



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**“REDISEÑO DE ILUMINACION DE LA PLANTA DE PRODUCCION EN LA
EMPRESA PROINBE EN AMBATO EN EL AÑO 2021.”**

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

Autor

Rivera Monteros Christian Miguel

Tutor

Dr. Ayala Chauvin Manuel Ignacio

AMBATO – ECUADOR

2021

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

Yo Rivera Monteros Christian Miguel, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular con el nombre **““REDISEÑO DE ILUMINACION DE LA PLANTA DE PRODUCCION EN LA EMPRESA PROINBE EN AMBATO EN EL AÑO 2021”**, como requisito para optar al grado de “Ingeniero Industrial” 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 Ambato, a los 26 días del mes de Julio de 2021, firmo conforme:

Autor: Rivera Monteros Christian Miguel



Firma:

Número de Cédula: 1804864625

Dirección: Tungurahua_ Ambato _ Miñarica 2_ Roberto Andrade Benjamín Carrión

Correo Electrónico: christianrivera@indoamerica.edu.ec

Teléfono: 0962759968

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “**REDISEÑO DE ILUMINACION DE LA PLANTA DE PRODUCCION EN LA EMPRESA PROCESADORA INDUSTRIAL DE BEBIDAS “PROINBE” EN AMBATO EN EL AÑO 2021**” presentado por el estudiante Rivera Monteros Christian Miguel, para optar por el Título de 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.

Ambato, 26 Julio del 2021



.....
Dr. Ayala Chauvin Manuel Ignacio

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

Ambato, 26 de Julio 2020



.....
Rivera Monteros Christian Miguel
1804864625

APROBACIÓN DE LECTORES

El Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: “REDISEÑO DE ILUMINACION DE LA PLANTA DE PRODUCCION EN LA EMPRESA PROCESADORA INDUSTRIAL DE BEBIDAS “PROINBE” EN AMBATO EN EL AÑO 2021”, 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.

Ambato, 26 de julio del 2021



Ing. Saa Tapia Fernando David
Nombres y apellidos completos
LECTOR



Ing. Escudero Villa Pedro Fernando
Nombres y apellidos completos
LECTOR

DEDICATORIA

Comienzo dedicando este trabajo a Dios por darme la vida, y permitirme haber culminado una etapa más de mi vida.

A mis padres que siempre estuvieron a mi lado dándome su valiosa crianza que es la persona que soy hoy..

A mis hermanas que siempre han estado junto a mí para darme lo más valioso que es el cariño y amor tan sincero, junto con sus consejos.

RIVERA MONTEROS CHRISTIAN MIGUEL.

AGRADECIMIENTO

Utilizo este fragmento para agradecer a Dios por todas sus bendiciones, por darme fortaleza para salir adelante en los momentos más difíciles que aparecen en la vida. Agradezco de igual manera quienes, brindarme su apoyo todo el tiempo, hasta hoy que logro culminar con la carrera universitaria.

A mis hermanas que estuvieron presentes en todo momento, gracias por jamás abandonarme en ningún momento, quienes con su cariño me dieron la fuerza para llegar hasta este momento de mi vida.

GRACIAS

INDICE DE CONTENIDO

PORTADA.....	i
AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR.....	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
INDICE DE GRÁFICOS	xiii
INDICE DE ECUACIONES	xv
RESUMEN EJECUTIVO	xvi
ABSTRAK	xvii
CAPITULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES.....	3
JUSTIFICACIÓN	4
1.2 Objetivo general:.....	5
Rediseñar la iluminación de la planta de producción de la empresa Productora Industrial de Bebida “PROINBE”, ubicada en Ambato.....	5
1.2.1 Objetivos Específicos:.....	5
CAPITULO II	6
INGENIERÍA DEL PROYECTO	6
DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA:.....	6
2.1 Identificación de la Institución.....	6
2.2 Datos de la institución:	6
2.2.1 Misión de PROCESADORA INDUSTRIAL DE BEBIDAS “PROINBE”.....	7
2.2.2 Visión de PROCESADORA INDUSTRIAL DE BEBIDAS “PROINBE”.....	7
2.2.3 Valores	7
2.2.4 Organigrama Estructural.....	7
2.2.5 Maquinaria, Equipos Sistemas eléctricos, Materia Prima, Desechos.....	19
2.3 Área de estudio.....	20

2.4	Modelo operativo	21
	Rediseñar la iluminación de la planta de producción de la empresa Productora Industrial de Bebida “PROINBE”, ubicada en Ambato.	21
2.5	Desarrollo del modelo operativo	21
2.5.1	Reseña	22
2.5.2	Energía	23
2.5.3	Energía Eléctrica	23
2.5.4	Iluminación	23
2.5.5	Tipos de iluminación	23
2.5.6	Eficacia de la iluminación	26
	Tipos de aberturas para iluminación natural	27
2.5.7	Fundamentos de la iluminación natural	30
2.5.8	Iluminación Artificial	31
2.5.9	Parámetros de control del sistema de iluminación	35
2.6	Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008 condiciones de Iluminación en los centros de Trabajo.	36
2.6.2	Condiciones Críticas de Iluminación	39
2.6.3	Condiciones para el Corft Visual	40
2.6.4	Deslumbramiento	40
2.6.5	Iluminación; Iluminancia	40
2.6.6	Sistema de Iluminación	41
2.7	Niveles mínimos de iluminación de la norma NOM-025-STPS-2008.	41
2.8	Materiales y Métodos	43
2.9	Espacio de Estudio.	44
2.10	Metodología del Trabajo	45
2.10.1	Equipo de Medición	45
2.10.2	Puntos de Medición	46
2.10.3	División de las áreas de Medición.	47
	CAPITULO III	48
	PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS	48
3.1	Procedimiento	48
3.2	Instrumentación.	48
3.3	Evaluación del Factor de Reflexión.	49
3.4	Determinación de la iluminación promedio (Ep):	50
3.5	Medidas Realizadas:	51
3.6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LOS RESULTADOS DE LA MEDICIÓN	67
3.6.1	Conclusiones	67
3.6.2	Recomendaciones	67

3.7	PROPUESTA	68
3.7.1	Software Lumenlux.....	68
3.7.2	Condiciones Actuales	68
3.7.3	Datos y Resultados Actuales.....	70
3.7.4	Representación Grafica	71
3.8	Propuesta “REDISEÑO DE ILUMINACION DE LA PLANTA DE PRODUCCION EN LA EMPRESA PROINBE EN AMBATO EN EL AÑO 2021”	72
3.8.1	Distribución de las Luminarias.....	74
3.8.2	Datos y Resultados del Proyecto	75
3.8.3	Representación Grafica	76
3.9	COMPARATIVA DEL ANTES Y DESPUES	77
3.10	RESULTADOS ESPERADOS	77
3.11	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	79
3.12	ANÁLISIS DE COSTO	80
CAPÍTULO IV		82
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		82
4.1	Conclusiones	82
4.2	Recomendaciones	83
BIBLIOGRAFIA		84
ANEXOS		85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Se indica el área a tratar en la siguiente propuesta metodológica con respecto al área de estudio.....	20
Tabla 2 Puntos mínimos para el cálculo de la iluminación media.....	27
Tabla 3 Aberturas e iluminaciones.....	28
Tabla 4 Norma COVENIN 2249-93 (iluminancias en tareas y áreas de trabajo).....	38
Tabla 5 Niveles mínimos de iluminación de la Norma NOM-025-STPS-2008.....	42
Tabla 6 Estudio realizado en diferentes mediciones, utilizado para dar las conclusiones y recomendaciones arrojadas por el luxómetro	45
Tabla 7 Estudio realizado en diferentes mediciones, utilizado para dar las conclusiones y recomendaciones arrojadas por el luxómetro.....	52
Tabla 8 Estudio realizado en diferentes mediciones, utilizado para dar las conclusiones y recomendaciones arrojadas por el luxómetro.....	54
Tabla 9 Estudio realizado en diferentes mediciones, utilizado para dar las conclusiones y recomendaciones arrojadas por el luxómetro.....	57
Tabla 10 Estudio realizado en diferentes mediciones, utilizado para dar las conclusiones y recomendaciones arrojadas por el luxómetro.....	59
Tabla 11 Estudio realizado en diferentes mediciones, utilizado para dar las conclusiones y recomendaciones arrojadas por el luxómetro.....	61
Tabla 12 Estudio realizado en diferentes mediciones, utilizado para dar las conclusiones y recomendaciones arrojadas por el luxómetro.....	64
Tabla 13 Promedio de las tomas de las 6 áreas de “PROINBE” de iluminación mixta	66
Tabla 14 Tabla comparativa del antes vs el después.....	77
Tabla 15 Cronograma de actividades	79
Tabla 16 Costos	81

INDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1	Organigrama estructural de “PROINBE”.....	8
Diagrama 2	Organigrama estructural de “PROINBE” proceso de Embotellado.	9
Diagrama 3	Organigrama estructural de “PROINBE” proceso de Lavado de botella.....	11
Diagrama 4	Organigrama estructural de “PROINBE” proceso de Preparación de Productos.....	13
Diagrama 5	Organigrama estructural de “PROINBE” proceso Administrativo.....	15
Diagrama 6	Organigrama estructural de “PROINBE” proceso de Ventas.....	17
Diagrama 7	Organigrama estructural de “PROINBE” proceso de Transporte.....	18
Diagrama 8	Modelo operativo de “PROINBE” del Rediseño de iluminación de la planta industrial de Procesadora Industrial de Bebidas“PROINBE”2021.....	21

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfica 1	PROCESADORA INDUSTRIAL DE BEBIDAS “PROINBE”	4
Gráfica 2	Desarrollo de la Luz	22
Gráfica 3	Ubicación de Ventanas	29
Gráfica 4	Aberturas e iluminación.....	29
Gráfica 5	Tipos de radiación.....	31
Gráfica 6	Factor ventanas.....	33
Gráfica 7	Factor de reducción ventana-muro.....	34
Gráfica 8	Representación de los 5 Sistemas de iluminación para iluminar una habitación...41	
Gráfica 9	Plano de PROCESADORA INDUSTRIAL DE BEBIDAS “PROINBE”	44
Gráfica 10	Medidor digital de luz, modelo LX 1330B.....	46
Gráfica 11	Plano de PROCESADORA INDUSTRIAL DE BEBIDAS “PROINBE”,áreas y puntos a tomar mediciones	47
Gráfica 12:	Área 1, iluminación mixta	53
Gráfica 13:	Área 1, iluminación natural	53
Gráfica 14:	Área 2, iluminación mixta	55
Gráfica 15:	Área 2, iluminación natural	56
Gráfica 16:	Área 2, iluminación natural	56
Gráfica 17:	Área 3, iluminación mixta	58
Gráfica 18:	Área 3, iluminación natural	58
Gráfica 19:	Área 4, iluminación mixta	60
Gráfica 20:	Área 4, iluminación natural	61
Gráfica 21:	Área 4, iluminación natural	61
Gráfica 22:	Área 5, iluminación mixta	62
Gráfica 23:	Área 5, iluminación mixta	62
Gráfica 24:	Área 5, iluminación natural	63
Gráfica 25:	Área 6, iluminación mixta	65

Gráfica 26: Área 6, iluminación natural	66
Gráfica 27: Selección de luminarias interiores condiciones actuales	69
Gráfica 28: Alumbrado de Interiores condiciones actuales	70
Gráfica 29: Distribución de luminarias actuales	70
Gráfica 30: Datos y Resultados de luminarias actuales	71
Gráfica 31: Iluminación plano de trabajo luminarias actuales	71
Gráfica 32: Iluminación plano de trabajo luminarias actuales 3D.....	72
Gráfica 33: Selección de luminarias interiores propuesta	73
Gráfica 34: Alumbrado de Interiores propuesta	74
Gráfica 35: Distribución de luminarias propuesta	74
Gráfica 36: Datos y Resultados de luminarias propuestas	75
Gráfica 37: Iluminación plano de trabajo luminarias propuesta	76
Gráfica 38: Iluminación plano de trabajo luminarias 3D propuesta	76

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Cálculo del VEEI.....	26
Ecuación 2. Cálculo del parámetro k	27
Ecuación 3. DIN 5034.....	32
Ecuación 4. Cálculo del factor f	33
Ecuación 5. Lux.....	41
Ecuación 6. Número de zonas.....	46
Ecuación 7. Factor de reflexión.....	50
Ecuación 8. Nivel promedio.....	50

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA
COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: REDISEÑO DE ILUMINACION DE LA PLANTA DE PRODUCCION EN LA EMPRESA PROCESADORA INDUSTRIAL DE BEBIDAS “PROINBE” EN AMBATO EN EL AÑO 2021.

AUTOR: Rivera Monteros Christian Miguel

TUTOR: Dr. Ayala Chauvin Manuel Ignacio.

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente proyecto de propuesta metodológica se realizó en la Empresa PROCESADORA INDUSTRIAL DE BEBIDAS “PROINBE”, ubicada en la ciudad de Ambato con cobertura en todo el territorio nacional, que se dedica a la fabricación de: envasado, empaçado y comercialización de bebidas de distinta índole, dispone de maquinaria de alta tecnología con elevados estándares de calidad, garantiza así la calidad de nuestros productos en sus marcas: MONTIJO, DRONK LIT, AQUA LIVE.

Adicionalmente brinda asesoría técnica y tecnológica para la elaboración, desarrollo y producción de bebidas; servicio de maquila, el presente documento mostrara el estudio y diseño de la iluminación utilizando medios naturales o artificiales en la planta de la Empresa PROCESADORA INDUSTRIAL DE BEBIDAS “PROINBE”.

En primer lugar se realizó una medición de las condiciones lumínicas actuales según la distribución de las distintas áreas ubicadas en el galpón, planteando con los conceptos teóricos necesarios para el estudio lumínico para con el estudio cumplan con las limitaciones técnicas. Con lo que se pondrá a consideración la opción de iluminación natural más eficaz, y el análisis de la iluminación mixta que justifique su inversión con el ahorro energético generado con la iluminación natural.

Palabras Claves: Iluminación, Medición, Evaluación y Diseño.

TECHNOLOGICAL UNIVERSITY INDOAMERICA
FACULTY OF ENGINEERING AND INFORMATION AND COMMUNICATION
TECHNOLOGIES
INDUSTRIAL ENGINEERING CAREER

THEME: “REDESIGN OF LIGHTING OF THE PRODUCTION PLANT IN THE INDUSTRIAL BEVERAGE PROCESSING COMPANY "PROINBE" IN AMBATO IN 2021.”

AUTHOR: Rivera Monteros Christian Miguel.

TUTOR: PHd. Ayala Chavin Manuel Ignacio.

ABSTRAK

In the present project of methodological proposal was carried out in the company PROCESADORA INDUSTRIAL DE BEBIDAS "PROINBE", located in the city of Ambato with coverage throughout the national territory, which is dedicated to the manufacture of: bottling, packaging and marketing of beverages of different kinds, has high-tech machinery with high quality standards, thus ensuring the quality of our products in their brands: MONTIJO, DRONK LIT, AQUA LIVE.

Additionally, it provides technical and technological advice for the elaboration, development and production of beverages; maquila service, this document will show the study and design of lighting using natural or artificial means in the plant of the company PROCESADORA INDUSTRIAL DE BEBIDAS "PROINBE".

First of all, a measurement of the current lighting conditions was made according to the distribution of the different areas located in the shed, presenting the theoretical concepts necessary for the lighting study in order to comply with the technical limitations.

With this, the most efficient natural lighting option will be considered, and the analysis of the mixed lighting that justifies its investment with the energy savings generated with natural lighting.

Clever Words: Lighting, Measurement, Evaluation and Design.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En la presente tesis se aborda el planteamiento del rediseño del sistema de iluminación en la Planta de la empresa Procesadora Industrial de Bebidas “PROINBE” ubicada en la ciudad Ambato, mediante procesos bibliográficos, de campo, e inductores a normas internacionales se plantea una propuesta metodológica. Para ello se revisó también investigaciones extranjeras, nacionales y locales sobre temas que abordaron temas relacionados con la presente propuesta metodológica.

La empresa Mediterránea Mellis S.L. ubicada en la localidad de Montserrat, en la provincia de Valencia que se dedica a la producción y procesado de miel para abastecer tanto supermercados nacionales como internacionales, así como actúa como intermediario en transiciones a granel en operaciones internacionales. La entidad cuenta con un total de tres naves en su propiedad, que se distribuyen como una planta principal y dos que actúan como instalaciones de apoyo. Una de estas últimas fue objeto de diseño debido a que se encuentra iluminada por medios artificiales en su totalidad. En este punto, y con el fin de minimizar costes y mejorar la eficiencia energética, la empresa decidió realizar un estudio económico de la viabilidad de transformar un sistema de iluminación artificial a un sistema de iluminación mixta. Donde se plasmó el estudio analítico de las condiciones lumínicas necesarias en función de los requerimientos presentados en la nave industrial, representación en 3D de la nave y estudio de la distribución en planta en relación con los requerimientos lumínicos, se diseñó de las diferentes alternativas presentes para suplir la demanda de luz y selección en cada caso de la mejor alternativa, adicionalmente se analizó de la normativa establecida en relación con la iluminación en el sector de trabajo de forma que se garantice la seguridad de los operarios, conceptualizando los puntos críticos y sugerencias de mejora mediante la simulación en un

software de estudio lumínico DIALux, así como un análisis económico de la viabilidad de suplir las necesidades lumínicas de forma artificial de natural total o bien porcentual, resultando en iluminaciones mixtas, valorando la iluminación natural frente iluminación artificial observando las diferencias económicas, así como de las alternativas intermedias y por ultimo diseñando y valorando el sistema de iluminación natural o mixto más eficiente (Ribes Navarro 2020, 12–13).

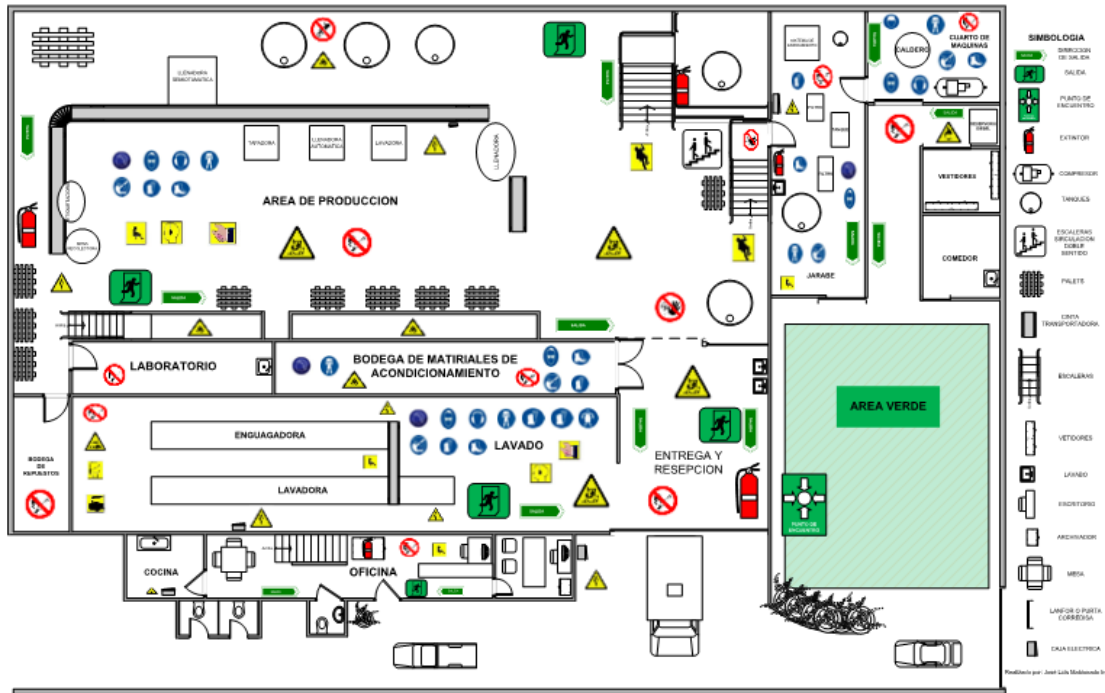
En Ecuador tenemos la siguiente investigación “DISEÑO DE ILUMINACIÓN CON LUMINARIAS BASADO EN EL CONCEPTO EFICIENCIA ENERGÉTICA Y CONFORT VISUAL, IMPLEMENTACIÓN DE ESTRUCTURA PARA PRUEBAS” que establece un diseño basado en los niveles de iluminación, uniformidad requerida, exigencia visual según el ambiente, limitación de deslumbramiento, color de la luz y reproducción cromática recomendada por normas internacionales recomendadas IESNA (Illuminating Engineering Society of North America), la CIE (Commission Internationale de l’éclairage) , la UNE (Norma Española) o SMII (Sociedad Mexicana de Ingenieros de Iluminación), adicionalmente las simulaciones de ejemplos prácticos reales mediante el software Dialux para conocer con detalle el comportamiento de las luminarias tipo Led (Castro Guaman and Murillo Posligua 2015, 21–22).

En Ambato existe el siguiente estudio “CONDICIONES DE ILUMINACIÓN QUE INCIDEN EN EL CONFORT VISUAL DE LOS OCUPANTES DE LABORATORIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO - CAMPUS HUACHI” , donde se establece evaluar las condiciones de iluminación de los laboratorios de la Universidad Técnica de Ambato en su campus Huachi y la incidencia que éstas tiene sobre el confort de sus ocupantes, evaluación de iluminación se la realiza con un luxómetro Sper Scientific modelo 850007C, los datos de nivel de iluminación y uniformidad encontrados son comparados con los requerimientos de la norma UNE 12464.1:2012 Iluminación para Interiores, para evaluar el confort visual, se emplea el cuestionario para evaluación subjetiva del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España verificando la existencia de correlación entre ambas variables, se la realiza mediante el coeficiente de Spearman. Finalmente analizando como la configuración de los edificios pueden ayudar a optimizar el aprovechamiento de luz natural para mejorar las condiciones del nivel de iluminación y uniformidad con un menor consumo energético en el interior de los laboratorios estudiados dicho análisis se lo realizo con el OpenSource DIALux (Morejón Miniguano 2017).

Para el presente estudio se tomara en cuenta si la empresa ha realizado algún estudio de iluminación para tomar como punto de partida, de no contar con esa información se procederá a levantar información, así como describir el tipo de iluminación que posee: si solo es iluminación Natural, Artificial o Mixta, con la ayuda del medidor digital de luz modelo LX 1330B se medirá el nivel de iluminación para verificar las condiciones de trabajo, esta toma de mediciones se realizaran en el transcurso de las horas laborales ya que ellos mantienen la jornada laboral matutina de 8 horas no realizan trabajos en las noches con lo cual se determinara si cumple la Norma NOM-025-STPS-2008, se tomara en cuenta otros estudios como referencia para poder realizar el Rediseño de la iluminación, una vez levantada la información con la medición en las distintas áreas de trabajo de la planta de “PROINBE” , con la ayuda del software LUMENLUX se verificara si cumple con la Norma NOM-025-STPS-2008 o necesita realizar cambios, finalmente se realizara las conclusiones y recomendaciones para el Rediseño de la iluminación y mejora de la misma.

1.1 Antecedentes.

Dentro del proceso del estudio se consultó al Propietario y Gerente de la empresa PROCESADORA INDUSTRIAL DE BEBIDAS “PROINBE” si cuenta con algún estudio de iluminación, mismo que manifiesta que no se ha realizado ningún estudio previo a al proyecto de tesis, por lo que se efectuara un análisis previo con mediciones de las áreas de trabajo, para poder contar con datos actualizados y que sirva de referente al rediseño de la iluminación.



Gráfica 1 PROCESADORA INDUSTRIAL DE BEBIDAS “PROINBE”

Fuente: (PLAN DE RIESGOS RAUL ESPARZA PROINBE 2016 2016)

Justificación.

El presente trabajo es **importante** debido a la situación actual de la empresa PROCESADORA INDUSTRIAL DE BEBIDAS “PROINBE” para la relación del cumplimiento de las leyes vigentes de la iluminación dentro del país, en lo que respecta a temas de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.

La **factibilidad** para el desarrollo de la investigación gracias a la colaboración de los directivos de la empresa, así como del personal que ha demostrado predisposición para participar y cambiar su cultura de seguridad.

El trabajo contribuye con el **impacto** de prevenir la falta de Iluminación en la planta dando cumplimiento de Seguridad y Medio Ambiente de la EMPRESA PROCESADORA INDUSTRIAL DE BEBIDAS “PROINBE”.

Los **beneficiarios** directos serán los trabajadores de la empresa, mediante la evaluación de Iluminación se brindará toda la información necesaria para prevenir o minimizar los riesgos físicos a los que están expuestos en cada una de las áreas de trabajo y así prevenir la ocurrencia de enfermedades profesionales con el transcurso de los años.

1.2 Objetivo general:

Rediseñar la iluminación de la planta de producción de la empresa Productora Industrial de Bebida “PROINBE”, ubicada en Ambato.

1.2.1 Objetivos Específicos:

- Evaluar los niveles de iluminación de la planta de producción de la empresa PROINBE, utilizando la norma NOM-025-STPS-2008.
- Establecer los criterios de acondicionamiento de la iluminación de la planta de producción de la empresa PROINBE.
- Diseñar la nueva iluminación de la planta de producción de PROINBE mediante el software LUMENLUX.

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA:

2.1 Identificación de la Institución

En la empresa PROCESADORA INDUSTRIAL DE BEBIDAS “PROINBE”, se encuentran distintas áreas las cuales son: Lavado, Preparación, Envasado, Bodega de Producto Terminado, Bodega de Materia Prima, Laboratorio, el estudio se efectuó en el área de Envasado, donde la falta de iluminación no permitía tener un ambiente adecuado para los trabajadores que se encontraban en dicha área, la falta de iluminación natural, es causada por que se encuentran dañadas las planchas transparentes del techo y por no realizar un estudio adecuado para la colocación de luminarias necesarias y adecuadas en el área, ni considerando ninguna Norma Nacional o Internacional con respecto a iluminación, para evitar posteriores enfermedades profesionales en los trabajadores por la falta o abundancia de luz en diferentes áreas de trabajo ya que en las instalaciones de las luminarias actuales no se ha determinado: distribución homogénea, ni altura, ni tipo de luminaria adecuada para cumplir con las condiciones adecuadas para el trabajo y que pueda tener las condiciones mínimas requeridas para tener los lux necesarios para no causar algún daño a los trabajadores.

2.2 Datos de la institución:

Empresa: EMPRESA PROCESADORA INDUSTRIAL DE BEBIDAS “PROINBE”.

Dirección: Ambato, calles Av. Manuelita Sáenz s/n y Franco Dávila.

Teléfono: 032586396

E-mail: proinbe_59@yahoo.com

EMPRESA PROCESADORA INDUSTRIAL DE BEBIDAS “PROINBE” creada desde junio de 1997, tiene como actividad económica la Producción y venta de Bebidas Alcohólicas y no alcohólicas; viene incursionando en el mercado con productos innovadores que reúnen todas las exigencias de calidad bajo los estándares exigidos a nivel nacional e internacional; durante todo este lapso de tiempo hemos incursionado en el mercado con varios productos de producción propia como son: Licores de marca “Montijo” y “Dronk Lit” y una bebida natural de Flor de Jamaica “Aqua Live”.

2.2.1 Misión de PROCESADORA INDUSTRIAL DE BEBIDAS “PROINBE”

Ser una entidad pionera en el perfeccionamiento, producción y comercialización de bebidas alcohólicas y no alcohólicas, para satisfacer los gustos y necesidades de los clientes.

2.2.2 Visión de PROCESADORA INDUSTRIAL DE BEBIDAS “PROINBE”.

Ser una empresa competitiva, reconocida por su trabajo en el desarrollo de bebidas y ofrecer productos que superen las expectativas de los consumidores y clientes en los distintos mercados, atendiendo a sus consumidores, agregando valor, calidad y tecnología.

2.2.3 Valores

- Compromiso social
- Respeto
- Lealtad
- Cumplimiento del marco Legal
- Satisfacción del cliente
- Trabajo en equipo
- Mejoramiento continuo.

2.2.4 Organigrama Estructural

La presente estructura administrativa de la empresa PROCESADORA INDUSTRIAL DE BEBIDAS “PROINBE” ratifica la funcionalidad actual de la institución y es de aplicación inmediata y permanente.

En la Ilustración 1 se ve representado el organigrama estructural de la empresa PROCESADORA INDUSTRIAL DE BEBIDAS “PROINBE”, distinguiéndose como parte de la prefectura el departamento operativo de la Empresa.

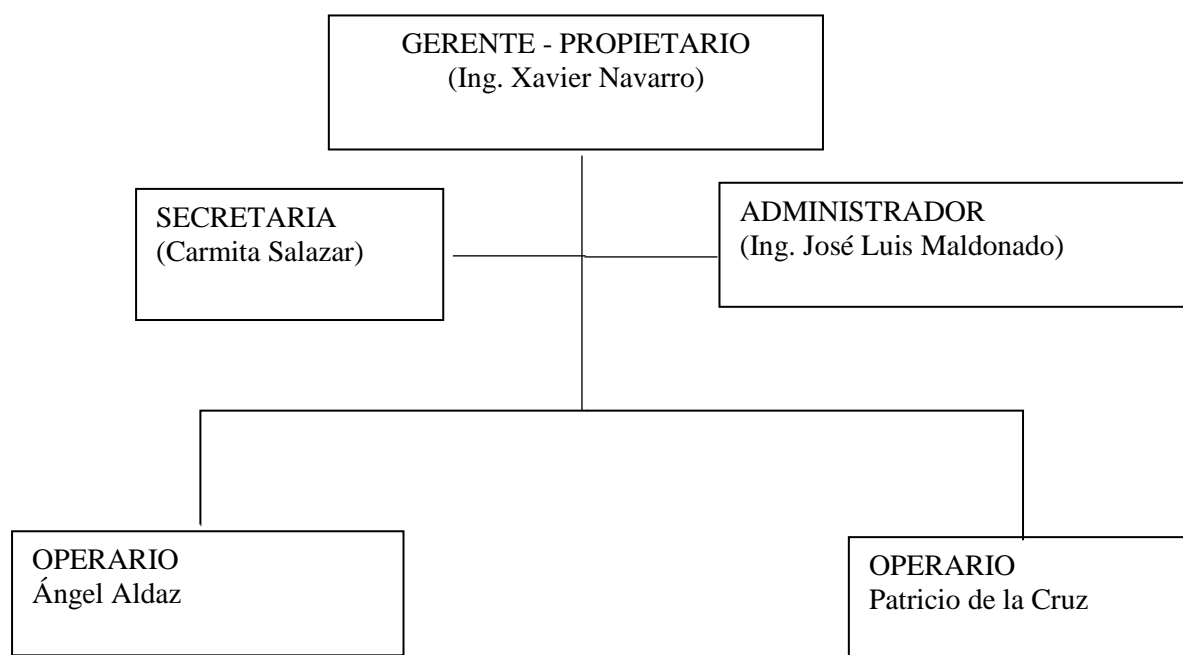


Diagrama 1 Organigrama estructural de “PROINBE”.

Elaborado por: Christian Miguel Rivera

La Empresa PROCESADORA INDUSTRIAL DE BEBIDAS “PROINBE”, tiene los siguientes procesos:

2.2.4.1 Embotellado

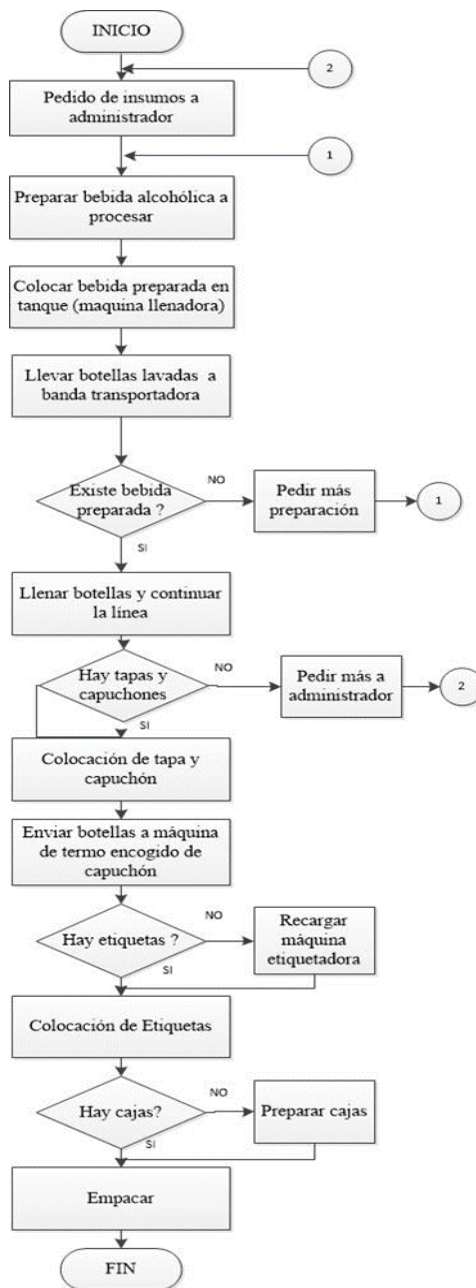


Diagrama 2 Organigrama estructural de "PROINBE" proceso de Embotellado.

Elaborado por: Christian Miguel Rivera

Descripción de Proceso de Embotellado

- El envase en vidrio es el escogido para mantener el producto en las condiciones necesarias para la preservación del Licor ya que es amorfo, insoluble, resistente a la acción de ácidos y bases, inerte e inalterable.

- El primer paso en el proceso de embotellado es realizar el requerimiento a la administración una vez adquirida la botella y luego de prepararla (Lavado) para poder ser utilizada en la línea de envasado.
- Luego se prepara el Licor o la Bebida Natural en la sala de jarabes dependiendo el requerimiento de ese momento, se envía por medio de una bomba a uno de los tanques específicos para el producto.
- Con las botellas en la línea y el producto en los tanques se procede al envasado. En este momento, en la botella se dosifica con un volumen exacto, en este mismo período se suele añadir una atmósfera de gas nitrógeno en el caso de la Bebida Natural, con el objetivo de que el producto no se dañe. Existen dos tipos de llenado: por gravedad o caída libre y al vacío o sobrepresión.
- Tras el llenado viene el taponado, normalmente con tapa metálica o plástica dependiendo el producto a envasar.
- El encapsulado de plástico (capuchón) o etiqueta termoencogible dependiendo el producto, mismo que protege el cuello de la botella y la tapa al polvo, la sequedad y el deterioro, asegurando su inviolabilidad.
- La botella pasa por el horno de termo encogido para sellar el capuchón o etiqueta termoencogible.
- Luego procede a la maquina etiquetadora para el caso del Licor la cual automáticamente censa la botella para proporcionar la etiqueta y colocarla en su lugar, la etiqueta contiene la información que es obligatoria por ley.
- Por último el envase continúa por la línea a una mesa de acumulación para ser empacado y colocado en pallets para res llevado al área de bodega.

2.2.4.2 Lavado de botellas

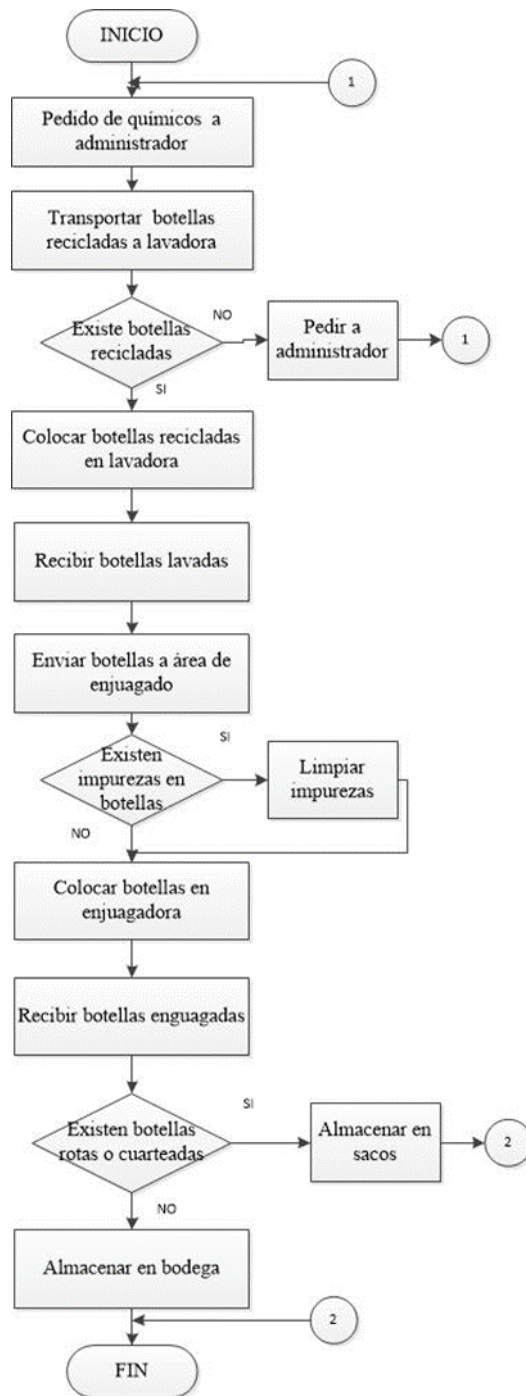


Diagrama 3 Organigrama estructural de “PROINBE” proceso de Lavado de botella.

Elaborado por: Christian Miguel Rivera

Descripción de Proceso de Lavado

Dentro del proceso de embotellado existe un subproceso que es la preparación de los envases a hacer utilizados dicho proceso comprende:

- Se solicita a la administración los productos químicos necesarios para la limpieza de los envases.
- Las botellas son llevadas a la banda transportadora para su colocación en la cinta de la lavadora, donde entran en el tanque que contiene el químico de limpieza donde reposan por unos 45 minutos.
- Luego son colocadas por ayuda mecánica sobre la banda y trasladadas a la enjuagadora donde se retira todo exceso de químico., en este punto se retira botellas; rotas, sucias o que contengan cualquier impureza mediante la inspección visual del operario.
- Las botellas en buen estado luego de la inspección se colocan en coches, para poder trasladar los envases del área de Lavado a Bodega y de ahí al Embotellado.

2.2.4.3 Preparación de Productos

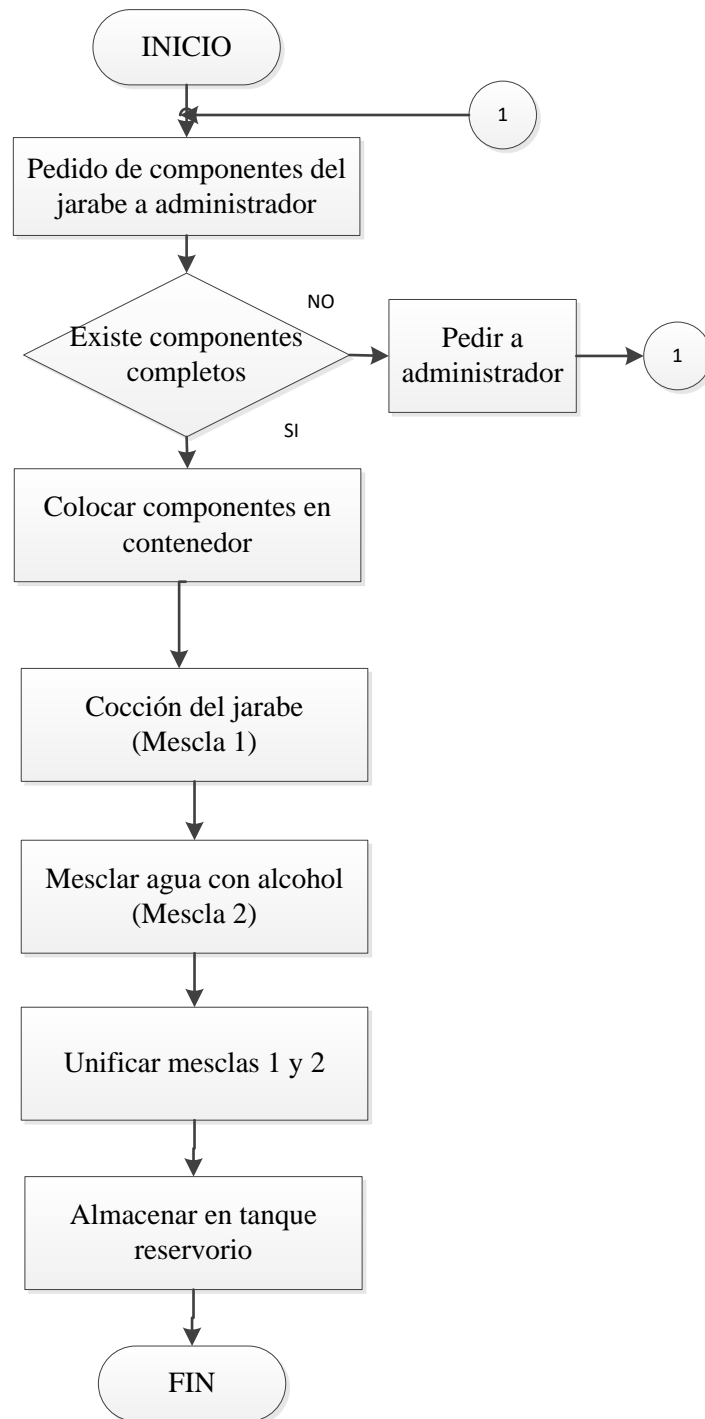


Diagrama 4 Organigrama estructural de “PROINBE” proceso de Preparación de Productos.

Elaborado por: Christian Miguel Rivera

Descripción de Preparación de Producto

Otro sub proceso dentro del Embotellado es la preparación del Producto, donde:

- Primero con la orden de producción se determina que producto se va a preparar y se pide las materias primas a la administración.
- Una vez entregadas las materias primas se procede a realizar la preparación de jarabe, extracto, dependiendo del producto.
- Luego en un tanque se mezcla todos los componentes, para homogenizarlos.
- Finalmente por medio de una bomba se coloca el producto en un tanque reservorio.

2.2.4.4 Administración

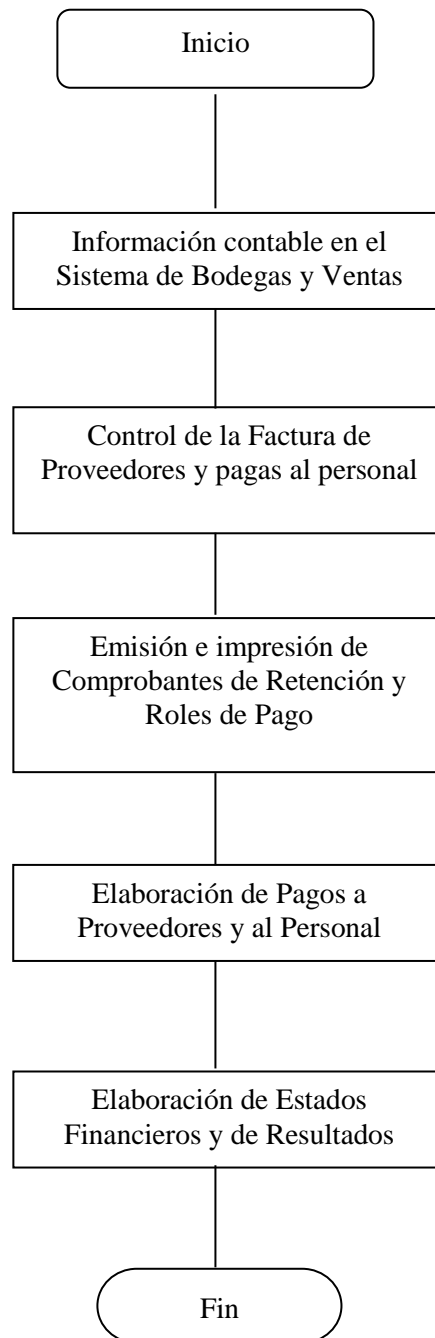


Diagrama 5 Organigrama estructural de “PROINBE” proceso Administrativo.

Elaborado por: Christian Miguel Rivera

Descripción del Proceso Administrativo

En este proceso se gestiona toda la información financiera del negocio como son:

- Información Contable: Bodega y Ventas
- Facturación y pagos al personal.
- Emisión e impresión de Retenciones y Roles de Pagos.
- Emisión de estados Financieros y Resultados.

Todo este proceso se realiza con ayuda de un Sistema de Facturación y Venta (GEMINIS), el cual es alimentado de información de facturas tanto de ventas como de compra de materias primas, insumos y materiales de acondicionamiento y el sistema genera los reportes.

2.2.4.5 Ventas

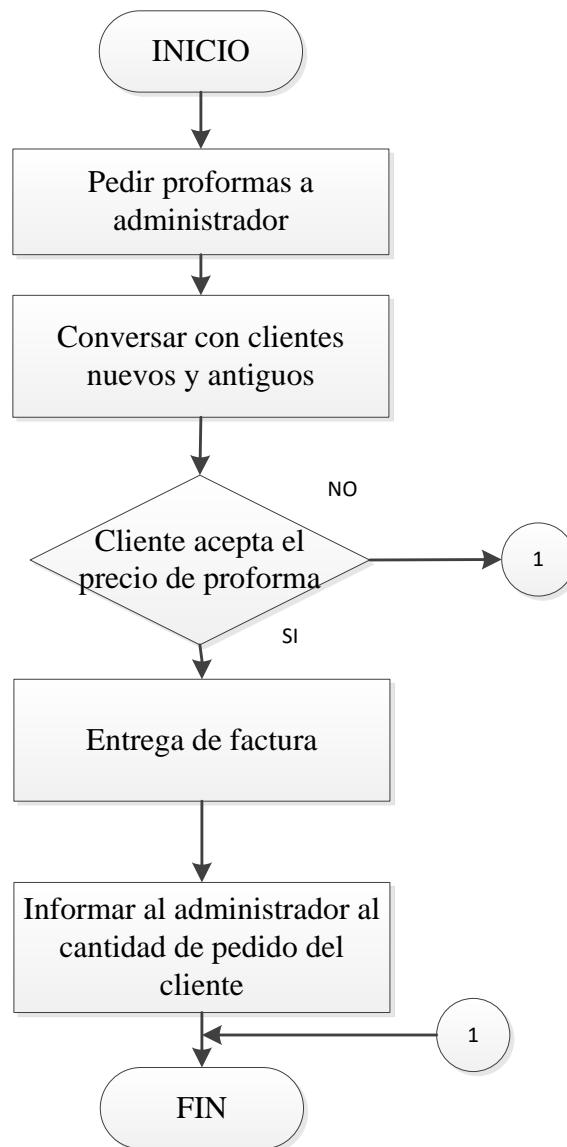


Diagrama 6 Organigrama estructural de “PROINBE” proceso de Ventas.

Elaborado por: Christian Miguel Rivera

Descripción del proceso de Ventas

- El cliente (Vendedor o Distribuidor) pide a la administración una proforma.
- Este conversa con el cliente (comprador final).
- Cuando se llega a un acuerdo se emite la factura.
- Se hace el requerimiento del producto a la administración.

2.2.4.6 Transporte

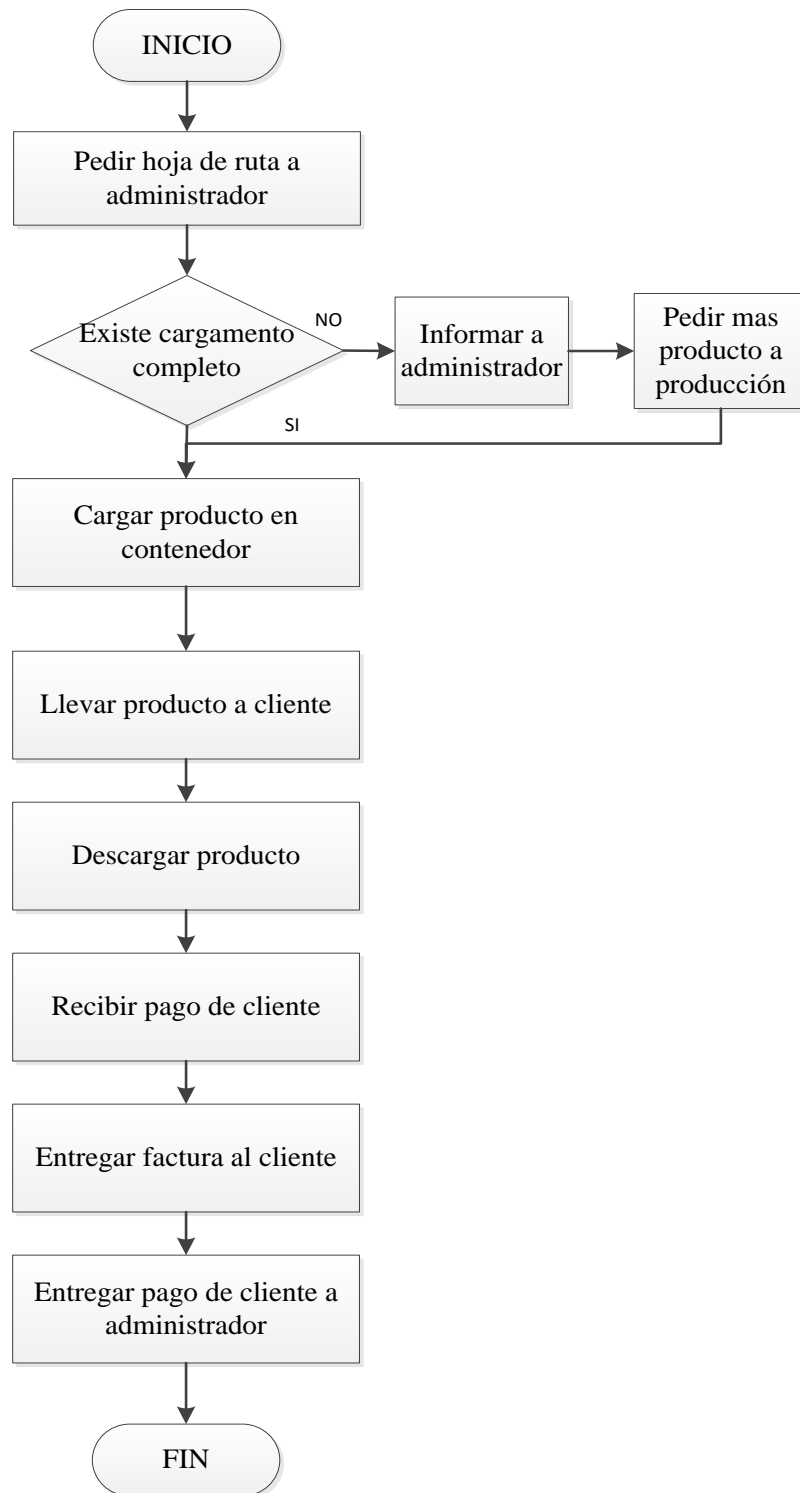


Diagrama 7 Organigrama estructural de “PROINBE” proceso de Transporte.

Elaborado por: Christian Miguel Rivera

Descripción del Proceso de Transporte.

El transporte es el responsable de mover el producto terminado, entre empresa y clientes que se encuentran dispersos geográficamente, y agrega valor a los productos transportados cuando estos son entregados a tiempo, sin daños y en las cantidades requeridas.

- Con las facturas el vendedor o distribuidor realiza una hoja de ruta el cual es entregado a la administración.
- Se verifica que exista en bodega todo el producto requerido,
- Si existe el producto se carga en el vehículo requerido, esto depende de la cantidad a entregar ya que cada vehículo tiene su capacidad de carga se dispone de dos vehículos una furgoneta de capacidad de 1 tonelada y un camión de 3.5 toneladas.
- Se procede a entregar el producto descargándolo del vehículo, se verifica que la cantidad entregada con el cliente para que se constante que lo que se especifica en la factura este bien.
- Se entrega la factura al cliente y se cobra la misma.
- Se entrega el cobro de los clientes de la jornada a la administración.

2.2.5 Maquinaria, Equipos Sistemas eléctricos, Materia Prima, Desechos.

2.2.5.1 Maquinaria

- Caldero Industrial producción nacional 10Hp de potencia
- Pasteurizador
- Manganita
- Montacargas a Gasolina
- Horno en base a niquelinas

2.2.5.2 Sistema Eléctrico

- Enchufes a 110 y 220
- Contactares
- Protección a Tierra
- PIAs
- IGA

- ICP

2.2.5.3 Equipos de Oficina

- La Empresa cuenta con equipos de cómputo, impresoras, muebles.

2.2.5.4 Materia Prima Utilizada.

- Botellas recicladas de vidrio
- Tapas plásticas
- Capuchones plásticos
- Etiquetas de papel

2.2.5.5 Desechos Generados

- Los desechos generados son:
- Lodos por remoción de etiquetas
- Vidrio de botellas rotas o cuarteadas
- Desechos de oficina (papel, etc.)
- Papel de etiquetas
- Cartón de empaqueo de productos

2.3 Área de estudio

Tabla 1 Se indica el área a tratar en la siguiente propuesta metodológica con respecto al área de estudio.

Dominio	Tecnología y Sociedad
Línea de investigación	Empresa y Productividad
Campo	Ingeniería Industrial
Área	Procesos
Aspecto	Rediseño
Objeto de estudio	Empresa Proinbe
Periodo de análisis	Abril – Julio

Elaborado por: Christian Miguel Rivera

2.4 Modelo operativo

Rediseño del sistema de Iluminación

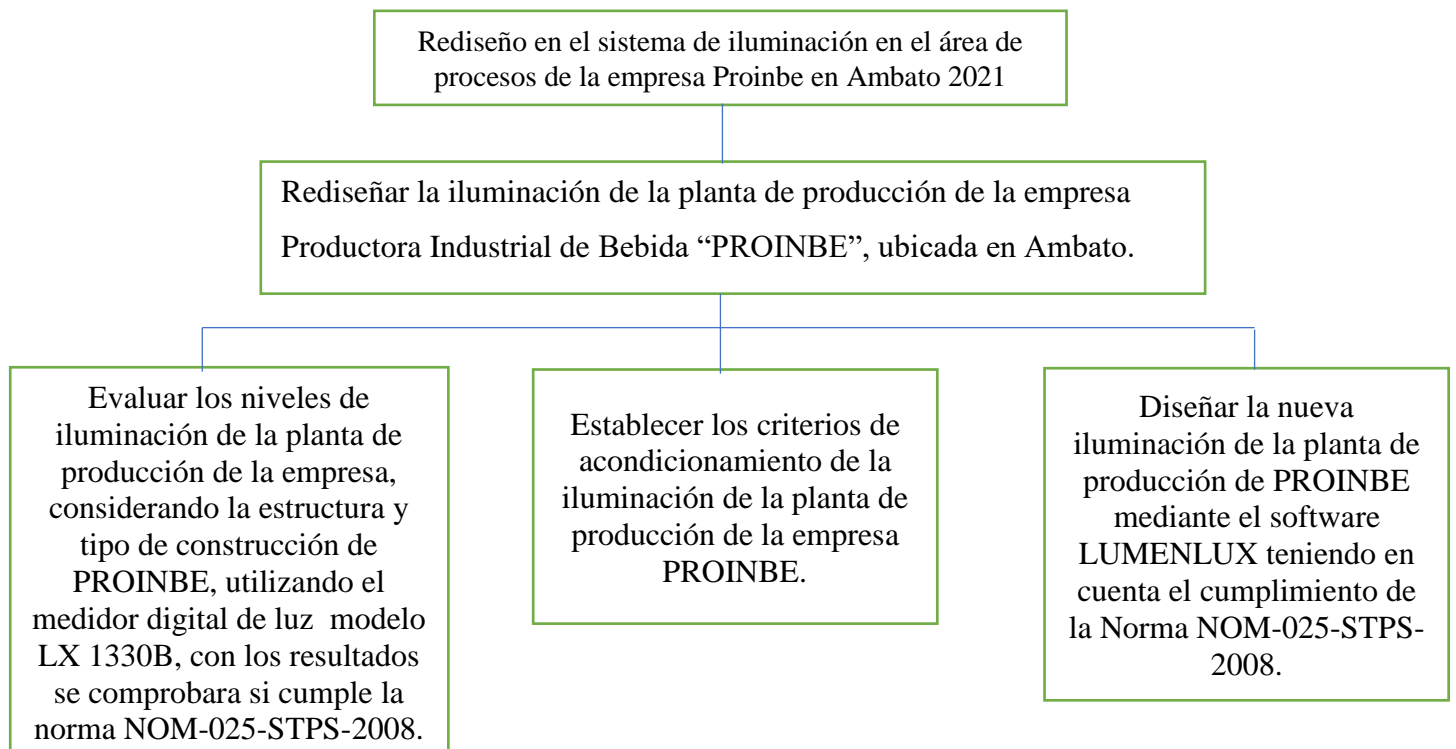


Diagrama 8 Modelo operativo de "PROINBE" del Rediseño de iluminación de la planta industrial de Procesadora Industrial de Bebidas "PROINBE" 2021.

Elaborado por: Christian Miguel Rivera

2.5 Desarrollo del modelo operativo

Para el rediseño de iluminación del área de proceso de envasado de la Procesadora Industrial de Bebidas "PROINBE" (Diagrama 8), se tendrá en cuenta lo siguiente:

1. Se evaluará los niveles de iluminación de la planta de producción de la empresa "PROINBE", cuya área de envasado se subdividirá en espacios más pequeños considerando a la actividad que realizan los trabajadores, la estructura y tipo de construcción, utilizando el medidor digital de luz modelo LX 1330B en diferentes días y horarios dentro de la jornada laboral de la Empresa, los resultados serán comparados

con los requerimientos de la norma NOM-025-STPS-2008, con lo que se verificara si cumple los requerimientos mínimos previsible de esta.

2. Con los resultados de la medición y la comprobación se verificara si cumple las exigencias mínimas de la norma NOM-025-STPS-2008, estableciendo los criterios de acondicionamiento de la iluminación de la planta de producción de la empresa PROINBE, considerando si las luminarias actuales son las indicadas y de número correcto así como su mantenimiento y su reemplazo cuando estas se quemen.
3. Con la ayuda del software LUMENLUX , se confirmara si las luminarias actuales son las indicadas para la estructura y tipo de trabajo, si los luminex están bien distribuidos en el área cumpliendo con la Norma NOM-025-STPS-2008, de no cumplir, el software determinara el tipo de luminaria correcta, número y ubicación adecuada de estas para que exista una buena distribución de la luz.

2.5.1 Reseña

La luz artificial se incorporó a la historia del ser humano cuando este logro dominar el fuego, mismo que ha ido perfeccionándose con el transcurso del tiempo (Manual práctico de iluminación - Douglas Leonard Covarrubias - Google Libros n.d.).



Gráfica 2 Desarrollo de la Luz

Fuente: Manual práctico de iluminación - Douglas Leonard Covarrubias - Google Libros n.d.)

2.5.2 Energía

Es la capacidad que tiene la materia de originar trabajo e forma de movimiento, luz, calor.

2.5.3 Energía Eléctrica

La energía eléctrica es una fuente de energía renovable que se obtiene mediante el movimiento de cargas eléctricas (electrones) que se produce en el interior de materiales conductores (por ejemplo, cables metálicos como el cobre). El origen de la energía eléctrica está en las centrales de generación, determinadas por la fuente de energía que se utilice. Así, la energía eléctrica puede obtenerse de centrales solares, eólicas, hidroeléctricas, térmicas, nucleares y mediante la biomasa o quema de compuesto de la naturaleza como combustible (twenergy 2019).

2.5.4 Iluminación

Para la iluminación en un galpón industrial debe tenerse en cuenta en todos sus aspectos dado que es uno de los factores que garanticen la seguridad e integridad física de los trabajadores. Por ese motivo, debe estudiarse la correcta colocación de punto de luz, bien natural o artificial, de forma que toda área de trabajo disponga de la cantidad de luz que se establece para dicho puesto. Por ello, debe realizarse un estudio que tenga en cuenta todas las características geográficas, meteorológicas, estructurales y constructivas de la nave, así como el horario de trabajo de la empresa para poder garantizar incluso en las condiciones más desfavorables, de un aporte lumínico suficiente para satisfacer las necesidades de trabajo (Ribes Navarro 2020).

2.5.5 Tipos de iluminación

La iluminación puede dividirse en dos subgrupos en función de si se refiere a su procedencia o su incidencia. Por tanto, encontramos un total de 5 definiciones como se ven a continuación (Ribes Navarro 2020):

- Procedencia
 - Natural: Si bien la definición correcta de iluminación natural es muy extensa, pues existen diversos medios en los que se puede encontrar luz en la naturaleza, en este caso se definirá como toda aquella luz procedente del

Sol, pues es la que tiene una incidencia real y homogénea en el tiempo sobre la planta industrial.

- Artificial: Se denomina iluminación artificial a toda aquella iluminación que se genera por medios eléctricos o con un abastecimiento de energía que no sea espontáneo en la naturaleza.
- Mixta: Se trata de una combinación de las dos anterior, es el caso más habitual en las naves industriales.
- Incidencia
 - General: Aquella iluminación que se da de forma global en el área de trabajo y cuyo objetivo es iluminar toda la superficie por igual.
 - Localizada/Puntual: Aquella iluminación cuyo objetivo es incidir en un punto concreto donde las necesidades lumínicas son muy elevadas o que, en caso de encontrarse de forma general, resultarían molestas para el trabajo.

Una vez se han mencionado las distintas alternativas en función de su naturaleza, se concluye optando por un tipo de iluminación general, debido a que no se requiere de gran precisión en ninguna de las actividades realizadas, y optando por una procedencia de origen natural siempre que sea posible (Ribes Navarro 2020).

En los requerimientos de luz, se debe destacar que todos los puestos de trabajo no requerirán del mismo aporte lumínico, en aquellos puestos donde sea vital la precisión en el trabajo o existan riesgos para el trabajador el aporte lumínico será superior, por ello, resulta vital tener en cuenta la distribución en planta del proceso productivo. Debido a la necesidad normalizar las necesidades lumínicas en el puesto de trabajo, se han establecido numerosas normas a lo largo de los años donde destacan las siguientes (Ribes Navarro 2020):

- DIN 5035: Iluminación nominal. Clasificación de las tareas visuales.
- UNE 12464.1: Norma europea sobre la iluminación para interiores.

Además, atendiendo el ámbito nacional, se dispone (Art 56. DECRETO - EJECUTIVO 2393 2020, 31):

NIVELES DE ILUMINACIÓN MÍNIMA PARA TRABAJOS ESPECÍFICOS Y SIMILARES
ILUMINACIÓN ACTIVIDADES MÍNIMA

ILUMINACIÓN MÍNIMA	ACTIVIDADES
20 luxes	Pasillos, patios y lugares de paso.
50 luxes	Operaciones en las que la distinción no sea esencial como manejo de materias, desechos de mercancías, embalaje, servicios higiénicos.
100 luxes	Cuando sea necesaria una ligera distinción de detalles como: fabricación de productos de hierro y acero, taller de textiles y de industria manufacturera, salas de máquinas y calderos, ascensores.
200 luxes	Si es esencial una distinción moderada de detalles, tales como: talleres de metal mecánica, costura, industria de conserva, imprentas.
300 luxes	Siempre que sea esencial la distinción media de detalles, tales como: trabajos de montaje, pintura a pistola, tipografía, contabilidad, taquigrafía.
500 luxes	Trabajos en que sea indispensable una fina distinción de detalles, bajo condiciones de contraste, tales como: corrección de pruebas, fresado y torneado, dibujo.
1000 luxes	Trabajos en que exijan una distinción

extremadamente fina o bajo condiciones de contraste difíciles, tales como: trabajos con colores o artísticos, inspección delicada, montajes de precisión electrónicos, relojería.

Ecuador, según el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores (Decreto Ejecutivo 2393, 2013) en su artículo 56, en el numeral 1 (IESS).

En la empresa PROCESADORA INDUSTRIAL DE BEBIDAS “PROINBE” del cantón Ambato se realiza un estudio de Iluminación, a la que serán sometidos los trabajadores para dar a conocer el nivel de riesgo que se encuentran expuestos y los efectos que producen en la salud, así como sus consecuencias a corto, mediano y largo plazo.

2.5.6 Eficacia de la iluminación

Si bien en el pasado, la instalación de elementos capaces de aportar iluminación natural era totalmente opcional en aquellas zonas donde se presentará dicho recurso, actualmente y según establece el Código Técnico de Edificación o CTE, el uso de iluminación natural, siempre y cuando esta pueda sustituir a la artificial, es obligatoria en todas aquellas instalaciones que no tengan limitación a ello (Ribes Navarro 2020, 22).

El CTE establece un procedimiento analítico por el cual puede valorarse la eficiencia de la iluminación. Este cálculo da como resultado el valor de eficiencia energética que se dispone en la instalación por cada 100 luxes, que a su vez se conoce como VEEI (Ribes Navarro 2020, 22).

Diseño y simulación de un sistema de iluminación natural energéticamente eficiente.

Ecuación 1 . *Cálculo del VEEI*

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot Em}$$

- P: Hace referencia a la potencia de la luminaria en vatios.
- S: Hace referencia a la superficie iluminada en metros cuadrados.
- *Em*: Hace referencia al nivel de iluminación medio en luxes

El número de puntos que deben tomarse para el cálculo del VEEI se encuentra normalizado, pudiendo calcularse analíticamente por medio una expresión matemática que cuenta con las variables geométricas de la instalación (Ribes Navarro 2020, 23).

Ecuación 2 . Cálculo del parámetro *k*

$$k = \frac{L \cdot A}{H \cdot (L + A)}$$

- L: Longitud del galpón.
- H: Distancia desde el plano de trabajo a las luminarias.
- A: Anchura de la nave

De esta forma se establecen una serie de puntos mínimos normalizados en función del parámetro *k*, debido a que se va a usar un software informático, el número de puntos de cálculo va a ser mucho mayor al establecido en la norma, no obstante, se ven reflejados en la siguiente tabla (Ribes Navarro 2020, 23):

Tabla 2 Puntos mínimos para el cálculo de la iluminación media

K	Mínimos puntos para el cálculo de la iluminación media
K<1	4
2>K≥1	9
3>K≥2	6
K>3	25

Elaborado por: (Ribes Navarro 2020)

Tipos de aberturas para iluminación natural

Si bien la iluminación artificial puede establecerse de forma sencilla una vez en el galpón

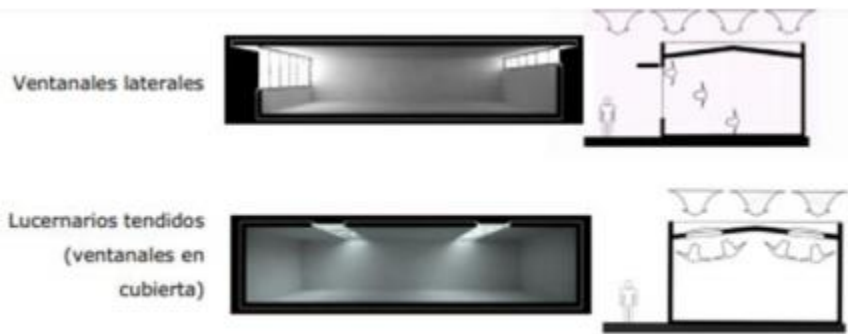
industrial ya se encuentra construida, la iluminación natural debe llevar a cabo un estudio previo, de forma que los ventanales y lucernarios se instalen en función de la distribución en planta que se disponga. Por este motivo, resulta vital conocer los equipos que se disponen, el material del que están compuestos, los lugares donde el operario trabajará con ellos y sus dimensiones geométricas de forma que se optimice tanto como sea posible la disposición de elementos de iluminación. Como se ha mencionado anteriormente, la normativa respecto a la iluminación interiores varía en función del ámbito, existiendo variedad de normas o códigos, es por ello por lo que en este caso se empleará la Normativa Europea sobre Iluminación para Interiores, o bien, UNE-12464- 1.1 donde se detallan explícitamente los luxes necesarios para garantizar una correcta iluminación en el área de trabajo en función del puesto de la industria, e incluso del puesto que ocupa el operario (Ribes Navarro 2020, 24) .

Finalmente, debe destacarse que los sistemas de iluminación natural más comunes en plantas industriales que varían en función de la localización de las aberturas. De esta forma, pueden distinguirse cinco tipos principales cuyo ángulo de incidencia sobre el plano de trabajo varía (Ribes Navarro 2020, 24).

Tabla 3 Aberturas e iluminaciones

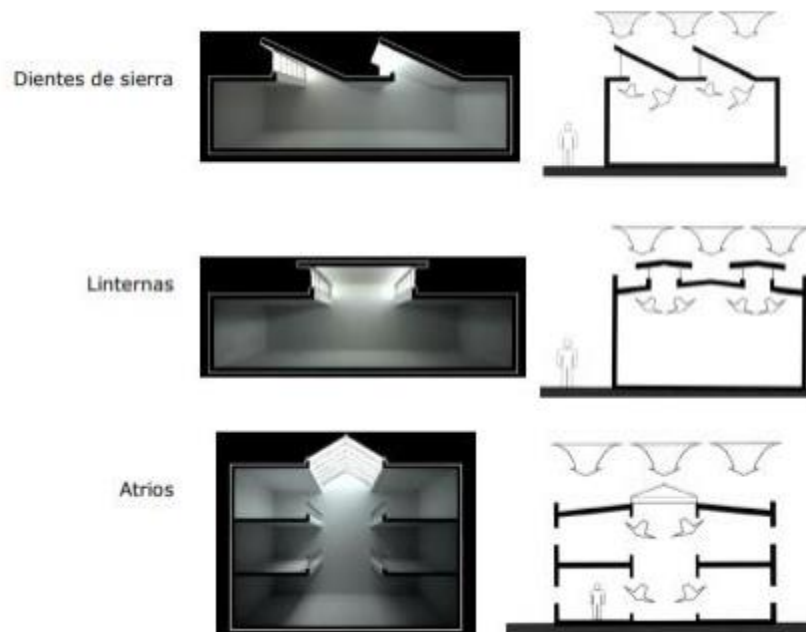
Tipo de abertura	Tipo de iluminación
Atrios	Cenital
Dientes de sierra	Combinada
Ventanas laterales	Lateral
Lucernarios tendidos	Cenital
Linternas	Combinada

Elaborado por: (Ribes Navarro 2020)



Gráfica 3 Ubicación de Ventanas
Fuente: (Ribes Navarro 2020)

Diseño y simulación de un sistema de iluminación natural energéticamente eficiente de una planta industrial.



Gráfica 4 Aberturas e iluminación.
Fuente: (Ribes Navarro 2020).

2.5.7 Fundamentos de la iluminación natural

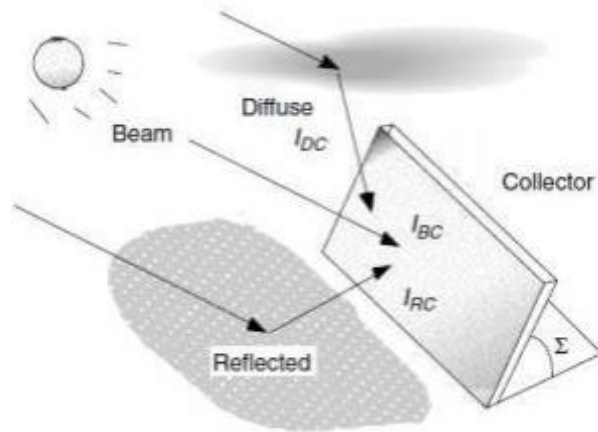
La iluminación que recibe la planta, independientemente del tipo de aberturas instaladas en ella, dependerá de la orientación del galpón, de las coordenadas de esta, la reflexión exterior factores meteorológicos, el día del año y el horario en el que se realice el estudio. Por este motivo, se distinguen tres tipos de radiación solar en función de su incidencia sobre el elemento de iluminación natural (Ribes Navarro 2020, 25):

2.5.7.1 • **Radiación directa:** *Es aquella radiación que incide sobre el local directamente sin ser reflejada por ningún elemento del ambiente. Depende de la rotación de la Tierra sobre el Sol por lo que es variable en función de las estaciones. Pues dependiendo de la estación, la posición del Sol respecto de la Tierra, y con ella la distancia que deberá recorrer cada haz de luz para alcanzar el local (Ribes Navarro 2020, 26).*

2.5.7.2 • **Radiación difusa:** *Es la radiación que incide indirectamente sobre el local una vez ha atravesado algún elemento del ambiente normalmente de origen natural. Por este motivo, la incidencia variará en función de las condiciones meteorológicas de la zona que a su vez dependerán de la estación del año (Ribes Navarro 2020, 26).*

2.5.7.3 • **Radiación reflejada:** *También conocida como albedo, que hace referencia al porcentaje de radiación que refleja una superficie respecto a la que incide sobre ella. Por tanto, se trata de aquella radiación que incide indirectamente sobre el local una vez ha sido reflejada por algún elemento del ambiente. Por ejemplo, el suelo o un edificio. Así mismo, esta radiación variará en función de los elementos de origen natural, como montañas; o artificial, como edificios, que se encuentren en el ambiente del local (Ribes Navarro 2020, 26).*

De esta forma, puede entenderse que la radiación que es recibida por la infraestructura es una combinación de las tres anteriores como puede observar en la representación de la siguiente imagen:



Gráfica 5 Tipos de radiación.
Fuente: (Ribes Navarro 2020)

2.5.8 Iluminación Artificial

- En las áreas de trabajo que por su naturaleza carezcan de iluminación natural, sea ésta insuficiente, o se proyecten sombras que dificulten las operaciones, se empleará la iluminación artificial adecuada, que deberá ofrecer garantías de seguridad, no viciando la atmósfera del local ni presentar peligro de incendio o explosión (Art.57. DECRETO - EJECUTIVO 2393 2020, 32).
- Iluminación localizada.
Cuando la índole del trabajo exija la iluminación intensa de un lugar determinado, se combinará la iluminación general con otro local, se adaptara a la labor que se ejecute, de tal modo que evite deslumbramientos; en este caso, la iluminación general más débil será como mínimo de 1/3 de la iluminación localizada, medidas ambas en lux (Atr.57. DECRETO - EJECUTIVO 2393 2020, 32).
- Uniformidad de la iluminación general. La relación entre los valores mínimos y máximos de iluminación general, medida en lux, no será inferior a 0,7 para asegurar la uniformidad de iluminación de los locales (Art.57. DECRETO - EJECUTIVO 2393 2020, 32).

2.5.8.1 Método analítico; DIN 5034

El método de cálculo matemático está fundamentado en la norma DIN 5034 titulada como Daylight in interiors y cuyo primer punto establece los requerimientos mínimos de iluminación en interiores (Ribes Navarro 2020, 27).

Este método resulta la base del cálculo de la cantidad de aberturas que deben instalarse en un local actualmente, dado que, estableciendo todas las variables de la nave, así como del proceso industrial y la posición de las aberturas, la ecuación devuelve el valor en metros cuadrados de aberturas necesarias bien en ventanales o en lucernarios (Ribes Navarro 2020, 27).

Ecuación 3 . DIN 5034

$$Em = Ea * f * f' * n * \frac{Sv}{Ss}$$

A continuación, van a definirse todas las variables de esta ecuación y justificarse su cálculo o su valor.

2.5.8.2 • ***Em***: Nivel de iluminación media en base a la norma UNE-12464.1

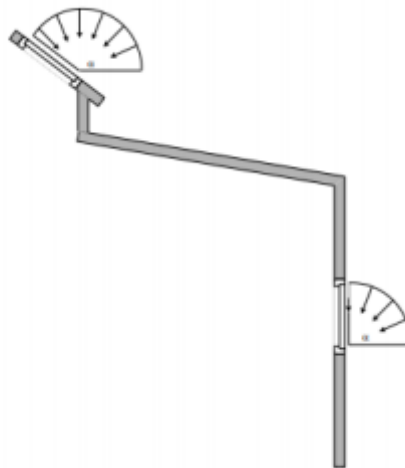
La iluminación media es la media ponderada según los requerimientos lumínicos de la UNE12464.1 por unidad de superficie. Cabe destacar que el hecho de cumplir el valor medio de iluminación media no implica que la iluminación sea correcta ni suficiente en el local (Ribes Navarro 2020, 27).

2.5.8.3 • ***Ea***: Nivel de iluminación media en el exterior

Se trata de la iluminación media que existe en la localización de la planta a una determinada hora. El cálculo del nivel de iluminación medio debe realizarse valorando la totalidad de los días del año para una hora y coordenadas específicas. En este caso se ha tomado la ciudad de Diseño y simulación de un sistema de iluminación natural energéticamente eficiente de una planta industrial (Ribes Navarro 2020, 27–28).

2.5.8.4 • *f*: Factor de ventanas

Este factor tiene relación directa con el grado de incidencia de la radiación directa sobre el ventanal o lucernario. De esta forma, a medida que el ángulo aumente, el factor de ventanas será menor, y, por tanto, la iluminación media disminuirá (Ribes Navarro 2020, 28).



Gráfica 6 Factor ventanas.

Fuente: Apuntes construcción y arquitectura industrial, Paliforme.

Ecuación 4 . Cálculo del factor *f*

$$f = \frac{180 - \alpha}{180}$$

- o Lucernarios: En ángulo será variable en función de la inclinación de la cubierta
- o Ventanales: EL ángulo será de 90 grados y por tanto el valor de *f* será constante en 0,5.

2.5.8.5 • *f'*: Factor de reducción ventana-muro

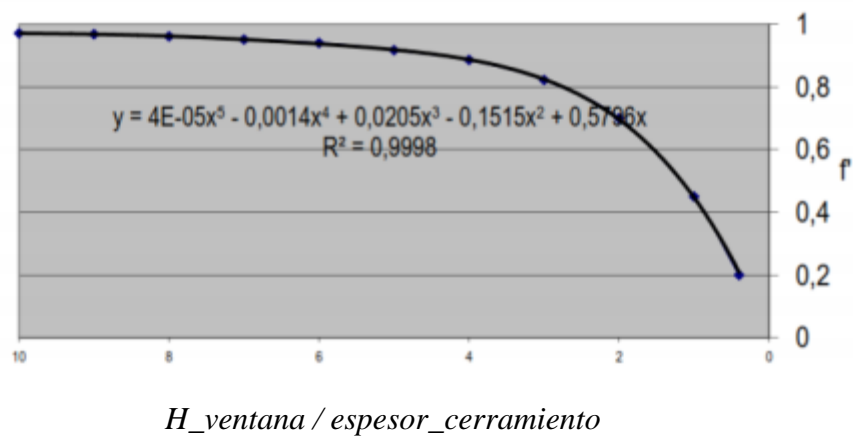
El factor de reducción ventana-muro, tiene en cuenta el espesor de los cerramientos del local y su relación con la dimensión de la ventana, concretamente con su altura. Esto es debido a que en el hipotético caso en el que la altura de la ventana fuese menor al espesor del muro, el factor *f'* sería menor a la unidad, con lo que estaría disminuyendo el valor de la iluminación media

(Ribes Navarro 2020, 29).

Diseño y simulación de un sistema de iluminación natural energéticamente eficiente de una planta industrial

Ecuación 5. Cálculo del factor f'

Curva f' para $long_vebntana/espesor_cerramiento \geq 10$



Gráfica 7 Factor de reducción ventana-muro.

Fuente: Apuntes construcción y arquitectura industrial, PoliformaT.

Por este motivo, el factor f' debe ser tan grande como sea posible, observando gráficamente la representación polinómica de quinto orden donde se justifica que cuando relación de la altura de la ventana con el espesor del cerramiento alcanza valores elevados, el factor f' tiende a 1.

2.5.8.6 • η : Rendimiento del recinto

El coeficiente de rendimiento del lugar tiene en cuenta la reflexión de las superficies del local, de forma que puede valorarse no solo la radiación directa que llega a los planos paralelos a las aberturas, sino que, a su vez, puede tenerse en cuenta la reflexión de estos sobre el resto de la nave. Este valor porcentual suele oscilar entre el 40% y el 50% en locales rectangulares, si bien resulta más concreto realizar la media de los coeficientes de reflexión de las superficies (Ribes Navarro 2020, 29).

2.5.8.7 • *SV*: Superficie de ventanas

Se trata de la superficie total de ventanas o lucernarios necesarios para satisfacer las necesidades lumínicas del local. Este parámetro es el pendiente de evaluación y cuyo resultado estará justificado según los valores de necesidades lumínicas de la UNE-12464.1 (Ribes Navarro 2020, 29)

2.5.8.8 • Superficie del local

Este parámetro hace referencia a la superficie en planta del local que desea iluminarse, en este caso se trata de una nave diáfana con un área de 1000 metros cuadrados (Ribes Navarro 2020, 29).

2.5.9 Parámetros de control del sistema de iluminación

Una correcta iluminación engloba una serie de parámetros que justifican la validez de esta, por ello, las simulaciones realizadas deberán cumplir dichos parámetros o acercarse tanto como sea posible a su valores mínimos o máximos, de esta forma, se elegirán la propuesta cuyos resultados sean óptimos, de manera que su iluminación sea tan buena como sea posible, y a esta, se le aplicarán una serie de mejoras para optimizar los valores obtenidos respecto a los valores ideales (Ribes Navarro 2020, 29–30).

2.5.9.1 • *Nivel de iluminación media (Em)*: Este medida establece el valor en luxes que debe aportarse en un área donde se realiza una determinada labor. Así, se permite obtener una iluminación apropiada en las distintas áreas dependiendo de tipo de iluminación. Estos valores se encuentran normalizados según la norma UNE-12464.1 de forma que distinguen las necesidades lumínicas en función del riesgo o delicadez de la labor en cuestión (Ribes Navarro 2020).

2.5.9.2 • **Nivel de iluminación máximo (*E_{max}*):** El nivel de iluminación a su vez debe estar limitado por un máximo, de forma que no se alcancen puntos de iluminación demasiado elevados que pudiesen llegar a cegar a los operarios o deslumbrarlos. Por esta razón, existen un límite establecido en 2000 luxes, valor de referencia medio del exterior (Ribes Navarro 2020).

2.5.9.3 • **Uniformidad (*E_{m in}*):** Si bien el nivel de iluminación media puede ser válido, y, además, no sobrepasarse el nivel de iluminación máximo, la uniformidad también debe tenerse en cuenta. Esto se debe a que en determinados casos puede haber sectores que iluminación muy dispar, de forma que resultase en deslumbramientos para los operarios antes el cambio de radiación recibida. Por todo ello, se considera que el valor que garantiza una correcta uniformidad será mayor o igual a 0,3 (Ribes Navarro 2020).

2.5.9.4 • **Deslumbramientos:** Este parámetro no tiene que ver con la iluminación recibida ni su distribución, también es de vital importancia debido al riesgo de deslumbramiento al que se exponen los operarios en caso de que los ventanales no se encuentren bien situados. Por este motivo, cualquier área del ventanal debe encontrarse en un ángulo inferior a 30° respecto a un plano horizontal situado a la altura del ojo humano, de forma que se garantice que cualquier movimiento del operario se encuentre fuera del trayecto del haz de luz (Ribes Navarro 2020).

2.6 Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008 condiciones de Iluminación en los centros de Trabajo.

Para mejorar las actividades laborales es preciso brindar áreas seguras y saludables para lo cual utilizaremos la Norma NOM-025-STPS-2008 para realizar el **REDISEÑO DE ILUMINACION DE LA PLANTA DE PRODUCCION EN LA EMPRESA PROCESADORA INDUSTRIAL DE BEBIDAS “PROINBE” EN AMBATO EN EL AÑO 2021**, siendo necesario definir algunos términos que se desarrollara en el presente trabajo.

2.6.1.1 Área de Trabajo

Es el lugar donde una o grupo de personas realizan sus actividades, el mismo que tiene gran relevancia para sus labores, un área mal acondicionada representara no solo una molestia si no que no motivara al trabajo (López 2016, 20).

2.6.1.2 Centro de Trabajo

Son los lugares como edificios, locales, instalaciones y áreas donde se realizan actividades de producción, comercialización, transporte y almacenamiento o prestación de servicios (López 2016, 22).

2.6.1.3 Diseño en Centro de Trabajo

El diseño del espacio de trabajo es la adaptación de los componentes físicos dentro del área de trabajo, donde se debe considerar los aspectos la comodidad, seguridad así como la distancia del equipo o maquinaria, la facilidad de operación la separación entre objetos para no cometer errores, la moderación del trabajo de las extremidades para evitar sobrecargas (López 2016, 23).

Para el acatamiento de lo considerado anteriormente se debe considerar los principios generales de diseño del espacio laboral, encontrando una localización óptima para cada componente que cumplan con las condiciones sensoriales, antropométricas y biomecánicas para facilitar las actividades que se llevaran a cabo en el área, estos principios son (López 2016, 23–24):

1. Principio de Importancia.

Dar la jerarquía para ubicar de la manera más beneficiosa los componentes.

2. Principio de Secuencia de uso.

Situar los componentes de acuerdo al uso, colocándolos en los lugares más convenientes.

3. Principio Temporal.

Los elementos que cumplen estas características deberán cumplir con la secuencia de tiempo en uso, siendo lo más óptimo colocarlos de manera lineal en secuencia.

4. Principio funcional.

Refiriéndose a la reunión de los elementos de acuerdo a su función.

5. Principio de frecuencia de uso.

Este detalla la frecuencia de la operación de los componentes de los equipos los cuales deben ser visibles y estar al alcance del operario.

Los parámetros con respecto a la iluminación dados en la normativa se consideraran los de la siguiente tabla:

Tabla 4 Norma COVENIN 2249-93 (iluminancias en tareas y áreas de trabajo).

ÁREAS O TIPO DE ACTIVIDAD	ILUMINACIÓN (LUX)			TIPO DE ILUMINACIÓN
	BAJO	MEDIO	ALTO	
Áreas Públicas con alrededores	20	30	50	General en toda el área (G)
Simple orientación para visitas cortas periódicas	50	75	100	
Áreas de trabajo donde las tareas visuales se realizan ocasionalmente	100	150	200	
Realización de tareas visuales con objeto de tamaño grande o contraste elevado	200	300	500	Local en el área de la tarea (L)

Realización de tareas visuales con objeto de tamaño pequeño o contraste medio	500	750	1000	
Realización de tareas visuales con objeto de tamaño muy pequeño o contraste bajo	1000	1500	2000	
Realización de tareas visuales con objeto de tamaño muy pequeño y contraste bajo por periodos prolongados	2000	3000	5000	Combinación de general y localizada sobre la tarea (G+L)
Realización de tareas visuales que requieren exactitud por periodos prolongados	5000	7500	10000	
Realización de tareas visuales muy especiales, con objeto de tamaño muy pequeño y contraste extremadamente bajo	10000	15000	20000	

Fuente: (López 2016)

2.6.2 Condiciones Críticas de Iluminación.

El área de trabajo con frecuencia soporta contaminación lumínica, por ausencia o demasía de color, deslumbramientos de la luz directa o ambientes con contraste de luz excesiva, la intensidad lumínica con la propiedad cromática afecta tanto a clientes como trabajadores. Según las estadísticas un 24% de los accidentes de trabajo suceden por la mala iluminación que con la incorrección y control de este ocasionan un 25% más de afectaciones y una crecida de caídas del 75%. Un área con la iluminación adecuada con luces dinámicas y luminarias de

espectro total, mejora los estados de ánimo, las ganas de trabajar, ocasiona alerta mental, mejorando la productividad y provoca el buen humor (López 2016, 25).

2.6.3 Condiciones para el Corft Visual.

Para tener Confort Visual hay que considerar tres puntos tomados en el siguiente orden (López 2016, 26):

- Nivel de iluminación
- Deslumbramiento
- Equilibrio de las luminancias

Adicionalmente no podemos olvidar el tipo de iluminación: natural o artificial, dando prioridad a la luz natural y a la ausencia de este compensarla con la luz artificial (López 2016, 26).

2.6.4 Deslumbramiento

Este es causado por la luz excesiva o repentina, originando molestias cuando la luminancia de un objeto es mucho mayor que la de su medio , hay dos formas de deslumbramiento (López 2016, 26).

1. Perturbador, se presenta como un velo luminoso que causa una visión borrosa, sin nitidez y poco contraste, que desaparece cuando cesa su causa.
2. Molesto, es cuando la luz que llega a los ojos es excesivamente intensa causando fatiga visual, principal causa de deslumbramiento en interiores.

2.6.5 Iluminación; Iluminancia

Se refiere a alumbrar o dar luz requiriendo de un objeto o alguien a quien brinda su claridad, se conoce como iluminación, por lo tanto es el conjunto de luces instaladas en un lugar con la intención de afectarlo a nivel visual. La iluminancia (E) es la cantidad o flujo luminoso que llega a la superficie por unidad de área. Su unidad es el Lux dando (López 2016, 26–27):

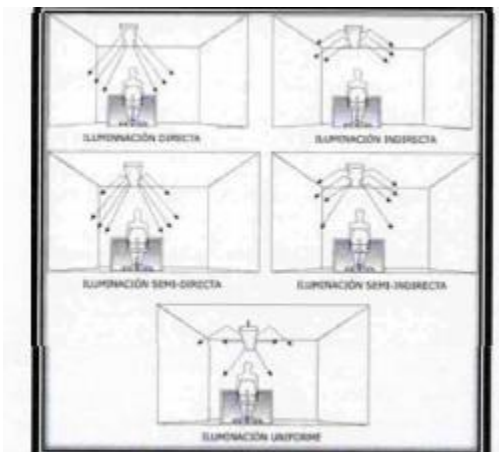
Ecuación 5 . Lux

$$1 \text{ Lux} = 1 \text{ Lumen} / \text{m}^2$$

La ley de la iluminación nos dice que la iluminación normal a una superficie es directamente proporcional a la intensidad de fuente luminosa e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa NOM-025-STPS-2008.

2.6.6 Sistema de Iluminación

Se lo denomina al conjunto de luminarias en un área o centro de trabajo, mismas que deben ser distribuidas de forma equitativa de manera que ilumine el espacio donde se realizan las tareas ejemplo (López 2016, 27):



Gráfica 8 Representación de los 5 Sistemas de iluminación para iluminar una habitación.

Fuente: (López 2016, 27)

2.7 Niveles mínimos de iluminación de la norma NOM-025-STPS-2008.

Los niveles mínimos de iluminación dependiendo la tarea visual del puesto de trabajo y el área de trabajo por la NOM-025-STPS-2008 son:

Tabla 5 Niveles mínimos de iluminación de la Norma NOM-025-STPS-2008.

Tarea Visual Puesto de Trabajo	Área de Trabajo	Niveles Mínimos de iluminación (luxes)
En exteriores: distinguir el área de tránsito	Exteriores generales: patios y estacionamientos	20
En interiores: distinguir el área de tránsito	Interiores generales: almacén de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores mínimas subterráneas, iluminación de emergencia	50
En Interiores	Áreas de circulación y pasillos; salas de espera, salas de descanso, cuartos de almacén, plataformas, cuartos de calderas.	100
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina	Servicio al personal: almacenaje, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y papelería	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos d oficina	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficina.	300
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información,	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500

manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.		
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabados de superficies y laboratorios de control de calidad.	750
Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas, acabados con pulidos finos.	Proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulidos finos.	1000
Alto grado de especialización en la distinción d detalles.	Proceso de gran exactitud. Ejecución de tareas visuales: <ul style="list-style-type: none"> • A bajo contraste y tamaño muy pequeño por periodos prolongados. • Exacta y muy prolongados, y • Muy especial de extremadamente bajo contraste y pequeño tamaño. 	2000

Fuente: (MEXICANA 2008)

2.8 Materiales y Métodos

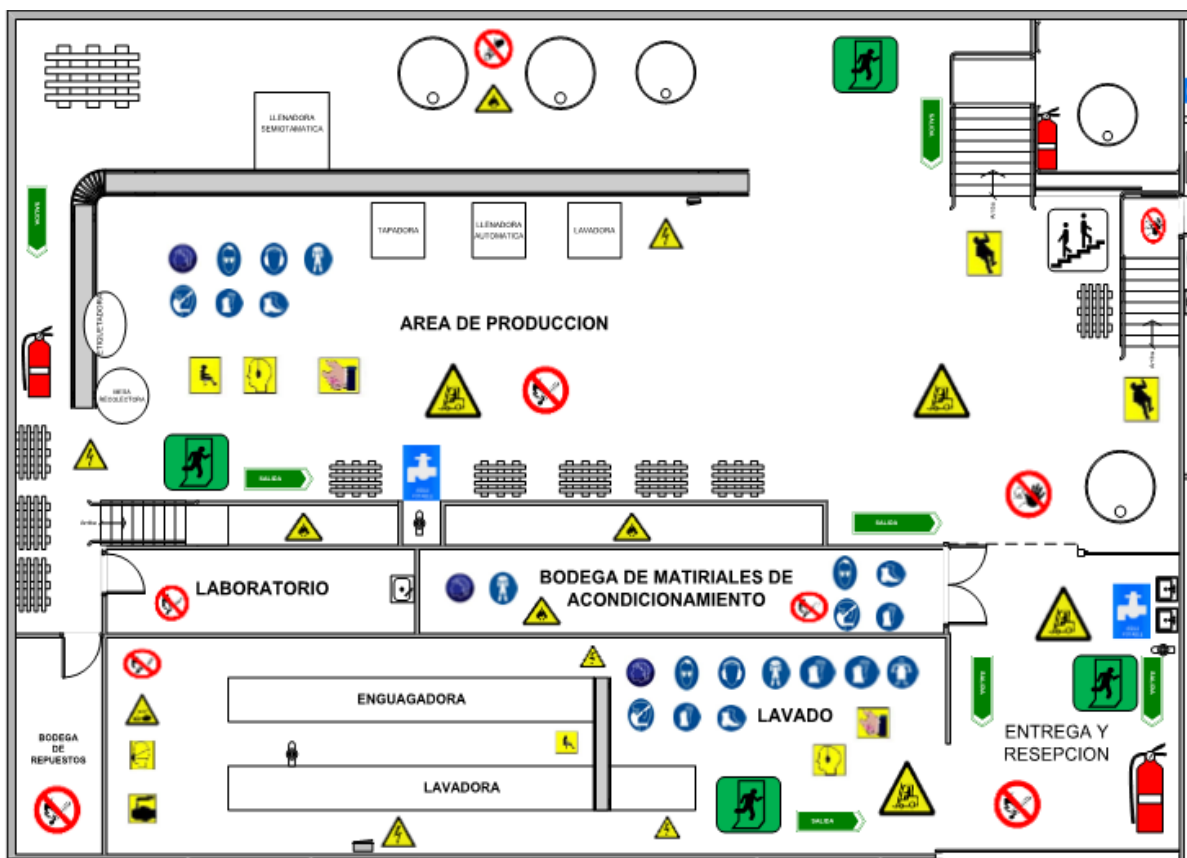
El área estudiada comprende un área de 2310 m², siendo la sus dimensiones de 70m de largo y 33m de ancho dividido en las siguientes áreas:

- **Administración:** 12 m de largo x 3m de ancho x 3m de altura.
- **Galpón de Producción:** 21 m de largo x 24 m de ancho x 6 m de altura.
- **Cuarto de Máquinas:** 10m largo x 15m ancho x 3m altura.

2.9 Espacio de Estudio.

El presente estudio de Rediseño de iluminación se lo ara en el galpón de PROCESADORA INDUSTRIAL DE BEBIDAS “PROINBE” mismo que comprende las áreas de:

- Entrega y Recepción
- Lavado
- Área de Producción y Bodega de producto terminado



Gráfica 9 Plano de PROCESADORA INDUSTRIAL DE BEBIDAS “PROINBE”
Fuente: (PLAN DE RIESGOS RAUL ESPARZA PROINBE 2016 2016)

2.10 Metodología del Trabajo

La metodología del trabajo es el conjunto de instrucciones concretas, que permitirán conocer si en centro de trabajo cumple con la norma, en cuanto a los niveles de iluminación adecuada, ver su reflectividad y de acuerdo a los resultados definir la solución.

Tabla 6 . Estudio realizado en diferentes mediciones, utilizado para dar las conclusiones y recomendaciones arrojadas por el luxómetro.

Área de Trabajo	Niveles mínimos de iluminación NOM-025-STPS-2008 (Luxes)	Niveles de iluminación promedio de luz natural+artificial (Luxes) $E_p=1/N (\Sigma E_i)$	Niveles de iluminación promedio de luz natural (Luxes) $E_p=1/N (\Sigma E_i)$	¿Cumple de acuerdo a la NOM-025-STPS-2008?	¿Existe reflexión?

Elaborado por: Christian Miguel Rivera

Fuente: (MEXICANA 2008)

2.10.1 Equipo de Medición

Medidor digital de luz, modelo LX 1330B mide el nivel de iluminación (luminiscencia) hasta 2000.000 Lux, el LX1330B ofrece una pantalla iluminada, MAX/MIN, retención de datos, relativa, pico, el equipo se encuentra calibrado y probado.

- CARACTERISTICAS
 - Rango de 0.1 ~ 200,000 Lux / 0.01 ~ 20,000FC
 - Pantalla LCD
 - Exactitud: 20,000Lux, $\pm (3\%rdg+10digit) > 20,000Lux, \pm (5\%rdg+10digit)$
 - Resolución: 0.1Lux
 - Repetibilidad: El $\pm 2 \%$
 - Tiempo de Muestreo: 0.5second
 - Detector de foto: un foto diodo de silicio con filtro
 - Dimensiones: 160Lx79Wx43H (mm)
 - Mediciones en Lux y FC



Gráfica 10 Medidor digital de luz, modelo LX 1330B
Fuente: LX1330B

2.10.1.1 Funcionamiento

1. El sensor de luz está unido permanentemente al medidor por medio del cable enrollado.
2. Desabroche y quite la tapa protectora para exponer el domo blanco del sensor de luz. La lente comienza a capturar luz al quitar la tapa protectora del domo blanco del sensor de luz.

2.10.2 Puntos de Medición

Número de zonas a evaluar:

Ecuación 6 . Número de zonas

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

Donde:

IC = índice del área.

x, y = dimensiones del área (largo y ancho), en metros.

h = altura de la luminaria respecto al plano de trabajo, en metros.

En donde x es el valor de índice de área del lugar, redondeado al entero superior, excepto

que para valores iguales o mayores a 3 el valor de x es 4. A partir de la ecuación se obtiene el número mínimo de puntos de medición.

En pasillos o escaleras, el plano de trabajo por evaluar debe ser un plano horizontal a 75 cm ± 10 cm, sobre el nivel del piso, realizando mediciones en los puntos medios entre luminarias contiguas.

$$IC = \frac{(21m)(24m)}{2m(21m + 24m)}$$

$$IC = \frac{504m^2}{2m(45m)}$$

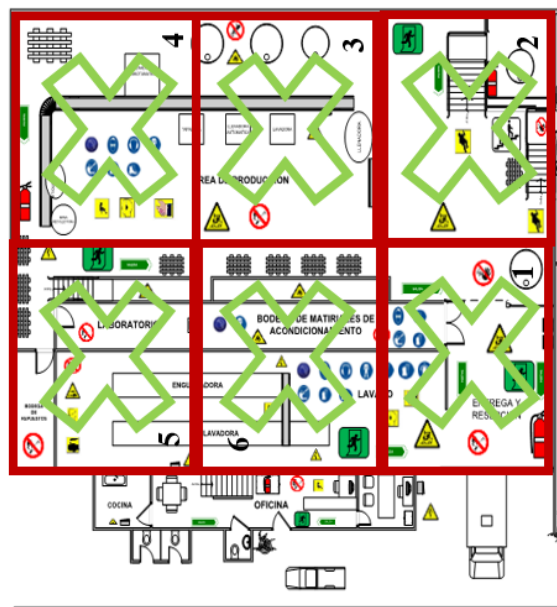
$$IC = \frac{504m^2}{90m^2}$$

$$IC = 5.6$$

2.10.3 División de las áreas de Medición.

El índice de área (IC) nos dio 5.6 por lo que se le aproxima a 6; de donde en el plano de la planta de la Empresa “PROINBE” se divide en 6 áreas como se muestra en la imagen.

El punto de medición es el centro del área como marca la X dentro del plano.



Gráfica 11 Plano de PROCESADORA INDUSTRIAL DE BEBIDAS “PROINBE”, áreas y puntos a tomar mediciones.

Fuente: (PLAN DE RIESGOS RAUL ESPARZA PROINBE 2016 2016)

Elaborado por: Christian Miguel Rivera

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

3.1 Procedimiento

En los puestos de labor se debe efectuar al menos una medición en cada área de trabajo, situando el luxómetro tan cerca como sea posible del plano de trabajo y tomando prudencia para no proyectar sombras ni reflejar luz adicional sobre el luxómetro (MEXICANA 2008).

3.2 Instrumentación.

Se debe usar un luxómetro que cuente con (MEXICANA 2008):

- a) Detector para medir iluminación;
- b) Corrección cosenoidal;
- c) Corrección de color, detector con una desviación máxima de $\pm 5\%$ respecto a la respuesta espectral fotópica, y
- d) Precisión de $\pm 5\%$ (considerando la fluctuación por calibración).

Se debe comprobar el luxómetro antes y después de la toma de mediciones, una valoración conforme lo establezca el fabricante y evitar interferir la iluminación durante la realización de la evaluación (MEXICANA 2008).

El luxómetro tiene que contar con el respectivo documento de calibración de acuerdo a lo establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Las mediciones serán válidas mientras los resultados obtenidos en el luxómetro no cambien de acuerdo con los requisitos establecidos en los párrafos siguientes (MEXICANA 2008):

Se debe aseverar que se cumpla con el inciso d) de la sección 3.2. Ya que la graduación no implica el ajuste del instrumento y por tanto, por sí sola, no garantiza que se realicen las mediciones con la precisión requerida. Debido a lo anterior se deberá verificar y registrar en el informe el error que comete el instrumento y aplicar el factor de corrección si es necesario, además de corregir los resultados de la medición (MEXICANA 2008).

Cuando el luxómetro modelo LX 1330B tenga variaciones en la coincidencia de sus lecturas se debe someter para su certificación al laboratorio. La forma de respaldar la veracidad del luxómetro será a través del registro de mediciones realizadas midiendo los niveles de iluminación que produce una lámpara incandescente, que únicamente será utilizada para este fin, a distancias conocidas (MEXICANA 2008).

Las lecturas obtenidas durante las mediciones serán verificados y deberán coincidir con las lecturas de referencia que deberán haber sido obtenidas al momento de que se recibió el luxómetro después de su certificación, una vez que se haya aplicado el factor de corrección reportado en el certificado (MEXICANA 2008).

El reporte de verificación debe contener la fecha de su realización, la intensidad de corriente a la que se operó la lámpara incandescente, las condiciones ambientales al momento de la verificación, las distancias a las cuales se midieron los niveles de iluminación y los valores de iluminancia indicados por el instrumento para cada distancia (MEXICANA 2008).

En caso de que el luxómetro haya sufrido alguna caída, se le dio uso rudo o estuvo expuesto a condiciones extremas de temperatura y humedad, se debe someter a una nueva verificación y elaborar el reporte de verificación (MEXICANA 2008).

3.3 Evaluación del Factor de Reflexión.

Objetivo

Evaluar el factor de reflexión de las superficies en áreas y puestos de trabajo seleccionados.

Metodología

Los puntos de medición deben ser los mismos que se establecieron en el plano de la planta.

Cálculo del factor de reflexión de las superficies (MEXICANA 2008):

- a) Se efectúa una primera medición (E1), con la fotocelda del luxómetro modelo LX 1330B colocada de cara a la superficie, a una distancia de $10 \text{ cm} \pm 2 \text{ cm}$, hasta que la lectura permanezca constante;
- b) La segunda medición (E2), se realiza con la fotocelda orientada en sentido contrario y apoyada en la superficie, con el fin de medir la luz incidente, y
- c) El factor de reflexión de la superficie (Kf) se determina con la ecuación siguiente:

Ecuación 7 . Factor de reflexión

$$Kf = \frac{E_1}{E_2} (100)$$

3.4 Determinación de la iluminación promedio (Ep):

Cuando se ejecutan cálculos con la intención de comprobar el valor correspondiente a una instalación nueva, se deben tomar las precauciones necesarias para que las estimaciones se lleven a cabo en condiciones apropiadas (tensión nominal de alimentación, temperatura ambiente, elección de lámparas, etc.) o para que las lecturas del medidor de iluminancia se corrijan teniendo en cuenta estas condiciones.

El cálculo del nivel promedio de iluminación para el método de la constante del salón, se realiza con la siguiente expresión:

Ecuación 8 . Nivel promedio

$$Ep = \frac{1}{N} (\sum Ei)$$

Dónde:

Ep = Nivel promedio en lux.

Ei = Nivel de iluminación Medido en lux en cada punto.

N = Número de medidas realizadas.

Método de evaluación en plano de trabajo: aplicable a tareas específicas, en especial aquellas que requieren niveles mayores de iluminación por la dificultad del tamaño, contraste y tiempo de la tarea.

3.5 Medidas Realizadas:

Las tomas de medidas son realizadas en distintas horas de la jornada laboral de 8 horas, para el caso de la Procesadora Industrial de Bebidas “PROINBE”, su jornada es matutina no la trabaja en las noches.

Se considerara que debido a que ya existe tomas de luz natural en el galpón y que en los ventanales no existe ningún tipo de cortinas o algo que pueda evitar la entrada de esta, no se puede obviar el ingreso de luz y al realizar las mediciones las tomas se verán afectadas por esta.

Sistemas de iluminación

Los sistemas de iluminación se clasifican teniendo en cuenta:

- Las particularidades de las fuentes de luz empleadas.
- La direccionalidad del flujo luminoso.
- La distribución de la luz.

Clasificación según las características de las fuentes de luz empleadas:

Todo aquello capaz de producir luz constituye una fuente luminosa, en el caso de “PROINBE” contamos con:

- Iluminación natural
- Iluminación artificial

Área 1:

Tabla 7 Estudio realizado en diferentes mediciones, utilizado para dar las conclusiones y recomendaciones arrojadas por el luxómetro.

Área de Trabajo	Niveles mínimos de iluminación NOM-025-STPS-2008 (Luxes)	Niveles de iluminación promedio de luz natural+artificial (Luxes) $E_p=1/N (\Sigma E_i)$	Niveles de iluminación promedio de luz natural (Luxes) $E_p=1/N (\Sigma E_i)$	¿Cumple de acuerdo a la NOM-025-STPS-2008?	¿Existe reflexión?
1 (Servicio al personal: almacenaje, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y papelería)	200	1685	55	Si (con respecto a la luz natural + artificial) No (con respecto a la luz natural)	No

Elaborado por: Christian Miguel Rivera

Calculo de los Niveles de iluminación promedio de Luz Natural + Artificial en Luxes

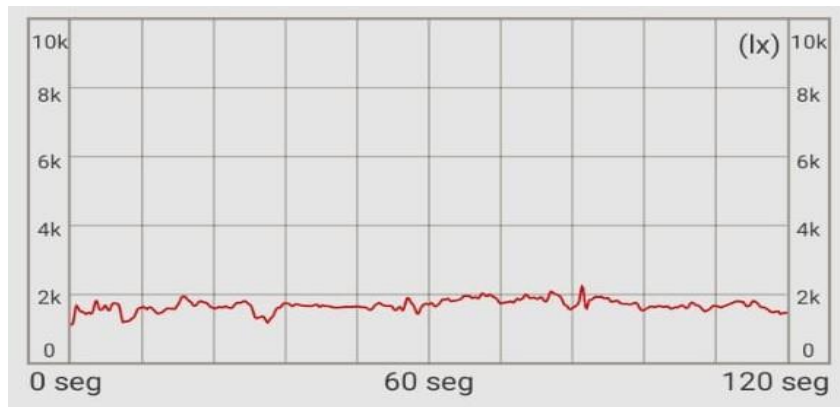
Toma	Valor
1	1230
2	2230
3	1560
4	1410
5	1360
6	2030
7	1120
8	2190
9	1670
10	2050
ΣE_i	16850

$$E_p = \frac{1}{N} (\Sigma E_i)$$

$$E_p = \frac{1}{10} (16850)$$

$$E_p = 1685$$

Gráfica iluminación mixta:



Gráfica 12: Área 1, iluminación mixta

Fuente: LX1330B

Calculo de los Niveles de iluminación promedio de Luz Natural en Luxes

Toma	Valor
1	14
2	51
3	53
4	56
5	63
6	65
7	68
8	62
9	60
10	58
ΣEi	550

$$Ep = \frac{1}{N} (\Sigma Ei)$$

$$Ep = \frac{1}{10} (550)$$

$$Ep = 55$$

Gráfica iluminación natural:



Gráfica 13 :Área 1, iluminación natural

Fuente: LX1330B

- En el caso del Área 1 (Gráfica 2) la iluminación natural, y al encontrarse cerca de la puerta principal el cual permite el acceso de vehículos a la planta y es donde los ventanales son más pequeños no ayuda en los niveles de iluminación.
- La iluminación mixta (natural - artificial) (Gráfica 1) general en esta zona se encuentra instalada una lámpara fluorescentes, la misma que ayuda mucho en el aumento de los niveles de iluminación.
- Adicionalmente la zona es utilizada para carga y descarga de los productos y materias primas por lo que, cuando el personal está trabajando, la puerta permanece abierta y la luz natural colabora con el aumento de niveles de iluminación, pero hay que considerar que para los procesos de producción la puerta tiene que mantenerse cerrada ya que puede afectarla, ya que no existe ningún medio que impida el ingreso del viento que puede contener polvo o partículas de algún tipo que pueda afectar la producción.

Área 2:

Tabla 8 Estudio realizado en diferentes mediciones, utilizado para dar las conclusiones y recomendaciones arrojadas por el luxómetro.

Área de Trabajo	Niveles mínimos de iluminación NOM-025-STPS-2008 (Luxes)	Niveles de iluminación promedio de luz natural+artificial (Luxes) $E_p=1/N (\sum E_i)$	Niveles de iluminación promedio de luz natural (Luxes) $E_p=1/N (\sum E_i)$	¿Cumple de acuerdo a la NOM-025-STPS-2008?	¿Existe reflexión?
2 (Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficina)	200	717	29	Si (con respecto a la luz natural + artificial) No (con respecto a la luz natural)	No

Elaborado por: Christian Miguel Rivera

Calculo de los Niveles de iluminación promedio de Luz Natural + Artificial en Luxes

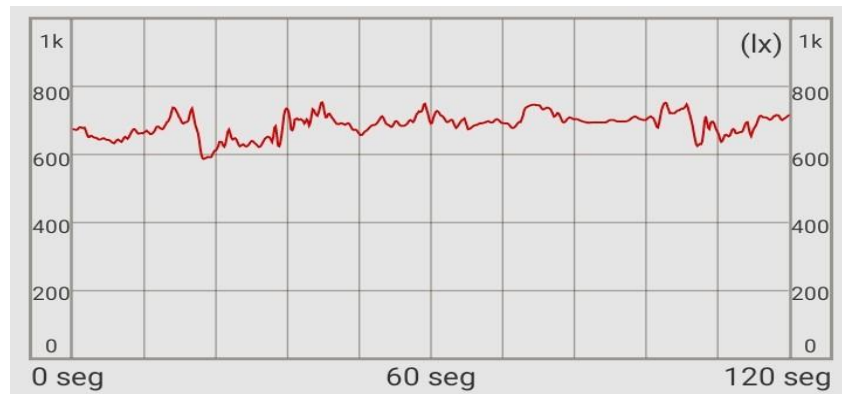
Toma	Valor
1	615
2	690
3	710
4	753
5	745
6	735
7	587
8	725
9	595
10	715
ΣEi	6870

$$Ep = \frac{1}{N} (\Sigma Ei)$$

$$Ep = \frac{1}{10} (6870)$$

$$Ep = 687$$

Gráfica iluminación mixta:



Gráfica 14 : Área 2, iluminación mixta

Fuente: LX1330B

Calculo de los Niveles de iluminación promedio de Luz Natural en Luxes

Toma	Valor
1	37
2	29
3	28
4	29
5	15
6	29
7	20
8	29
9	36
10	38
ΣEi	290

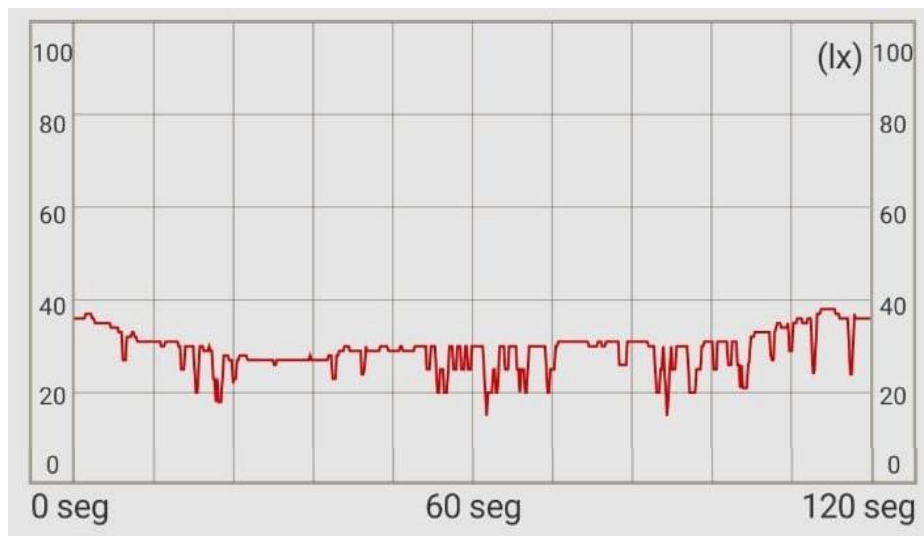
$$Ep = \frac{1}{N} (\Sigma Ei)$$

$$Ep = \frac{1}{10} (290)$$

$$Ep = 29$$

Gráfica iluminación natural:

Gráfica 15 : Área 2, iluminación natural



Gráfica 16: Área 2, iluminación natural

Fuente: LX1330B

- En el Área 2 la iluminación natural (Gráfica 4), es muy poca ya que las ventanas más cercanas están obstruidas por las construcciones vecinas las cuales se han venido edificando con el crecimiento de la ciudad, ya que la planta de la Procesadora Industrial de Bebidas “PROINBE” fue montada en la zona en el año 1999 cuando la zona todavía no estaba poblada, por lo que los ventanales ya no cumplen su función.
- La iluminación artificial en esta zona refuerza el aumento de los niveles de iluminación.
- Esta zona comprende el comienzo de la línea de envasado donde no es un trabajo minucioso.

Área 3:

Tabla 9 Estudio realizado en diferentes mediciones, utilizado para dar las conclusiones y recomendaciones arrojadas por el luxómetro.

Área de Trabajo	Niveles mínimos de iluminación NOM-025-STPS-2008 (Luxes)	Niveles de iluminación promedio de luz natural+artificial (Luxes) $E_p=1/N (\sum E_i)$	Niveles de iluminación promedio de luz natural (Luxes) $E_p=1/N (\sum E_i)$	¿Cumple de acuerdo a la NOM-025-STPS-2008?	¿Existe reflexión?
3 (Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficina)	300	949	513	Si	No

Elaborado por: Christian Miguel Rivera

Calculo de los Niveles de iluminación promedio de Luz Natural + Artificial en Luxes

Toma	Valor
1	983
2	910
3	940
4	870
5	890
6	945
7	1010
8	987
9	879
10	1076
$\sum E_i$	9490

$$E_p = \frac{1}{N} (\sum E_i)$$

$$E_p = \frac{1}{10} (9490)$$

$$E_p = 949$$

Gráfica iluminación mixta:



Gráfica 17 : Área 3, iluminación mixta

Fuente: LX1330B

Calculo de los Niveles de iluminación promedio de Luz Natural en Luxes

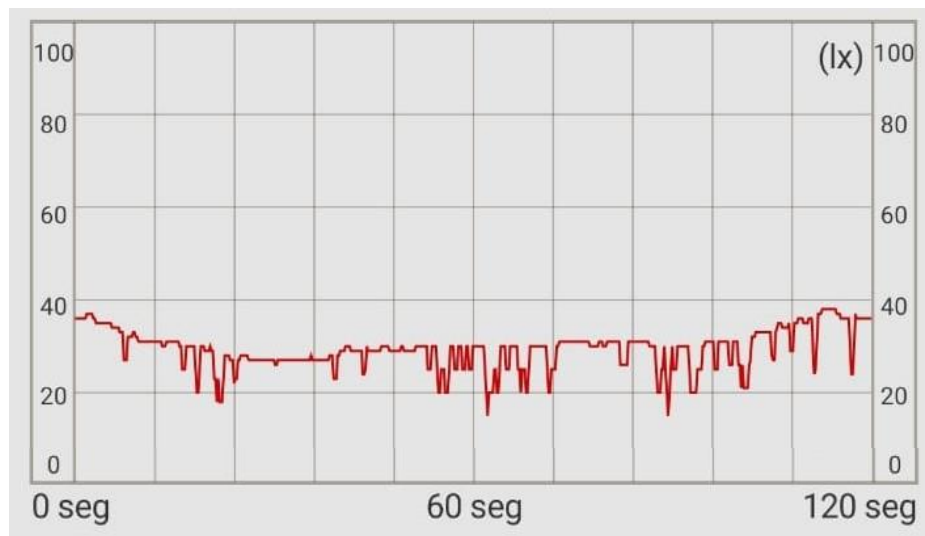
Toma	Valor
1	37
2	29
3	28
4	29
5	15
6	29
7	20
8	29
9	36
10	38
ΣEi	290

$$Ep = \frac{1}{N} (\Sigma Ei)$$

$$Ep = \frac{1}{10} (290)$$

$$Ep = 29$$

Gráfica iluminación natural:



Gráfica 18 : Área 3, iluminación natural

Fuente: LX1330B

- El Área 3 la iluminación natural (Grafica 6), es más adecuada ya que los ventanales están ubicados en la mayor elevación del galpón y en ese preciso lugar está ubicado el patio de la casa aledaña por lo que no perturba el ingreso de la luz natural, permitiendo que los ventanales cumplan su función.

- La iluminación artificial en esta zona refuerza el aumento de los niveles de iluminación.
- Esta zona se encuentran ubicadas las llenadoras donde si es necesario una mejor atención del trabajo y por encontrarse en el medio entre las zonas 2 y 4 ayuda a la iluminación mixta que posee.

Área 4:

Tabla 10 Estudio realizado en diferentes mediciones, utilizado para dar las conclusiones y recomendaciones arrojadas por el luxómetro.

Área de Trabajo	Niveles mínimos de iluminación NOM-025-STPS-2008 (Luxes)	Niveles de iluminación promedio de luz natural+artificial (Luxes) $E_p=1/N (\sum E_i)$	Niveles de iluminación promedio de luz natural (Luxes) $E_p=1/N (\sum E_i)$	¿Cumple de acuerdo a la NOM-025-STPS-2008?	¿Existe reflexión?
4 (Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficina)	300	497	8	Si (con respecto a la luz natural + artificial) No (con respecto a la luz natural)	No

Elaborado por: Christian Miguel Rivera

Calculo de los Niveles de iluminación promedio de Luz Natural + Artificial en Luxes

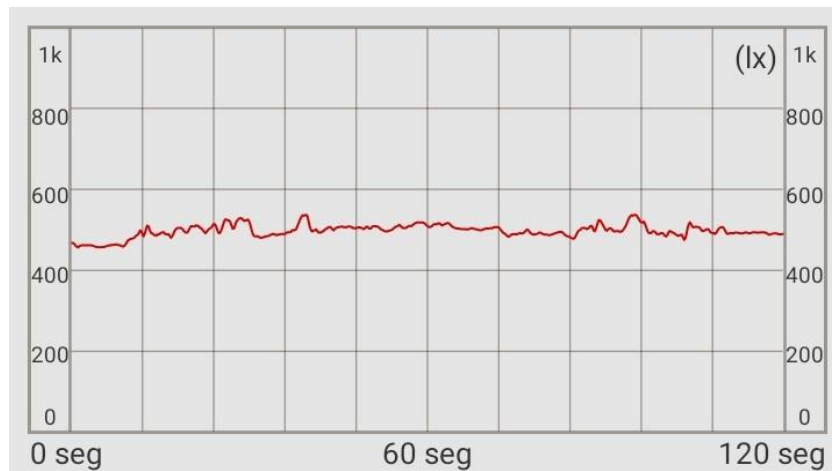
Toma	Valor
1	393
2	415
3	395
4	428
5	460
6	427
7	406
8	483
9	443
10	430
$\sum E_i$	4280

$$E_p = \frac{1}{N} (\sum E_i)$$

$$E_p = \frac{1}{10} (4280)$$

$$E_p = 428$$

Gráfica iluminación mixta:



Gráfica 19: Área 4, iluminación mixta

Fuente: LX1330B

Calculo de los Niveles de iluminación promedio de Luz Natural en Luxes

Toma	Valor
1	8
2	8
3	8
4	8
5	8
6	8
7	8
8	8
9	8
10	8
ΣEi	80

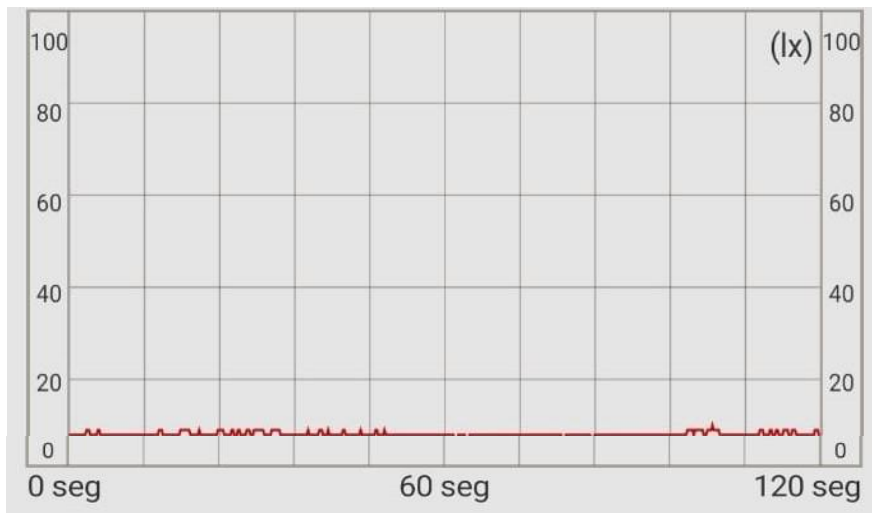
$$Ep = \frac{1}{N} (\Sigma Ei)$$

$$Ep = \frac{1}{10} (80)$$

$$Ep = 8$$

Gráfica iluminación natural:

Gráfica 20 : Área 4, iluminación natural



Gráfica 21: Área 4, iluminación natural

Fuente: LX1330B

- El Área 4 la iluminación natural (Grafica 8), es muy poca ya que las ventanas más cercanas están obstruidas por las construcciones vecinas las cuales se han venido edificando sucede algo similar a lo de la zona 2.
- La iluminación artificial en esta zona refuerza el aumento de los niveles de iluminación.
- Esta zona está ubicado el horno termoencogible y la etiquetadora ambos procesos automáticos, donde no es un trabajo minucioso.

Área 5:

Tabla 11 Estudio realizado en diferentes mediciones, utilizado para dar las conclusiones y recomendaciones arrojadas por el luxómetro.

Área de Trabajo	Niveles mínimos de iluminación NOM-025-STPS-2008 (Luxes)	Niveles de iluminación promedio de luz natural+artificial (Luxes) $E_p=1/N (\sum E_i)$	Niveles de iluminación promedio de luz natural (Luxes) $E_p=1/N (\sum E_i)$	¿Cumple de acuerdo a la NOM-025-STPS-2008?	¿Existe reflexión?
5 (Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficina)	300	718	8	Si (con respecto a la luz natural + artificial) No (con respecto a la luz natural)	No

Elaborado por: Christian Miguel Rivera

Calculo de los Niveles de iluminación promedio de Luz Natural + Artificial en Luxes

Toma	Valor
1	743
2	712
3	750
4	692
5	736
6	663
7	703
8	710
9	728
10	743
ΣEi	7180

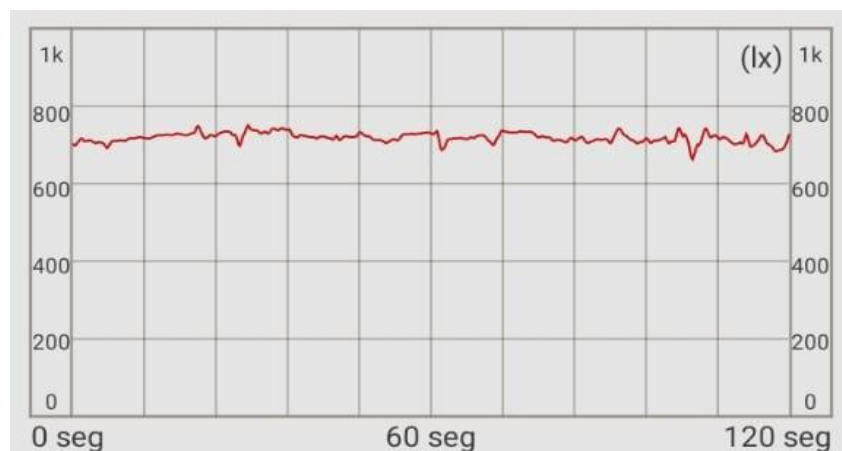
$$Ep = \frac{1}{N} (\Sigma Ei)$$

$$Ep = \frac{1}{10} (7180)$$

$$Ep = 718$$

Gráfica iluminación mixta:

Gráfica 22 : Área 5, iluminación mixta



Gráfica 23: Área 5, iluminación mixta

Fuente: LX1330B

Calculo de los Niveles de iluminación promedio de Luz Natural en Luxes

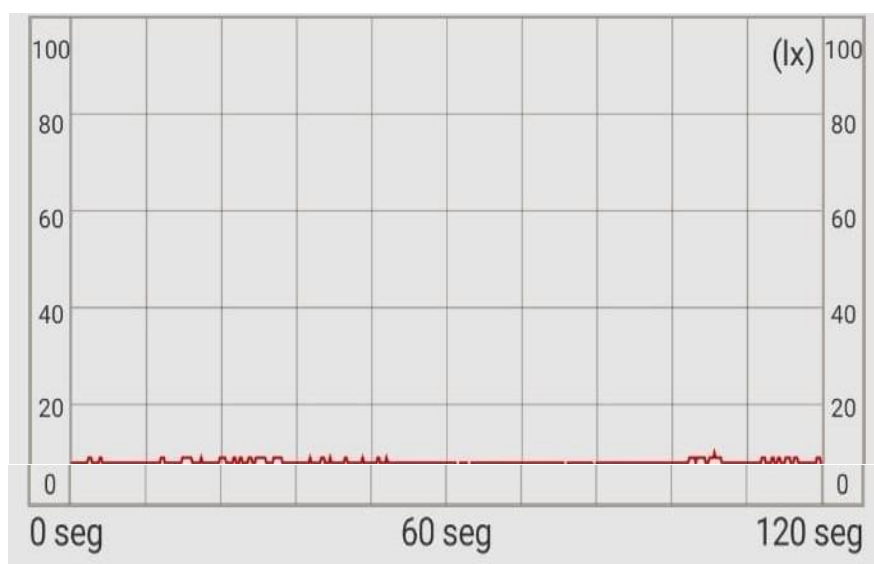
Toma	Valor
1	8
2	8
3	8
4	8
5	8
6	8
7	8
8	8
9	8
10	8
ΣE_i	80

$$E_p = \frac{1}{N} (\Sigma E_i)$$

$$E_p = \frac{1}{10} (80)$$

$$E_p = 8$$

Gráfica iluminación natural:



Gráfica 24 : Área 5, iluminación natural

Fuente: LX1330B

- En el Área 5 la iluminación natural (Gráfico 10), es casi nula al estar cerca del área de bodegaje, lo que cuando existe varios productos genera sombra en la zona ya que ese espacio tiene tres pisos para almacenar producto.
- La iluminación artificial en esta zona refuerza el aumento de los niveles de iluminación.
- Esta zona comprende el final de línea de envasado realizando las tareas de empaquetado y paletizado de los diferentes productos.

Área 6:

Tabla 12 Estudio realizado en diferentes mediciones, utilizado para dar las conclusiones y recomendaciones arrojadas por el luxómetro.

Área de Trabajo	Niveles mínimos de iluminación NOM-025-STPS-2008 (Luxes)	Niveles de iluminación promedio de luz natural+artificial (Luxes) $E_p=1/N (\Sigma E_i)$	Niveles de iluminación promedio de luz natural (Luxes) $E_p=1/N (\Sigma E_i)$	¿Cumple de acuerdo a la NOM-025-STPS-2008?	¿Existe reflexión?
6 (Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficina)	300	626	12	Si (con respecto a la luz natural + artificial) No (con respecto a la luz natural)	No

Elaborado por: Christian Miguel Rivera

Calculo de los Niveles de iluminación promedio de Luz Natural + Artificial en Luxes

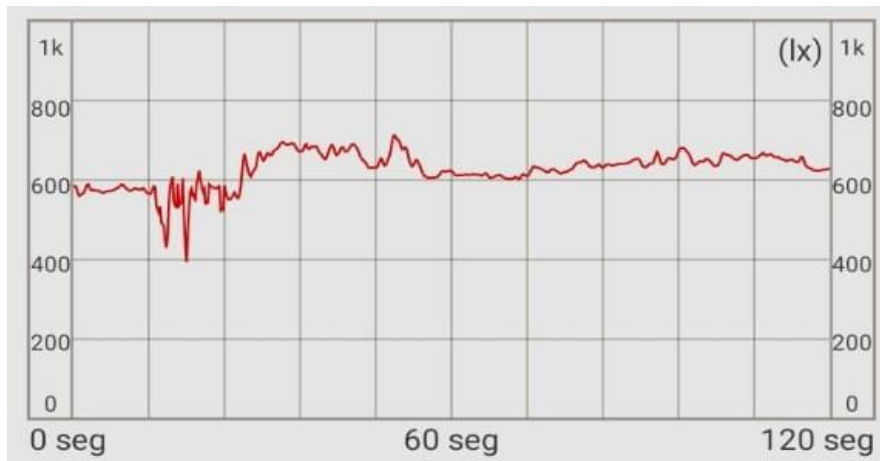
Toma	Valor
1	564
2	394
3	567
4	683
5	629
6	681
7	631
8	712
9	703
10	696
ΣE_i	6260

$$E_p = \frac{1}{N} (\Sigma E_i)$$

$$E_p = \frac{1}{10} (6260)$$

$$E_p = 626$$

Gráfica iluminación mixta:



Gráfica 25: Área 6, iluminación mixta

Fuente: LX1330B

Calculo de los Niveles de iluminación promedio de Luz Natural en Luxes

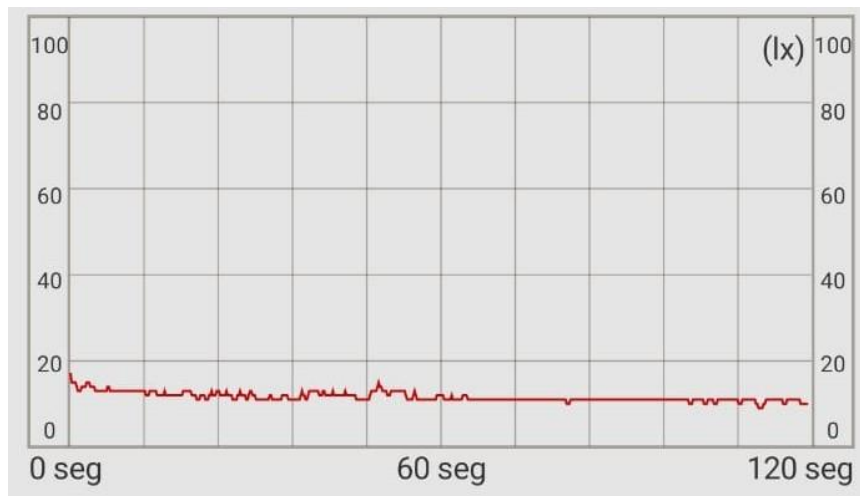
Toma	Valor
1	17
2	13
3	14
4	9
5	12
6	12
7	12
8	12
9	12
10	12
ΣEi	120

$$Ep = \frac{1}{N} (\Sigma Ei)$$

$$Ep = \frac{1}{10} (120)$$

$$Ep = 12$$

Gráfica iluminación natural:



Gráfica 26: Área 6, iluminación natural

Fuente: LX1330B

- El Área 6 la iluminación natural (Grafica 12), es poca ya que las ventanas más cercanas están obstruidas por los pallets de productos de la zona de bodega.
- La iluminación artificial en esta zona refuerza el aumento de los niveles de iluminación.
- Esta zona es mas de transito del personal como de los pallets de los diferentes productos por lo que no se necesita mayores niveles de iluminación.
-

Promedios de iluminación de las diferentes Áreas de la planta de producción de “PROINBE”:

Tabla 13 Promedio de las tomas de las 6 áreas de “PROINBE” de iluminación mixta

ÁREA	MAXIMA	MINIMA	PROMEDIO
1	2230	1120	1685
2	753	587	717
3	1076	870	949
4	537	457	497
5	750	663	718
6	712	394	626

Elaborado por: Christian Miguel Rivera

3.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LOS RESULTADOS DE LA MEDICIÓN

3.6.1 Conclusiones

- El estudio muestra que la iluminación natural no cumple con la Norma NOM-025-STPS-2008, no siendo esta suficiente para cumplir con los niveles mínimos de iluminación para la realización de las diferentes tareas en la planta de la Procesadora Industrial de Bebidas “PROINBE”.
- La iluminación artificial compensa la falta de los niveles de iluminación mínimos requeridos por la Norma NOM-025-STPS-2008, pero es necesario varias luminarias de las utilizadas actualmente por la Empresa, como lo demostrara el software.
- El espacio utilizado por la luminarias actuales es demasiado y muy cercano una a otra ,ya que no son adecuadas para el tipo de construcción y trabajo que se utiliza esta es COMFORT 236 PS/90 misma que es utilizada en espacios de oficina, adicionalmente no existí un programa de mantenimiento y limpieza de las mismas, viéndose éstas se afectadas por el polvo y solo son reemplazadas cuando se queman y son compradas por la administración, previo al requerimiento del encargado de planta, por lo que en ocasiones pasa algún tiempo para ser reemplazadas una o varias luminarias, perjudicando la calidad de luz y a las actividades de los trabajadores, que con el tiempo puede causar problemas en ellos.

3.6.2 Recomendaciones

- Implementar medidas correctivas de ser posible en la estructura, más ventanales, para aprovechar la luz natural, para evitar la utilización de las luminarias en las horas de trabajo, contemplando con ello el ahorro tanto en consumo de luz eléctrica como de la compra de luminarias, manteniendo y cambio de estas.
- Adquirir una mejor luminaria que sean adecuadas para el tipo de construcción y trabajo a realizar esta puede ser la POLAR 2400W CV HQI-E, esta luminaria es recomendada para áreas comerciales, decorativas, almacenes y depósitos.
- Exhortar que se utilice medios actualizados para la ubicación en planta de las luminarias recomendadas como es el software Lumenlux, donde especificara número y posición de lámparas, ayudando con ello a no hacer un gasto innecesario en adquisición de

luminarias y tampoco en un mantenimiento ni saturación de espacio para la instalación de estas en la fábrica.

3.7 ROPUESTA

3.7.1 Software Lumenlux

Es un Programa para cálculo Luminotécnico, herramienta indispensable para el desarrollo de proyectos de iluminación interior y grandes áreas Software de cálculo lumínico, que posee:

- Capacidad para realizar proyectos en Exteriores e interiores.
- Impresión de informes detallados con amplia variedad de gráficos.
- Estimador de luminarias y niveles medios.
- Apagado selectivo de luminarias.
- Ayuda permanente para la utilización del programa y anexos con información complementaria como valores de iluminación recomendados, coeficientes de reflectancia y mantenimiento.

Creado por: Lumenac.

3.7.2 Condiciones Actuales

Luminaria utilizada por la Empresa COMFORT 236 PS/90, aplico el software para determinar los lux según Lumenlux con el número de luminarias utilizadas y ubicadas empíricamente.

Cuerpo: de chapa zincada y prepintada con punteras de PC.

Reflector/óptica: louver doble parabólico brillante, parabólico simple con laterales de aluminio anodizado brillante de alta pureza y transversales de aluminio estriado mate o difusor acrílico opal.

Portalámparas: G13 en policarbonato con contactos de bronce fosforoso, 2A / 250V, código de temperatura T140.

Equipo: balastos, arrancadores y capacitor de primera calidad. Alimentación 230V / 50Hz.

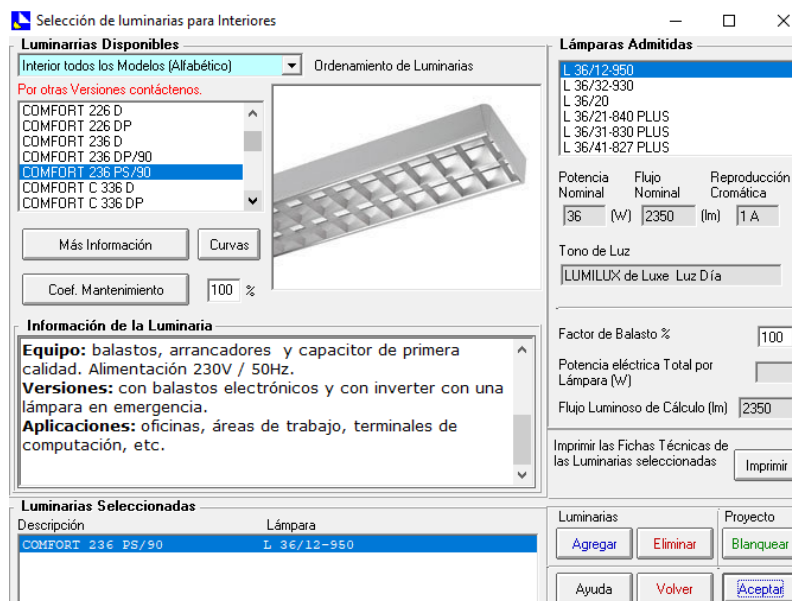
Versiones: con balastos electrónicos y con inverter con una lámpara en emergencia.

Aplicaciones: oficinas, áreas de trabajo, terminales de computación, etc.

Potencia Nominal: 36 W

Flujo Luminoso: 2350 lm

Como se puede constatar estas luminarias son utilizadas más en el área Administrativa por lo que no son las adecuadas para las instalaciones estudiadas.



Gráfica 27 Selección de luminarias interiores condiciones actuales

Fuente: Software Lumenlux

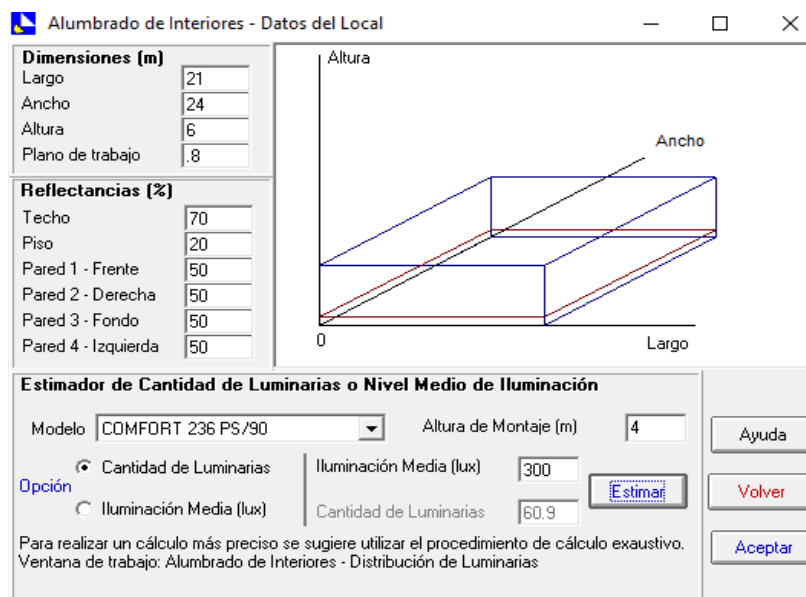
Datos de la planta

Largo: 21 m

Ancho: 24 m

Altura: 6 m

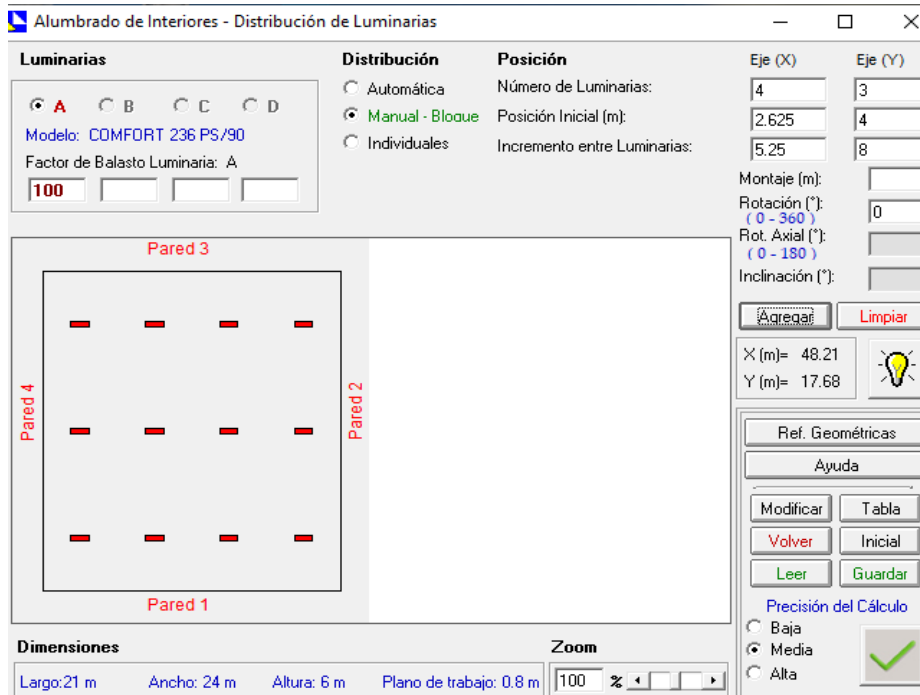
Ingreso al software



Gráfica 28 Alumbrado de Interiores condiciones actuales

Fuente: Software Lumenlux

El Software nos indica que se debería colocar 61 luminarias del tipo escogido para poder tener una Iluminación Media de 300 Lux pero en realidad se colocaron sin ningún tipo de estudio previo un número de 12 luminarias como se muestra en la siguiente imagen.



Gráfica 29 Distribución de luminarias actuales

Fuente: Software Lumenlux

3.7.3 Datos y Resultados Actuales

Datos y Resultados del Proyecto

Número de Luminarias distintas 1 Coef. Mantenimiento 1.00

Luminarias Utilizadas

COMFORT 236 PS/90 Altura de Montaje: 4.00 m
 Flujo de lámparas: 4.7 klm
 Factor de Balasto: 100 %

Iluminancia Media (Emed): 64.0 lux
 Iluminancia Mínima (Emin): 9.0 lux
 Iluminancia Máxima (Emáx): 174.0 lux

G1 = Emin / Emed = 1 : 7.1
 G2 = Emin / Emáx = 1 : 19.3

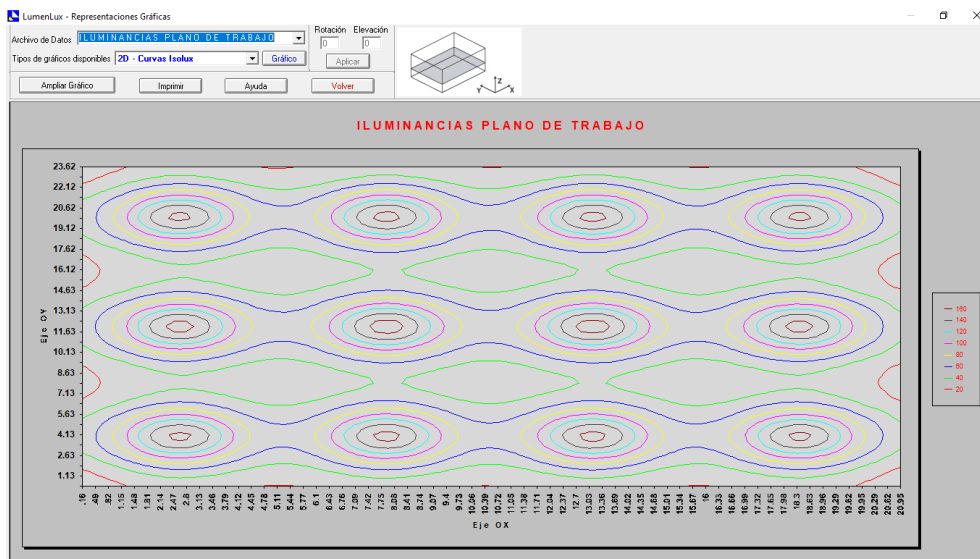
A / L	0.16	0.48	0.82	1.15	1.48	1.81	2.14	2.47	2.80
23.6:	10	12	14	17	19	21	24	25	25
22.8:	14	18	22	27	31	35	39	41	41
22.1:	21	27	34	43	51	58	65	69	69
21.3:	37	46	57	65	80	94	104	110	110
20.6:	45	57	71	85	106	129	145	155	154
19.8:	47	61	77	93	118	143	162	172	172
19.1:	44	55	68	80	100	120	135	143	142
18.3:	36	45	55	61	74	85	93	99	98
17.6:	21	27	33	40	47	53	59	63	63

Gráfica 30 Datos y Resultados de luminarias actuales

Fuente: Software Lumenlux

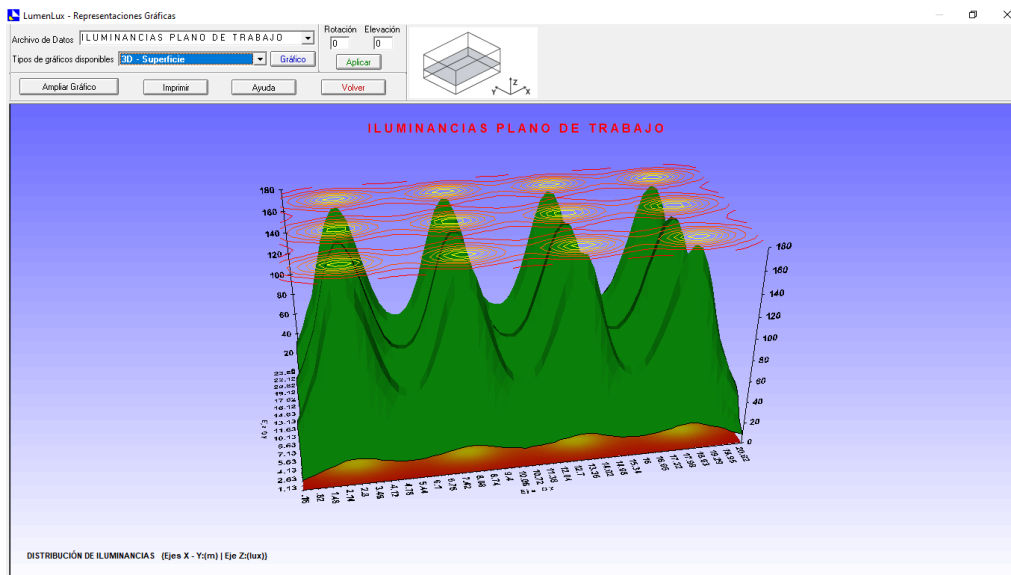
Con el tipo de luminaria utilizado estipula una iluminación media de 64 lux, iluminación mínima de 9 lux y una iluminación máxima de 174 lux, cuando el la Norma nos muestra que se necesita en unas áreas no menos de 200 lux y en otras 300 lux.

3.7.4 Representación Grafica



Gráfica 31 Iluminación plano de trabajo luminarias actuales

Fuente: Software Lumenlux



Gráfica 32 Iluminación plano de trabajo luminarias actuales 3D

Fuente: Software Lumenlux

3.8 Propuesta “REDISEÑO DE ILUMINACION DE LA PLANTA DE PRODUCCION EN LA EMPRESA PROINBE EN AMBATO EN EL AÑO 2021”

Luminaria recomendada POLAR 2400W CV HQI-E, con la aplico en el software ya determinando los Lux que necesitamos según la NOM-025- STPS-2008, la misma que tiene las siguientes características:

Cuerpo: de aluminio inyectado en una sola pieza con aletas de enfriamiento.

Reflector/óptica: policarbonato metalizado con pulido especular interior.

Pintura: poliéster texturada horneada.

Portalámparas: de tipo cerámico con resorte bajo el contacto central. T240, 16A / 750V y tensión de encendido 5kv.

Cableado: interno con aislación primaria de silicona y malla protectora de fibra de vidrio, y terminal.

Equipo: balasto, ignitor electrónico, capacitor y bornera de conexión. 230V / 50Hz.

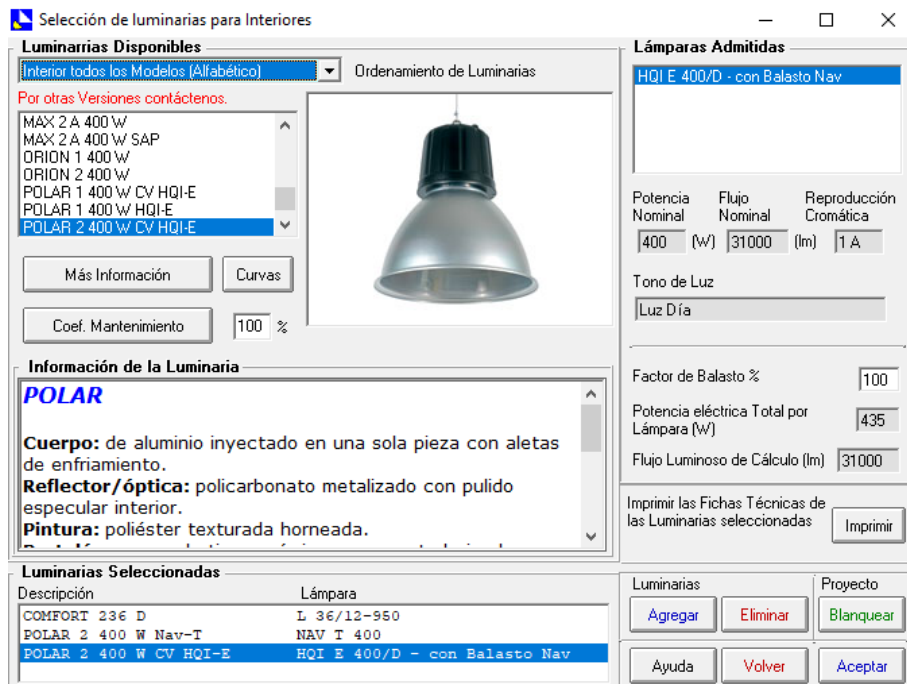
Montaje: brida de acero para colgar Ø int. 19 mm.

Accesorio: lente cónica acrílica, con clips de acero inoxidable para sujeción IP23.

Aplicaciones: comercial, decorativa, almacenes y depósitos.

Potencia Nominal: 400 W

Flujo Luminoso: 31000 lm



Gráfica 33 Selección de luminarias interiores propuesta

Fuente: Software Lumenlux

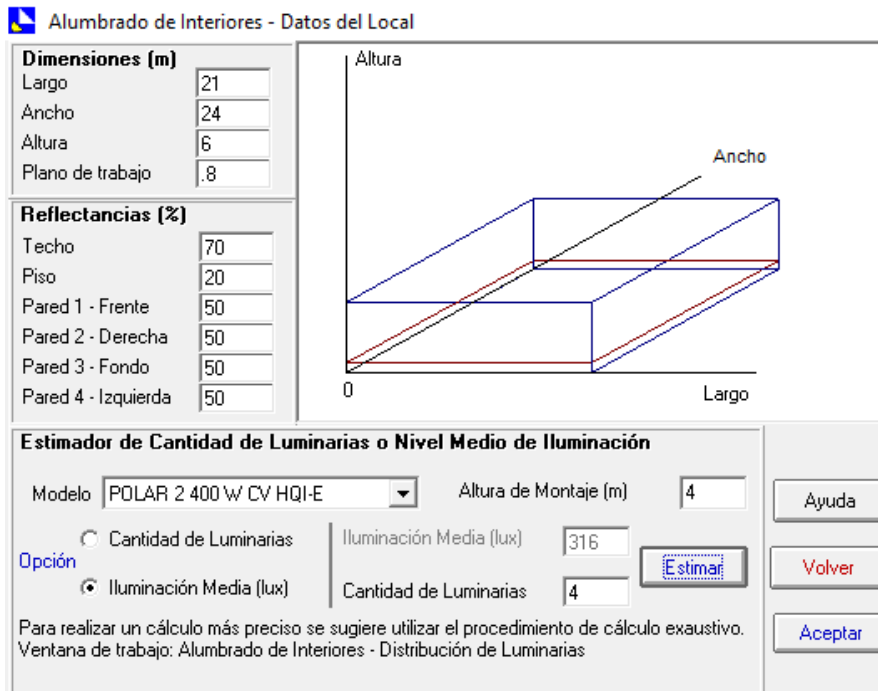
Datos de la planta

Largo: 21 m

Ancho: 24 m

Altura: 6 m

Ingreso al software

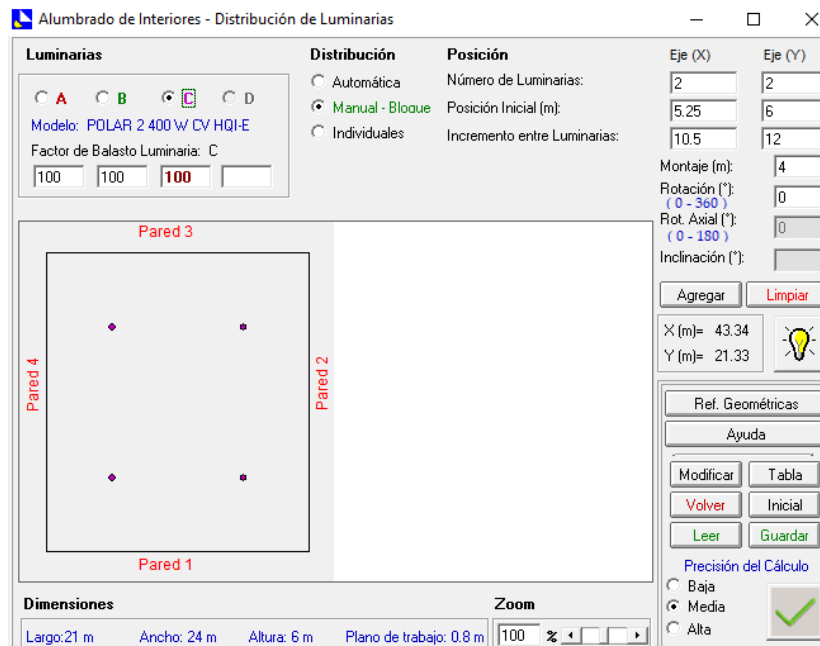


Gráfica 34 Alumbrado de Interiores propuesta

Fuente: Software Lumenlux

El software determino la cantidad de 4 luminarias para una Iluminación Media de 316 Lux.

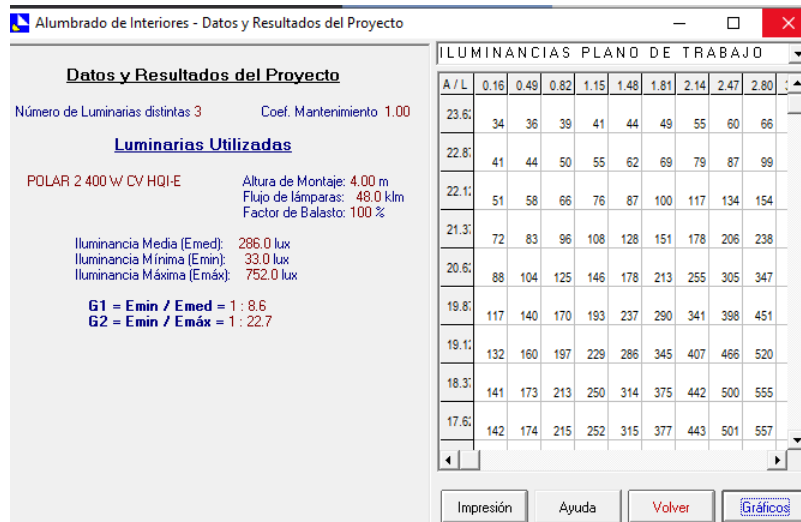
3.8.1 Distribución de las Luminarias



Gráfica 35 Distribución de luminarias propuesta

Fuente: Software Lumenlux

3.8.2 Datos y Resultados del Proyecto

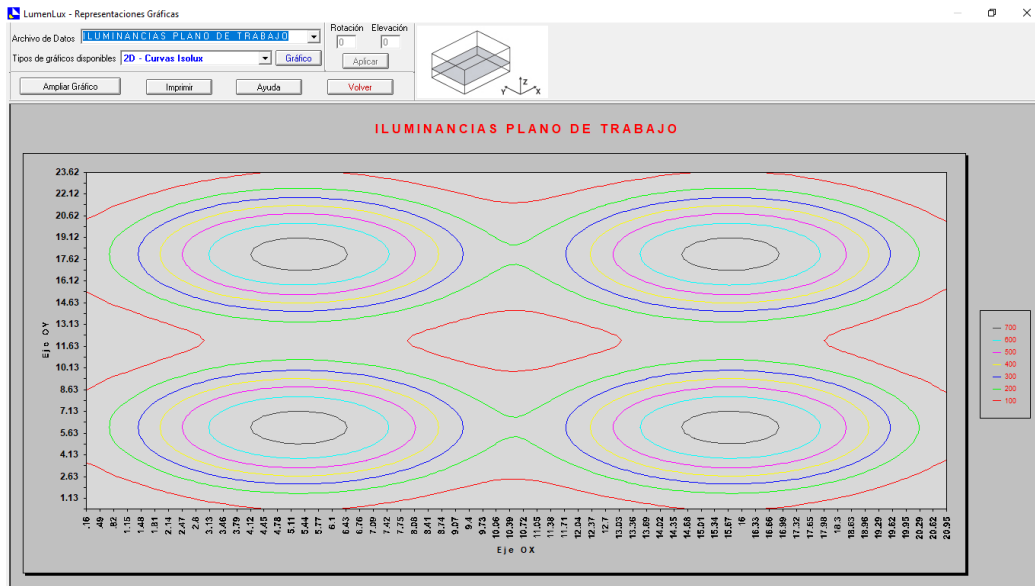


Gráfica 36 Datos y Resultados de luminarias propuestas

Fuente: Software Lumenlux

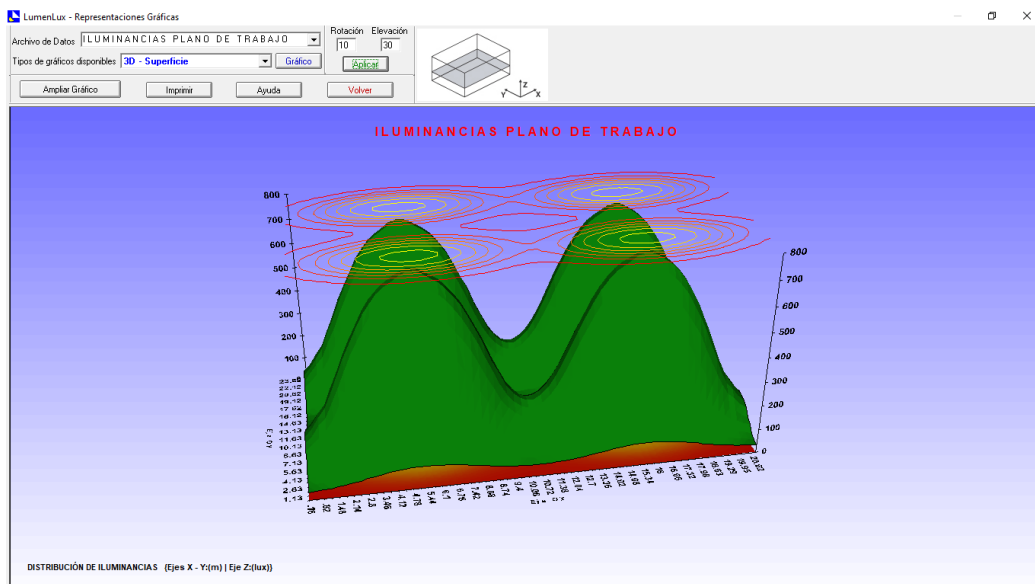
Con las 4 luminarias POLAR 2400 W CV HQI-E, se obtendrá una iluminación media de 286 lux, una iluminación máxima de 752 lux y una iluminación mínima de 33 lux.

3.8.3 Representación Gráfica



Gráfica 37 Iluminación plano de trabajo luminarias propuesta

Fuente: Software Lumenlux



Gráfica 38 Iluminación plano de trabajo luminarias 3D propuesta

Fuente: Software Lumenlux

3.9 COMPARATIVA DEL ANTES Y DESPUES

Se demuestra que se mejorara las condiciones de trabajo al implementar las luminarias recomendadas POLAR 2400W CV HQI-E tabla 14 comparativa del antes y después.

Tabla 14 Tabla comparativa del antes vs el después

Resultados de Software Lumenlux					
Luminarias	Número de luminarias para cumplir iluminación mínima	Número actual de luminarias	Cumplimiento de iluminación mínima requerida	Cumple con la iluminación requerida en el plano de trabajo	Mejora el Mantenimiento y cambio de luminarias
COMFORT 236 PS/90 (actuales)	61	8	No	No	No
POLAR 2400W CV HQI-E (recomendadas)	4	Para colocar	Si	Si	Si

Elaborado por: Christian Miguel Rivera

3.10 RESULTADOS ESPERADOS

La empresa PROCESADORA INDUSTRIAL DE BEBIDAS “PROINBE”, toma la decisión de absorber las conclusiones y recomendaciones del presente estudio, para con ello mejorar las condiciones de trabajo de los empleados, aplicando las medidas correctivas para alcanzar los niveles de iluminación requeridos por la NOM-025- STPS-2008 en las distintas áreas donde se realizaron las mediciones, la ubicación y número que nos da el Software Lumenluxcon de la luminaria recomendada POLAR 2400W CV HQI-E para poder tener un ambiente apropiado para los trabajadores y una distribución homogénea de la luz.

Empleando criterios de calidad adecuados al diseño, instalación y mantenimiento de todos aquellos elementos que intervienen en la obtención de una buena iluminación, obtendremos los resultados de confort visual requeridos, todo esto garantizando la máxima eficiencia energética con mínimos costes.

Una adecuada iluminación proporciona a los trabajadores, un ambiente

sugestivo y alentador, es decir, un confort visual que les permite seguir su actividad sin demandar de ellos un sobre esfuerzo visual, reduciendo el cansancio y los dolores de cabeza producidos por una iluminación inadecuada.

Como se puede observar al comparar las representaciones graficas de la iluminación en los planos de trabajo (Gráfica 17 con Gráfico22), la distribución de la luz con las luminarias actuales no es la correcta, lo cual mejora de forma sustancial con las luminarias de la propuesta POLAR 2400W CV HQI-E, e incluso evitando mayor gasto económico al reducir el número de luminarias necesarias, tiempo para su mantenimiento y de recurso humano destinado para ello.

3.11 Cronograma de actividades.

El cronograma de actividades será el siguiente:

La Administración de la PROCESADORA INDUSTRIAL DE BEBIDAS
 “PROINBE” establece el siguiente cronograma:

Tabla 15 Cronograma de actividades

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES					
ACTIVIDADES	Sub-actividades	Meses			
		1	2	3	4
Estudiar Propuesta	Evaluación de Propuesta				
	Pedir cotización de luminarias POLAR 2400W CV HQI-E a posibles proveedores (mínimo 3)				
Aprobación de la Propuesta	Con las Cotizaciones se aprueba propuesta				
Presentar Costos de Propuesta	Se elaborara una tabla de costos donde conste : el costo de la luminarias nuevas, el cambio en el cableado y le que conlleve el retiro y colocación de las luminarias				
Adquisición de nuevas Luminarias	Compro de las luminarias al mejor ofertante, en cuanto al mejor precio				
Retiro de Luminarias actuales y colocación de nuevas	Con el personal de la empresa se retirara las luminarias actuales				
	Se reemplazara el cableado; ya que las nuevas luminarias necesitan cable de mayor calibre				
	Se colocan luminarias POLAR 2400W CV HQI-E				

Elaborado por: Christian Miguel Rivera

Donde:

- En el mes 1 se estudió la propuesta al estudiar los resultados de las mediciones y verificar con el software que no se está cumpliendo con la Norma NOM-025- STPS-2008 y que con el tiempo se puede perjudicar la salud de los trabajadores.

- La aprobación de la propuesta se la realizo en el mes 2 con las proformas del costo de las nuevas luminarias.
- La adquisición de las luminarias se las realizara en el mes 3, cuando se destine el presupuesto necesario para ello.
- El cuarto mes ya con la adquisición de las luminarias recomendadas se procederá al retiro de las luminarias actuales, destinando al personal propio de la empresa, los cuales tiene el debido conocimiento para realizar la tarea y se las reemplazara por las POLAR 2400W CV HQI-E, en esta etapa se considerara la distribución que nos arrojó el software en la Gráfica 21.

3.12 Análisis de costos.

“PROINBE” reemplazara las luminarias actuales COMFORT 236 PS/90 ya que al realizar el estudio se determinó que no cumple las condiciones de distribución lumínica y que para cumplir necesita 61 luminarias de las actualizadas actualmente, por lo que se toma la decisión de cambiar por la luminaria recomendada que es POLAR 2400W CV HQI-E la cual al ubicarla de manera que determina el Software Lumenlux solo es necesario 4 luminarias de este tipo, lo que facilitaría el cambio y mantenimiento de estas, con lo que se ahorraría tiempo, dinero y mejorara las condiciones de trabajo al cumplir la Norma NOM-025- STPS-2008 Tabla 16.

Tabla 16 Costos.

COSTOS DE CAMBIO DE LUMINARIAS		
ACTIVIDADES	Sub - actividades	VALOR
Adquisición de nuevas Luminarias	Gerencia acepta la adquisición de luminarias con las cotizaciones	\$0,00
	Compra a la mejor oferente 4 luminarias de \$115 cada una (mejor precio)	\$460,00
Retiro de Luminarias COMFORT 236 PS/90 (actuales)	Con el personal de la empresa se retira las luminarias, en horas habituales de trabajo por lo que no tiene ningún costo adicional	\$0,00
Cambio de cableado	El personal de la empresa realiza el cambio de cableado por el calibre recomendado por el proveedor, valor solo el cable	\$120,00
Colocaciones de luminarias POLAR 2400W CV HQI-E (recomendadas)	El personal de la empresa coloca las luminarias, en horas habituales de trabajo por lo que no tiene ningún costo adicional	\$0,00
TOTAL		\$580,00

Elaborado por: Christian Miguel Rivera

El retiro, nuevo cableado y colocación de la luminarias actuales por las nuevas no tendrá costo alguno ya que se utilizara al personal de la empresa para realizar esta tarea en horario de trabajo habitual por lo que este no tiene un valor agregado al costo especifico del cambio de luminarias.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- El estudio demuestra que la iluminación natural en las áreas 1, 2, 4, 5 y 6 de la planta de producción no cumple con la Norma NOM-025- STPS-2008, no siendo esta suficiente para cumplir con los niveles mínimos requeridos de iluminación para la realización de las diferentes tareas en la Procesadora Industrial de Bebidas “PROINBE”, solo en la parte central de la planta que comprende al área 3 cumple con la normativa al tener 513 luxes cuando la norma para el tipo de trabajo tiene como valor mínimo 300 luxes cumpliendo con el criterio de la norma.
- La iluminación artificial compensa la falta de los niveles de iluminación mínimos requeridos por la Norma NOM-025- STPS-2008, la luminaria COMFORT 236 PS/90 cumple con este requerimiento, pero al realizar el estudio con el Software Lumenlux es necesario 61 luminarias para tener una adecuada distribución de la luz y no exista puntos o áreas de disminución de luxes y la luminaria COMFORT 236 PS/90 no es la recomendada para el tipo y lugar de trabajo adicionalmente a esto por la altura y espacio de la planta se hace imposible realizar la colocación de tantas luminarias, por lo que con la ayuda del software se recomienda la luminaria POLAR 2400W CV HQI-E.
- La luminaria POLAR 2400W CV HQI-E al ser la recomendada para áreas comercial, decorativa, almacenes y depósitos es la adecuada para cumplir con la buena distribución de la luz lo que queda demostrado en las Gráficas 37 y 38 de iluminación del plano de trabajo, las cuales solo es necesario instalar 4 para cumplir con la Norma NOM-025- STPS-2008 que es la que se toma como referencia para el estudio cumpliendo con ello:

la normativa legal, de seguridad y salud en el trabajo y evitando que los trabajadores sufran de alguna enfermedad profesional con el tiempo.

- La adquisición de las luminarias POLAR 2400W CV HQI-E facilitaran el mantenimiento y el reemplazo de luminarias, reduciendo el uso del material humano destinado para esta actividad y también una reducción del gasto al evitar adquirir demasiadas luminarias inadecuadas para el tipo de trabajo de la planta de producción.
- Con Las luminarias POLAR 2400W CV HQI-E no existirá fatiga ocular en los trabajadores al no tener que forzar sus ojos por, no cumplir las condiciones mínimas de luminex, lo cual se verá reflejado en una eficiencia laboral y que el trabajador realice sus actividades a gusto.
- El uso de luminarias POLAR 2400W CV HQI-E, tendrán un consumo menor de energía eléctrica ya que para cumplir con la Norma NOM-025- STPS-2008 es necesario 4 luminarias por lo que habrá un ahorro económico en el plago de la planilla eléctrica.

4.2 Recomendaciones

- Ahondar en un estudio de confort visual, en los trabajadores que realizan sus labores en el área de estudio con tiempos de exposición de 8 horas. En diferentes horarios del día, y registrar los niveles de laminación y uniformidad; para obtener datos más representativos.
- Determinar si las personas que manifiesta molestias en la visión debido a la iluminación, presentan alguna enfermedad ocular como catarata, miopía u otras. Estas también pueden ser causas de discomfort visual.
- Implementar medidas correctivas y preventivas en la estructura, aumentando ventanales, para aprovechar la luz natural, para evitar la utilización de las luminarias en las horas de trabajo.
- El presente estudio solo servirá para la PROCESADORA INDUSTRIAL DE BEBIDAS “PROINBE” en su planta de producción debido al tipo de construcción y actividad productiva, si en el futuro se incrementa las líneas o se cambia maquinaria se deberá realizar un nuevo estudio y medición de las condiciones de luminosidad considerando la actualización de métodos, normas, principios, lineamientos, leyes y software.

BIBLIOGRAFIA

- Castro Guaman, Miguel Paul, and Norman Christos Murillo Posligua. 2015. "Diseño de Iluminación Con Luminarias Tipo Led Basado En El Concepto Eficiencia Energética y Confort Visual, Implementación de Estructura Para Pruebas." *Tesis de Grado*: 222.
- Castro Guaman, M. P., & Murillo Posligua, N. C. (2015). *Diseño De Iluminación Con Luminarias Tipo Led Basado En El Concepto Eficiencia Energética Y Confort Visual, Implementación De Estructura Para Pruebas. Tesis de Grado, MODELO DE GESTIÓN ENERGÉTICA PAR.*
- DECRETO - EJECUTIVO 2393. 2020. "Instituto Ecuatoriano De Seguridad Social, Seguro General De Riesgos Del Trabajo." : 8–10.
- López, Fernanda Adriana Cota. 2016. "UNIVERSIDAD DE SONORA Universidad de Sonora Repositorio Institucional UNISON."
- "Manual Práctico de Iluminación - Douglas Leonard Covarrubias - Google Libros."
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=y2F7DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA119&dq=%09Manual+de+alumbrado+PHILIPS.+&ots=3weUIyFzLv&sig=X2Vgu31Vf2Aa-FUSLobHAWb2Lno#v=onepage&q&f=false>.
- MEXICANA, NORMA -NOM-025-STPS-2008. 2008. "Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008." *Caribemexicano.Qroo.Gob.Mx*: 1–13.
http://caribemexicano.qroo.gob.mx/descargas/Marco_Juridico/federal/NOM-011-TUR-2001_Seguridad,_Operacion_e_Informacion_en_Turismo_de_Aventura.pdf.
- Morejón Miniguano, Álvaro José. 2017. "Condiciones de Iluminación Que Inciden En El Confort Visual de Los Ocupantes de Laboratorios de La Universidad Técnica de Ambato - Campus Huachi." : 184.
<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/27121>.
- "PLAN DE RIESGOS RAUL ESPARZA PROINBE 2016." 2016.
- Ribes Navarro, Jaume. 2020. "DE ILUMINACIÓN NATURAL PLANTA INDUSTRIAL DEDICADA AL." : 21.
- twenergy. 2019. "►Energía Eléctrica | Qué Es La Energía Electrica Ventajas y Ahorro."
<https://twenergy.com/energia/energia-electrica/>.

ANEXOS

Fotos:
Procesadora Industria de Bebidas

Área de Preparación



Área de Bodega (Área 5)



Área de Lavado de Envases (Área 2)



Área de Envasado (Áreas 3 y 4)



Área de Bodega (Áreas 5 y 6)



Área de Envasado (Áreas 3 y 5)

