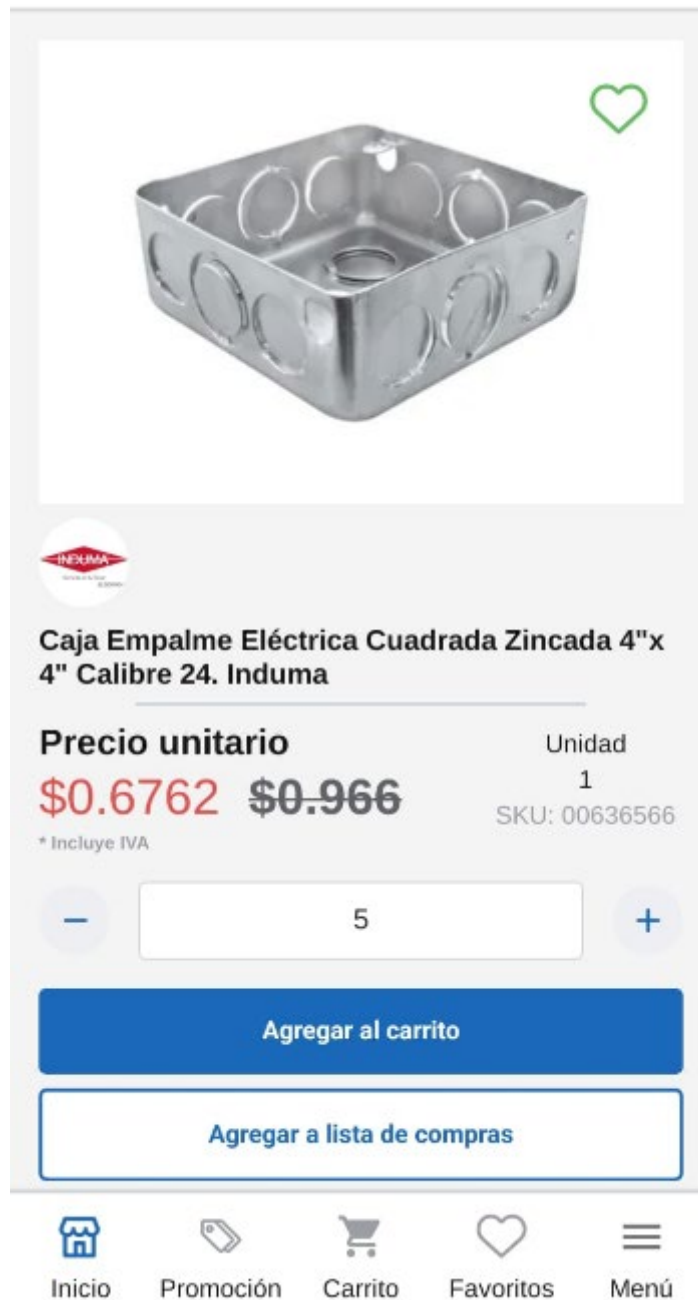
**Agregar a lista de compras**

Inicio Promoción Carrito Favoritos Menú

Nota: conector de tubería EMT, cotización obtenida desde la aplicación Mi Ferremundo.

## Anexo 15

Caja de empalme eléctrica de 4"x4"



The screenshot shows a product page for a square zinc-coated electrical junction box. At the top, there is a product image of the box with a green heart icon in the top right corner. Below the image is the brand logo 'INEXUMA' and the product name 'Caja Empalme Eléctrica Cuadrada Zincada 4"x4" Calibre 24. Induma'. The price section shows a unit price of '\$0.6762' in red, with a crossed-out price of '\$0.966' next to it. To the right, it indicates 'Unidad 1' and 'SKU: 00636566'. Below the price, there is a quantity selector with a minus sign, a text box containing '5', and a plus sign. Two buttons are present: a blue 'Agregar al carrito' button and a white 'Agregar a lista de compras' button. At the bottom, there is a navigation bar with icons for 'Inicio', 'Promoción', 'Carrito', 'Favoritos', and 'Menú'.

**INEXUMA**

**Caja Empalme Eléctrica Cuadrada Zincada 4"x4" Calibre 24. Induma**

**Precio unitario** Unidad  
**\$0.6762** ~~\$0.966~~ 1  
SKU: 00636566

\* Incluye IVA

— 5 +

**Agregar al carrito**

**Agregar a lista de compras**

Inicio Promoción Carrito Favoritos Menú

*Nota: caja de empalme utilizada para organizar conexiones, cotización obtenida desde la aplicación Mi Ferremundo.*

**Anexo 16**  
Cotizacion Incable

**Cotización**

Cotización No:	0000029926
Fecha:	26/02/2026
Compañía:	PABLO ROSERO.
Dirección:	CARAPUNGO
Ciudad/Pais:	QUITO
Código Postal:	
Teléfono:	0988394434
Fax:	
Incoterm:	
Condición de Pago:	30 dias
Contacto:	



Industria Ecuatoriana de Cables Incable S.A.  
Km. 26 Via Perimetral Lot. Inmaconsa  
Calle Ciruelos Mz.16 Solar 7  
Guayaquil, Guayas  
Ecuador  
EC0901  
Phone: (593) 4 2113-815  
Fax: (593) 4 2113-218  
www.incable.com.ec

Item	Descripción	Cantidad	Empaque	Precio	Valor	Entrega
44400801	Cable Cu Concéntrico THHN/THWN 3x14 AWG (2.08 mm <sup>2</sup> ) 600 V 90 3C 100 m	200	ROLLO	\$ 1.3265	\$ 265.30	10/03
44401101	Cable Cu Concéntrico THHN/THWN 3x12 AWG (3.31 mm <sup>2</sup> ) 600 V 90 3C 100 m	200	ROLLO	\$ 2.0193	\$ 403.86	inmed
44401401	Cable Cu Concéntrico THHN/THWN 3x10 AWG (5.26 mm <sup>2</sup> ) 600 V 90 3C 100 m	200	ROLLO	\$ 3.2175	\$ 643.50	10/03
44401701	Cable Cu Concéntrico THHN/THWN 3x8 AWG (8.37 mm <sup>2</sup> ) 600 V 90 3C 100 m	200	ROLLO	\$ 5.3396	\$ 1,067.92	inmed


Validez de la Oferta: 3 dias

Nota:	Subtotal:	\$	2,380.58
	Impuesto:	\$	357.10
	Total:	\$	2,737.68

Nota: cotización del cable 3x10 THHN a utilizar en la instalación de luminaria led

## Anexo 17

### Opciones varias de lubricación

	<h2 style="margin: 0;">L. HENRIQUES</h2> <p style="margin: 0; font-size: small;">"NUESTRA META ES SU TOTAL SATISFACCION" R.U.C. 0990331928001 <b>CONTRIBUYENTE ESPECIAL SEGUN</b> <b>RESOLUCION No. 02239 DEL 7 / MAYO / 1996</b> <b>PROFORMA SIN VALOR COMERCIAL</b></p>	GATES, WD40, LOCTITE, SUPER BONDER, HENKEL OMEGA, TABLE TOP, REXNORD, SEALMASTER, BR REGAL, MARTIN SPROCKET, LOVEJOY, FLEXCO, NC GRUPO SCHAEFFLER, FLEXCO, BALDOR, DODGE, AI STANLEY, DEWALT, IRWIN, BEST VALUE, REDFIL, I BTICINO, CYCLO, ROCKWELL, KLINKAR, KLINIL
	<p style="margin: 0;"><b>IM</b></p>	<p style="margin: 0; font-size: large;"><b>PENDIEN</b></p> <p style="margin: 0;">Página 1</p>
Sr. (s):    ESERSUM IND.CIA.LTDA .	01 F02865	No.:
Atención: _____		Fecha:

CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIT	% DESC	PRECIO FINAL
F17994	CIERRAPUERTA HIDRAULICA #3 NEGRO 65KG BEST VALUE	10	51.00	45.00	28.05
52005	WD-40 SPRAY 5.5 OZ	12	4.43	0.00	4.43
* 52005	WD-40 SPRAY 5.5 OZ	2	4.43	100.00	0.00
52011-W	WD-40 SPRAY 11 OZ 52211	12	6.98	0.00	6.98
* 52011-W	WD-40 SPRAY 11 OZ 52211	2	6.98	100.00	0.00
C87	LIMPIADOR CONTACTOS ELECTRICOS ELECTRONICOS 11 ONZAS 311 GRAMOS CYCLO	12	9.25	30.00	6.48
* C87	LIMPIADOR CONTACTOS ELECTRICOS ELECTRONICOS 11 ONZAS 311 GRAMOS CYCLO	1	9.25	100.00	0.00

*Nota: se muestra dos opciones de lubricación para maquina cortadora de canales, cotización obtenida del proveedor L. Henriques.*

## Anexo 18 Cronometro industrial

Seleccionar País [Rastrea tu Orden](#)

**ELICROM** Equipos Calibración Ambiente Ofertas Catálogo de Productos Quejas / Reclamos [ELISA ONLINE LOGIN](#)

Equipos de Laboratorio Instrumentación y Procesos

Inicio > Equipos de Laboratorio > Equipos y materiales eléctricos > Cronómetros y Temporizadores > Cronómetro digital PS-80

Cronómetros y Temporizadores, Equipos de Laboratorio, Equipos y materiales

### Cronómetro digital PS-80


Marca: ELICROM  
Código: PS-80  
Stock: **810 disponibles**

[Añadir a la lista de deseos](#) [Comparar](#)

[Facebook](#) [Twitter](#) [WhatsApp](#) [Email](#) [Telegram](#)

**\$15.00**

1 [Añadir al carrito](#)



Nota: en la figura adjunta se muestra un cronometro digital, cotización obtenida del proveedor Elicrom

## Anexo 19 Visualización página web Kywi

**Kywi**

**EL PRODUCTO ESTRELLA DE LA SEMANA**

Inicio / FERRETERIA / SENALETICA / SENALETICA DE SEGURIDAD / Letrero de señalización use protección personal 20 cm x 30 cm - ASTRO PUBLICIDAD

**ASTRO PUBLICIDAD**  
**Letrero de señalización use protección personal 20 cm x 30 cm - ASTRO PUBLICIDAD**

SKU: 228427

**\$4,61**  
Difíerelo a 1 cuotas de: \$4,61 sin interés

[AGREGAR AL CARRITO](#)

[30 días para cambios y devoluciones](#) [¿Tiene alguna consulta? Puede contactarnos por WhatsApp haciendo clic aquí.](#)

[DIFIERE](#)




Nota: se muestra letrero de uso de protección personal de 20x30cm.

## Anexo 20

### Página web de IMPROMEX

Inicio / Protección Auditiva / Tapón Auditivo Reutilizable con Estuche Delta Plus



**TAPÓN AUDITIVO REUTILIZABLE CON ESTUCHE DELTA PLUS**

Desde \$0.85


SKU: CONICFIT010 | CONICFIT100

Envase

Elige una opción

- 1 +

[Añadir al carrito](#)



Nota: tapones recomendados por el fabricante para el uso en industria ligera

## Anexo 21

### Costo material eléctrico y luminarias

<b>Costo de elementos</b>			
<b>Elementos lumínicos</b>	<b>Costo (unidad o metro)</b>	<b>cantidad requerida (unidades o metros)</b>	<b>Total</b>
<b>Luminaria led</b>			
Luminaria linear performance 75W 5000K 12000lm	\$ 44,60	18	\$ 802,80
Panel led redondo sobrepuesto 22W luz día 6500K	\$ 4,75	3	\$ 14,25
Luminaria led de 200W 5000K 6500K profesional	\$ 59,00	3	\$ 177,00
Ledvance linear 55W HV50000 LM8800	\$ 38,50	2	\$ 77,00
<b>Subtotal</b>			<b>\$ 1.071,05</b>
<b>Materiales eléctricos</b>			
tubería EMT de 3/4"	\$ 2,19	30	\$ 65,70
Grapa sencilla EMT de 3/4"	\$ 0,05	200	\$ 9,66
Union EMT de 3/4"	\$ 0,25	15	\$ 3,74
Conector EMT de 3/4"	\$ 0,25	15	\$ 3,74
Caja de empalme eléctrica de 4x4"	\$ 0,68	10	\$ 6,76
Taípe	\$ 0,79	5	\$ 3,97
Cable	\$ 3,22	200	\$ 643,50
<b>Subtotal</b>			<b>\$ 737,08</b>
<b>Elementos de prevención de ruido</b>			
Lubricante WD-40	\$ 6,98	2	\$ 13,96
Cronometro digital	\$ 15,00	1	\$ 15,00
Letreros de señalización	\$ 4,61	5	\$ 23,05
protección auditiva	\$ 0,85	80	\$ 68,00
<b>Subtotal</b>			<b>\$ 120,01</b>
<b>Total, Subtotales</b>			<b>\$ 1.928,14</b>
<b>IVA 15%</b>			<b>\$ 192,70</b>
<b>Costo total</b>			<b>\$ 2.120,83</b>

Nota: se detalla el costo de los materiales, tabla elaborada por el autor (2025)

## Anexo 22

Análisis de costo por reprocesos

### Análisis de Ineficiencia por Factores Ergonómicos y Ambientales

"Se ha identificado que la combinación de una deficiente percepción visual y la fatiga cognitiva derivada de la exposición al ruido genera una degradación en la precisión motriz del operario durante la jornada de faenamiento. Como caso de estudio, en el subproceso de almacenamiento de extremidades (patas), se cuantificó un evento de error operativo recurrente: la caída accidental del producto al suelo debido a la falta de nitidez en el entorno y a distracciones auditivas. Este incidente obliga al trabajador a interrumpir su flujo de producción para realizar actividades de recuperación y saneamiento del producto, lo que representa un tiempo de reproceso promedio de 60 segundos por cada hora de labor. Al extrapolar esta ineficiencia al tiempo total de la jornada, se evidencia una pérdida de tiempo productivo que impacta directamente en el rendimiento de la planta y aumenta los costos operativos por fatiga y desaprovechamiento del recurso humano."

<b>Segundos / hora</b>	$Valor\ por\ minuto = \frac{6,69\ valor\ por\ hora}{60\ minutos} = 0,1115$
<b>60</b>	
<b>Segundos / mes</b>	Valor mensual por trabajador= 72 x 0,1115 = 8,03
<b>4320</b>	
<b>Minutos al mes</b>	Valor mensual por 16 trabajadores= 8.03 x 16 = 128,44
<b>72</b>	
<b>Valor de cada hora de trabajo tomando en cuenta las 72 horas de jornada laboral en el camal al mes</b>	Costo anual de reprocesos = 128,44 x 12 = <b>\$1541,28</b>
<b>\$ 6,69</b>	

Nota: se puede observar el valor anual que representa un reproceso de 60 segundo por trabajador en el camal. Tabla realizada por el investigador (2025)

## Anexo 23

### Presupuesto de efectivo anual, VAN y TIR

datos para el analisis					TASA DE DESCUENTO		TASA MINIMA DE INTERES O GANANCIA QUE ESPERA DEL PROYECTO		
					10%				
inversión		5.230,13							
AÑO	INGRESOS	EGRESOS COSTO ANUAL LUMINARIA	FLUJO	VAN ANUAL		TIR	% de tasa de retorno		
0			-5230,13	-5230,13		13,08%			
1	1541,28	51,24	1490,04	\$1.354,58					
2	1541,28	51,24	1490,04	\$1.231,43					
3	1541,28	51,24	1490,04	\$1.119,49					
4	1541,28	51,24	1490,04	\$1.017,71		VAN \$418,28	valor actual neto		
5	1541,28	51,24	1490,04	\$925,20					
				\$5.648,41					

Nota: tabla de cálculos para flujos, VAN y TIR, elaborada por el autor (2025)

# Anexo 24

## Planilla de luz



OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

Número de autorización  
0502202601179005388100120019991257029210090189810



K200012328155

Información del Consumidor

VALOR TOTAL \$48.52

**CUENTA CONTRATO** 200012328155 Código Único 1401810394  
 Razón Social GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIAL RURAL DE CALACALI  
 RUC 1768117730001 Tipo de tarifa Arconel BTCS/SD05 - BT Entidades Oficiales  
 Geocódigo 1402U806000199 Unidad de Lectura 1402U806

Dirección del servicio GUAYAQUIL VIA A LA COSTA / CALACALI / CALACALI - QUITO

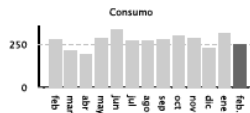
1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor 596779  
 Tipo consumo leído Días facturados 31  
 Fecha desde 04-01-2028 Fecha hasta 03-02-2028

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Int. Transfer.	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía activa total	03-02-2028	97019.00	96770.00	0.00	249.00	0.00	249.00	KWH	17.68

2. Valores pendientes

Saldo Planillas Anteriores 1 mes(es)	26.94
Subtotal Planillas Anteriores	26.94
<b>VALORES PENDIENTES (2)</b>	<b>26.94</b>



3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3)	0.00
------------------------------	------

"La presente factura no constituye título traslativo de dominio, sino únicamente la constancia de recibir un servicio público"

Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Valor Consumo	17.68
Comercialización	1.41
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	19.09
Servicio Alumbrado Público	2.48
Subtotal Alumbrado Público	2.48
Intereses por Mora	0.01
Subtotal Otros Rubros	0.01
Base I.V.A. 0%	21.57
I.V.A. 0%	0.00
Base Exento de IVA	0.01
Exento de IVA	0.00
<b>TOTAL SE Y AP (1)</b>	<b>21.58</b>

Formas de Pago

FORMA DE PAGO	VALOR	PLAZO	TIEMPO
SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	21.58	30	días



Subsidio Tarifa Eléctrica	19.82
<b>TOTAL:</b>	<b>19.82</b>

TOTAL (A)	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	21.58
Valores Pendientes (2)	26.94
Planes de Financiamiento (3)	0.00
<b>TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (A)</b>	<b>48.52</b>

Mensajes

Nota: se aprecia la planilla de luz y el consumo mensual actual

**Anexo 25**

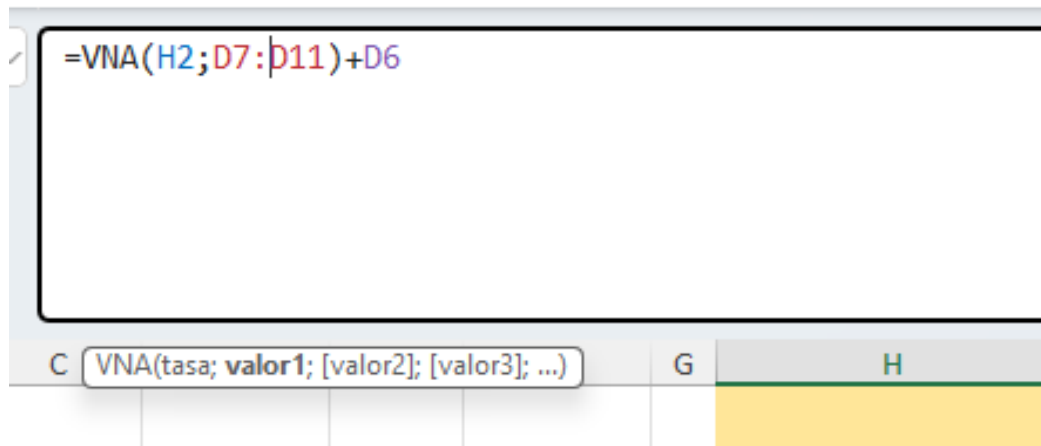
## Caculo de consumo

<b>kW</b>	<b>hor as</b>	<b>kWh</b>	<b>\$ valo r kWh</b>	<b>V/total kWh*V/k W promedio DIARIO</b>	<b>días de trabaj o</b>	<b>Costo mensua l</b>	<b>total, luminaria s</b>	<b>Valor total</b>
<b>0,075</b>	6	0,45	\$0,0 7	\$0,032	12	\$0,38	18	\$6,80
<b>0,2</b>	6	1,2	\$0,0 7	0,084	12	\$1,01	3	\$3,02
<b>0,055</b>	6	0,33	\$0,0 7	0,0231	12	\$0,28	2	\$0,55
<b>0,029</b>	6	0,17 4	\$0,0 7	0,01218	12	\$0,15	3	\$0,44
<b>Consumo mensual</b>								<b>\$10,82</b>

Nota.: se observa cálculos de kW/h por cada luminária que será instalada, tabla realizada por el autor (2025)

## Anexo 26

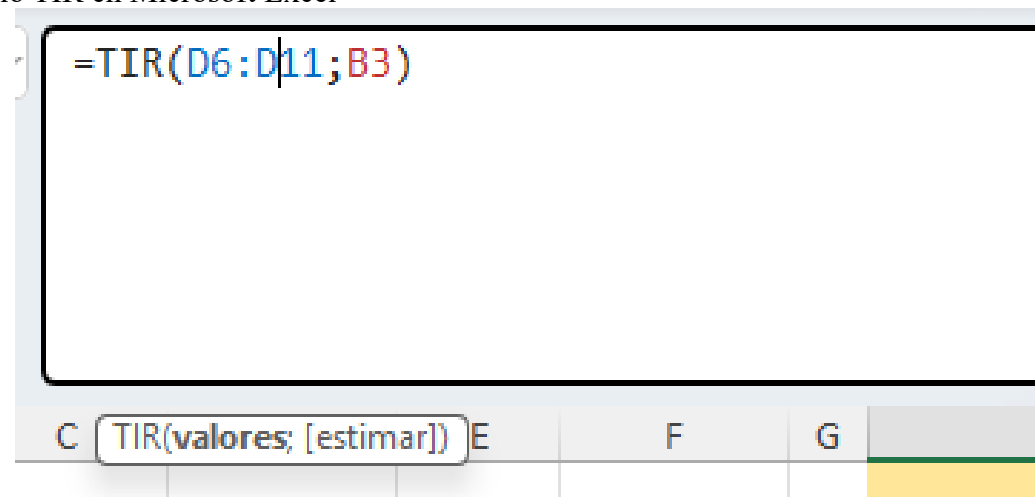
Cálculo VAN en Microsoft Excel



Nota: fórmula del VAN en la herramienta digital Microsoft Excel

## Anexo 27

Cálculo TIR en Microsoft Excel



Nota: fórmula del TIR en la herramienta digital Microsoft Excel

## Anexo 28

### Ficha técnica sonómetro SLM25

# SONOMETRO DE RUIDO SLM25



Este medidor Decibel con interfaz de PC es compacto y fácil de usar, mientras que le proporciona una lecturas precisas en una gama más amplia, este medidor de sonido puede leer entre 30dB ~ 130dB y capturar datos a un PC usando el software compatible (incluido en el set).

Las aplicaciones incluyen: Medición ambiental, aplicación de la ley, diseño de lugar de trabajo, análisis de nivel de sonido de maquinaria y motores.

#### DATO GENERAL.

- Marca: Innovative Industrial.
- Modelo: SLM25.
- Cod. Int: 11700

#### PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS:

- Nivel de sonido Rango: 30 a 130dB (Auto Ranging).
- Ponderación de frecuencia: A / C.
- Selección rápida / lenta de ponderación de tiempo.
- Función de retención máxima.
- Alta precisión.
- Visualización gráfica de barras.
- AC / Blanco.
- Función DC.
- Visualización de la hora y fecha.
- Configuración de la función de apagado automático.
- Alerta de Batería Baja.
- Certificado CE y Cumple con RoHS.

#### ESPECIFICACIONES

- Rango del nivel de sonido: 30 a 130dB.
- Precisión: + 1.5dB.
- Gama de frecuencia: 31.5Hz ~ 8.5kHz.
- Apagado automático.
- Selección de tiempo: rápido, lento.
- Batería: 4 \* pilas: AA.
- Retroiluminación, pantalla gráfica.
- Función de grabación, Con 32000 datos.
- Descargue los datos al ordenador con el software suministrado.
- Fuente de sonido de calibración: 94dB @ 1kHz
- Estándar aplicado: IEC651 tipo 2, ANSI SI.4 tipo 2
- Compatible Windows 10, 8, 7, Vista and XP (Do not run in Mac OS)

#### CONDICIONES DE OPERATIVIDAD Y ALMACENAMIENTO

- Temperatura: -10 a 50 ° C (14 a 140 ° F).
- Humedad: 10 ~ 75% RH.



#### PESO Y TAMAÑO

- Peso del producto: 413,9 gramos.
- Tamaño del producto: 9 x 2.5 x 1.5 pulgadas.

#### CONTENIDOS DEL PAQUETE

- 1x Probador de nivel de sonido.
- 1x CD Software.
- 1x cable USB.
- Cable de audio 1x 3.5MM.
- Manual en inglés.

Nota: ficha técnica del luxómetro utilizado en la investigación

## Anexo 29

Factor de reflexión

Superficie evaluada (áreas)	E1- reflectividad en superficie operativa	E2- lux en superficie operativa	$K_f$
<b>Noqueo, Desangrado, Descuerado, Cuarteo y Oreo</b>	15,53	91,1	17,05
	5,4	116	4,66
	9,42	140	6,73
	14,5	129	11,24
	5,82	167	3,49
	6,7	72	9,31
	17,29	88	19,65
	12,5	93	13,44
	10,2	109	9,36
<b>Limpieza de Vísceras</b>	7,86	26	30,23
	5,76	95	6,06
	7,69	115	6,69
	2,33	39	5,97
<b>Reposo de cueros 1</b>	14,75	129	11,43
	20,91	135	15,49
	16,12	379	4,25
	15,46	361	4,28
<b>Reposo de cueros 2</b>	1,86	49	3,80
	5,71	27	21,15
	1,22	97	1,26
	2,76	60	4,60
<b>Cuarto de máquinas 1</b>	7,84	77	10,18
	6,29	129	4,88
	6,95	116	5,99
	2,35	96	2,45
<b>Cuarto de máquinas 2</b>	8,31	57	14,58
	3,9	67	5,82
	11,21	80	14,01
	4,96	61	8,13
<b>Servicios higiénicos</b>	13,01	43	30,26
	26,67	248	10,75
	20,73	102	20,32
	17,93	38	47,18
<b>Área de descanso</b>	N/A	Sin iluminación	N/A
	N/A	Sin iluminación	N/A
	N/A	Sin iluminación	N/A
	N/A	Sin iluminación	N/A

Nota: *Calculo de los factores de reflexión en las superficies del camal, tabla elaborada por el investigador (2025)*