UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSGRADOS

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN OPCIÓN AL GRADO ACADÉMICO DE MAGISTER EN GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

TEMA:

"EVALUACIÓN DE LA ILUMINACIÓN EN LOS PUESTOS DE TRABAJO NOCTURNOS DE LA ESTACIÓN REDUCTORA DEL POLIDUCTO QUITO – AMBATO - RIOBAMBA DE LA E.P. PETROECUADOR Y SU INCIDENCIA EN LOS ACCIDENTES DE TRABAJO. PROPUESTA DE UN MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN".

AUTOR: Lcdo. Juan Alberto Naranjo Naranjo.

TUTOR: MSC. Córdova Suarez Manolo Alexander.

LATACUNGA – ECUADOR

Mayo– 2016

CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE TUTOR

En mi calidad de Tutor del Programa de Maestría en opción al grado académico de Magister en Gestión de la Producción, nombrado por el Honorable Consejo Académico de Posgrado.

CERTIFICO:

Que: analizado el Trabajo de Tesis, presentado como requisito previo a la obtención del grado académico Magister en Gestión de la Producción.

El problema de investigación se refiere a:

"EVALUACIÓN DE LA ILUMINACIÓN EN LOS PUESTOS DE TRABAJO NOCTURNOS DE LA ESTACIÓN REDUCTORA DEL POLIDUCTO QUITO – AMBATO - RIOBAMBA DE LA E.P. PETROECUADOR Y SU INCIDENCIA EN LOS ACCIDENTES DE TRABAJO. PROPUESTA DE UN MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN".

Presentado por: Lcdo. Juan Alberto Naranjo Naranjo, con cédula de ciudadanía N° 1802132660

Sugiero su aprobación y permita continuar con el proceso de graduación.

Latacunga, 18 de febrero del 2016

Ing. Mg, Córdova Suarez Manolo Alexander

AUTORÍA

Del contenido del presente proyecto de investigación y desarrollo, se responsabiliza el autor.

Lcdo. Juan Alberto Naranjo Naranjo.,

C.I. 1802132660

AGRADECIMIENTO.

Agradezco a Dios por ser mi fuente de luz, vida y fortaleza por lo cual me ha, permitido culminar una etapa más de superación.

Quiero dejar constancia de mi eterno agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi por darme la oportunidad de participar en el desarrollo del programa de la Maestría de Gestión de la Producción, particularmente a las Direcciones de Posgrados, quienes nos han asistido con sus excelentes coordinaciones durante todo el tiempo del desarrollo de este programa académico.

Un agradecimiento muy especial a los Señores Profesores de todos los módulos, quienes nos han compartido sus conocimientos científicos y sus experiencias, logrando con ello mejorar mi perfil profesional.

Agradezco a mi querida familia por apoyarme incondicionalmente en todo este tiempo de formación académica.

También quiero dejar constancia de mi agradecimiento a la E. P. Petroecuador por darme todas las facilidades para la elaboración de este trabajo.

Una gratitud inmensa a mi Tutor de Tesis y excelente profesional Msc. Manolo Córdova, quien supo asistirme con sus excelentes conocimientos durante todo el desarrollo de este proyecto.

DEDICATORIA.

Dedico este trabajo a mí adorada esposa Yoquito, quien a pesar de su grave problema de salud ha sabido ser mi apoyo incondicional, mi guía y un gran ejemplo de superación profesional.

También dedico a mis dos queridos hijos, Andreita y Juancito, por comprender y aceptar todos los momentos de ausencia que hemos tenido que enfrentar durante todo este periodo académico.

ÍNDICE

CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE TUTOR II

AUTORÍA III

AGRADECIMIENTO. IV

DEDICATORIA. V

RESUMEN XV

ABSTRACT XVI

INTRODUCCIÓN 1

Elementos del diseño de la investigación 2

a. Situación problemática 2

b. Justificación de la investigación 2

c. Objeto y problema de la investigación 4

d. Campo de acción y objeto general de la investigación 5

e. Hipótesis de investigación y desarrollo de la investigación 5

f. Sistemas de objetivos específicos 6

g. Sistemas de tareas, métodos, procedimientos y técnicas 7

Visión epistemológica de la investigación 8

a. Paradigmas o enfoques epistemológicos 8

b. Nivel de investigación 9

c. Alcance de la investigación 10

Breve descripción de la estructura de la investigación 10

1. CAPÍTULO I 13

1. Marco contextual y teórico 13

1.1 Caracterización detallada del objeto 13

1.2 Marco teórico de la investigación 14

1.2.1 Antecedentes de la investigación 15

1.2.2 Análisis de tendencias 16

1.3 Fundamentación de la investigación 17

1.4 Bases teóricas particulares de la investigación 18

1.4.1 Riesgo físico 18

1.4.2 Condiciones de iluminación 19

1.4.3 Iluminación en puestos nocturnos de trabajo 21

1.4.4 Seguridad Industrial 23

1.4.5 Actos y condiciones subéstandar 24

1.4.6 Accidentes de trabajo 24

1.4.7 Determinación de las variables 25

1.4.8 Operacionalización de variables 26

1.4.9 Fundamentación legal 28

2. CAPÍTULO II 30

2. Metodología 30

2.1 Modalidades de la investigación 30

2.2 Tipos de investigación 31

2.3 Población y muestra 32

2.4 Técnicas para la obtención de información 33

2.5 Instrumentos metodológicos y tecnológicos para la obtención de información 34

2.6 Procedimiento para la aplicación de técnicas 35

2.7 Procedimiento para validar la calidad de datos 37

2.8 Procedimiento para recopilación de datos de la investigación 37

3. CAPÍTULO III 39

3. Resultados de la investigación 39

3.1 Resultados de la encuesta (Condiciones de iluminación, índice de accidentes y número de lesiones corporales) 39

3.2 Análisis e interpretación de la ficha de registro de las condiciones de iluminación..... 50

3.3 Resultados de la medición del nivel de iluminación por área de trabajo de la Estación Reductora del Poliducto Quito – Ambato - Riobamba..... 54

3.3.1 Análisis e interpretación de los resultados de la medición del nivel de iluminación del área 1 56

3.3.2 Análisis e interpretación de los resultados de la medición del nivel de iluminación del área 2 59

3.3.3 Análisis e interpretación de los resultados de la medición del nivel de iluminación del área 3 62

3.4 Verificación de la hipótesis..... 62

3.5 Conclusiones y recomedaciones 66

3.5.1 Conclusiones 66

3.5.2 Recomendaciones..... 67

4. CAPÍTULO IV..... 68

4. Propuesta..... 68

4.1 Titulo..... 68

4.1.1 Datos informativos de la entidad beneficiaria..... 68

4.2 Justificación..... 69

4.3 Objetivos 69

4.4 Estructura y desarrollo de la Propuesta..... 70

4.5 Conclusiones generales de la propuesta..... 87

4.6 Recomendaciones generales de la propuesta 87

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 88

BIBLIOGRAFÍA 91

ANEXOS 94

Índice de tablas

Tabla 1 Sistema de tareas por objetivos específicos……..6

Tabla 1-1 Variable independiente: La iluminación en los puestos de trabajo nocturnos de la Estación Reductora del Poliducto Quito – Ambato - Riobamba de la E.P. PETROECUADOR 26

Tabla 1-2 Variable dependiente: Accidentes de trabajo 27

Tabla 1-3 Niveles de iluminación mínima para trabajos específicos y similares . 28

Tabla 2-1 Población y muestra del proyecto de investigación de la Estación Reductora del Poliducto Quito – Ambato - Riobamba de la E.P. PETROECUADOR. 32

Tabla 3-1Resultados nivel de iluminación 40

Tabla 3-2 Resultados distribución y conexión del sistema de iluminación 41

Tabla 3-3 Resultados sobre la luz y color de las lámparas para el trabajo a ejecutar 42

Tabla 3-4 Resultados del nivel de iluminación en la calidad del trabajo 43

Tabla 3-5 Resultados de accidentes o lesiones corporales a causa del nivel de iluminación 44

Tabla 3-6 Resultados de presencia de molestias en su cuerpo a causa de la iluminación 45

Tabla 3-7 Resultados del diseño actual del sistema de iluminación 46

Tabla 3-8 Resultados de mantenimiento al sistema de iluminación 47

Tabla 3-9 Resultados del índice de accidentes y lesiones corporales a causa de la iluminación..... 48

Tabla 3-10 Resultados de la importancia de un rediseño del sistema de iluminación..... 49

Tabla 3-11 Resultados del nivel de iluminación del área 1 55

Tabla 3-12 Resultados del nivel de iluminación del área 2 57

Tabla 3-13 Resultados del nivel de iluminación del área 3 60

Tabla 3-14 Frecuencia observada de la encuesta (Operarios de planta) 63

Tabla 3-15 Frecuencia esperada de la encuesta (Operarios de planta) 63

Tabla 3-16 Resultados del método estadístico Chi- cuadrado (Operarios de planta) 64

Tabla 3-17 Valores de la distribución de Chi- cuadrado 65

Tabla 3-18 Dosis de iluminación encontrada vs Dosis de iluminación requerida 66

Tabla 4-1 Parámetros de la condición de iluminación en base al entorno 76

Tabla 4-2 Ficha de mejoramiento del sistema de iluminación área 1 78

Tabla 4-3 Ficha de mejoramiento del sistema de iluminación área 2 81

Tabla 4-4 Ficha de mejoramiento del sistema de iluminación área 3 84

Índice de figuras

Figura 1-1 Ubicación geográfica de la Estación Reductora Poliducto Quito – Ambato – Riobamba 13

Figura 1-2 Esquema del proceso de recepción de combustible..... 15

Figura 1-3 Categorización de variables 18

Figura 1-4 Diagrama de confort en función de la iluminación y las temperaturas colorimétricas. 20

Figura 1-5 Niveles de iluminación en función de las tareas realizadas..... 23

Figura 2-1 Luxómetro digital LT300. 35

Figura 3-1 Nivel de iluminación representación gráfica 40

Figura 3-2 Distribución y conexión del sistema de iluminación representación gráfica..... 41

Figura 3-3 Luz y color de las lámparas representación gráfica..... 42

Figura 3-4 Nivel de iluminación y la calidad de trabajo 43

Figura 3-5 Accidentes o lesiones corporales representación gráfica..... 44

Figura 3-6 Molestias en cuerpo a causa del nivel de iluminación representación gráfica..... 45

Figura 3-7 Representación gráfica del sistema actual de iluminación 46

Figura 3-8 Representación gráfica del mantenimiento del sistema de iluminación 47

Figura 3-9 Representación gráfica del índice de accidentes o lesiones corporales por la iluminación 48

Figura 3-10 Representación gráfica de la importancia de un rediseño del sistema de iluminación..... 49

Figura 3-11 Distribución de Chi- cuadrado..... 65

Figura 4-1 Distancia entre los objetos a observar 70

Figura 4-2 Color del área de trabajo y objeto observado 71

Figura 4-3 Distancia entre los objetos a observar 72

Figura 4-4 Color del área de trabajo y objeto observado 73

Figura 4-5 Distancia entre los objetos a observar 74

Figura 4-6 Distancia entre los objetos a observar 75

Figura 4-7 Dificultad de la tarea..... 75

Figura 4-8 Lámpara Alba 236 76

Figura 4-9 Lámpara Polar 2400 W Nav –T..... 77

Figura 4-10 Lámpara Polar 2400 W HQUI-E 77

Figura 4-11 Curvas isolux área 1: Oficina de operaciones..... 80

Figura 4-12 Curvas isolux área 2: Patio de válvulas 83

Figura 4-13 Curvas isolux área 2: Manilfod de válvulas de tanque 86

RESUMEN

El tema de investigación propuesto para la obtención del título de Máster en Gestión de la Producción se enmarca en: *"Evaluación de la iluminación en los puestos de trabajo nocturnos de la Estación Reductora del Poliducto Quito – Ambato - Riobamba de la E.P. PETROECUADOR y su incidencia en los accidentes de trabajo"*. Como objetivo general se plantea: Evaluar la iluminación en en las áreas de trabajos nocturnos de la Estación Reductora del Poliducto Quito – Ambato - Riobamba de la E.P. PETROECUADOR y su incidencia en los accidentes de laborales. Es así como del problema existente nace el planteamiento de la hipótesis: El deficiente sistema de iluminación en las áreas de trabajos nocturnos de la Estación Reductora y el incide en los accidentes de trabajo. La hipótesis es demostrada a través de los métodos de investigación: Evaluativo, exploratorio y proyectivo. Se encontró los siguiente resultados: El área de oficinas de operaciones tiene el nivel de iluminación de 152,83 luxes. Para el patio de válvulas, área dos, el nivel de iluminación es 27,60 luxes. Por último, en el área tres, o del manilfod de válvulas de tanque es de 31,26 luxes. Es decir, los niveles de iluminación son muy bajos a los requeridos por la norma para la ejecución de las tareas en horario nocturno. Se concluye que los accesorios se encuentran en buen estado, sin embargo no existe buena distribución, por lo tanto, dificulta la uniformidad de iluminación. Factor que genera accidentes de trabajo en la estación, frecuentemente en la noche. Por tal motivo se plantea realiza un mejoramiento del sistema de iluminación. La finalidad es llegar a niveles de alumbrado requeridos por la norma para trabajos de alta precisión que se encuentran entre los 500 y 1000 luxes según la tarea a ejecutar. Con el mejoramiento del sistema de iluminación se evitaría accidentes laborales a causa del bajo nivel de iluminación.

Palabras clave: Nivel de iluminación, condiciones de iluminación, mejoramiento del sistema de iluminación.

ABSTRACT

The research topic was proposed for obtaining academic degree in Production Management takes the following topic: "Evaluation of lighting in positions of night work station Poliducto Reductora Quito - Ambato - Riobamba of E.P. Petroecuador and its impact on work accidents ". Which it was raised as a general objective to evaluate the lighting in three areas of work of the reduction station, so the existing problem arises approach hypothesis as follows: Poor lighting system in positions of night work Reducing oil pipeline station Quito - Ambato - Riobamba EP Petroecuador if it affects the accident and to prove this hypothesis research methods used in accordance with the proposed objectives such as evaluation research, exploratory and projective allowing found the following results: in the area corresponding to operations offices a level of illumination 152.83 luxes, in area 2 called patio lighting level luxes valves 27,60 and finally in the area 3 tank valve manilfod 31.26 luxes, with very low light levels than those required by the standard for performance of tasks at night, and the lighting conditions is recognized drawing the conclusion that the conditions are in good condition but do not have a good distribution so difficult lighting uniformity, causing accidents at the station often at night, for this reason an improved lighting system is done raising aiming to reach levels of illumination required by the standard for high-precision work that lies between 500 and 1000 luxes according to the task being performed . When performing improvement lighting system can prevent accidents work because the lighting level.

Keywords: lighting level, lighting conditions, improved lighting system.

INTRODUCCIÓN

Muchos estudios realizados expresan que los accidentes de trabajo constituyen la base esencial para el análisis de Seguridad Industrial. Claro está que es necesario el enfoque desde el punto de vista preventivo.

De modo que, con el mencionado enfoque se procede al estudio de las causas, agentes y fuentes referentes a la prevención de accidentes laborales. Cabe mencionar que se considera a un accidente de trabajo como toda lesión que un trabajador sufra a causa de su labor e incluso le produzca la muerte.

La deficiente iluminación en los puestos de trabajo es la responsable directa de los accidente y enfermedades ocupacionales. Este proyecto de investigación propone mitigar el problema sucitado en las áreas de trabajo de la Estación Reductora en horarios nocturnos.

La Estación Reductora esta ubicada en el sector de Huachi – La Joya. Es la responsable de la recepción de productos limpios a través del Poliducto Quito-Ambato, de igual manera, se realizan controles de presión, densidad, temperatura y tiempo. Las actividades mencionadas son minuciosas y requieren de un sistema de iluminación eficiente.

En el decreto Ejecutivo 2393 en los artículos vigentes con respecto a la Seguridad y Salud Ocupacional manifiesta que los niveles de iluminación para trabajos que requieren de gran precisión sean óptimos, con el objetivo de garantizar la seguridad del trabajador que opera en estos puestos de trabajo. Es así como el presente trabajo de investigación propone dar cumplimiento a los requerimientos plantados por el Ministerio de Relaciones Laborales.

Elementos del diseño de la investigación

a. Situación problemática

Los accidentes de trabajo nocturnos en la industria petrolera tienen alta frecuencia, con influencia en: el ausentismo, la productividad, los gastos médicos, el pago de multas por indemnización, entre otros.

De modo que en la Estación Reductora, se pretende minimizar el riesgo de accidentes en las jornadas nocturnas por la deficiente iluminación. Los peligros a que se enfrentan los trabajadores de la Reductora son extremadamente grandes las 24 horas del día, debido a que en todos los procesos se manejan combustibles. Además que las áreas de circulación peatonal están expuestas a equipos electromecánicos y tuberías de fluidos inflamables.

Cabe recalcar que no se ha realizado, hasta la actualidad, un estudio adecuado del número de luminarias, altura, posición y potencia eléctrica de iluminación.

b. Justificación de la investigación

Este proyecto de investigación cumple con lo dispuesto por el (Decreto Ejecutivo 2393, 2014), en el Art. 56, literal 1 manifiesta: “todos los lugares de trabajo y tránsito deberán estar dotados de suficiente iluminación natural o artificial, para que el trabajador pueda efectuar sus labores con seguridad y sin daño para los ojos” (p.31). De modo que, es necesario realizar la evaluación a los puestos de trabajo nocturno de la estación reductora y conocer sus niveles de iluminación.

En el presente trabajo se recomendará niveles de iluminación acepatables de seguridad industrial en las actividades nocturnas de la Estación Reductora, que genera la mitigación radical del riesgo de accidentes mayores y menores.

Además que se complementará con capacitaciones para los trabajadores en actividades de condiciones difíciles.

En conclusión, se obtendrá un óptimo desempeño laboral con el personal técnico involucrado en beneficio de la Seguridad Industrial de los mismos.

Utilidad práctica:

Es útil el estudio, por cuanto se dispone de los equipos necesarios para realizar las distintas mediciones de campo.

Utilidad metodológica:

Todo plan de mejora que se realiza en Petroecuador cumple como fuente de información para futuros proyectos a lo largo del país.

Las fuentes de información utilizadas se enfocan en solucionar el control de riesgos físicos, de (Nogareda, 2007) como por ejemplo la Nota Técnica de Prevención NTP 387 del autor antes mencionado, que indica lo siguiente referente a la iluminación:

> "Las condiciones de iluminación de un puesto de trabajo se evalúan de acuerdo al tipo de trabajo que se realiza. Para tareas que requieren una precisión visual normal, los niveles de iluminación y el grado de deslumbramiento se pueden valorar por observación. Para las tareas que requieren una precisión visual elevada, las diferencias de luminancia deben medirse, si es posible. (p. 7). Por lo que para la investigación se tomará muy en cuenta todos estos aspectos al momento de proponer la solución adecuada para este problema".

De igual manera, se utiliza la norma UNE-EN 12464- que cita (Medina, 2010) en una de las conclusiones de su trabajo de investigación en la Empresa Electrica

Ambato: “65 áreas del edificio institucional y 44 áreas del edificio expansión , presentan una deficiente dosis de iluminación, es decir, no cumplen con los niveles mínimos de iluminación recomendados en la NORMA UNE-EN 12464-1” (p. 256), la evaluación en la Estación Reductora determinara si cumple los aspectos exigidos por la norma técnica en referencia.

Factibilidad:

Para efectuar el trabajo se cuenta con la autorización de las jefaturas de cada área del Terminal Ambato de Petroecuador y la partida presupuestaria respectiva.

Relevancia social:

Todos los trabajadores involucrados en las actividades inherentes a la Reductora Ambato son favorecidos en cuanto se refiere a la seguridad en los trabajos nocturnos.

Según la OIT, las condiciones de la iluminación tienen que: “crear un ambiente de trabajo seguro; ayudar a realizar tareas visuales; crear un ambiente visual apropiado.” (Guasch, 1998, p.13).

c. Objeto y problema de la investigación

El objeto de estudio es: Evaluar la iluminación en las áreas de trabajos nocturnos de la Estación Reductora y su incidencia en los accidentes de laborales.

Formulación del problema de la investigación

Las condiciones deficientes de iluminación inciden en los accidentes de trabajos nocturnos de la Estación Reductora.

d. Campo de acción y objeto general de la investigación

Campo de acción de la investigación

El campo de estudio de la investigación es la Seguridad Industrial.

Objetivo general de la investigación

Evaluar el nivel de iluminancia en los puestos de trabajos nocturnos de la Estación Reductora, los mismos que inciden para que se desarrollen accidentes laborales.

Objetivos específicos de la investigación

- Identificar las condiciones actuales de iluminación en las áreas de trabajos nocturnos de la Estación Reductora.
- Analizar los resultados obtenidos de la identificación de las condiciones actuales de iluminación.
- Mejorar el sistema de iluminación, que mitigue el factor de riesgo por condiciones de baja luminiscencia en la Estación Reductora.

e. Hipótesis de investigación y desarrollo de la investigación

Hipótesis nula:

H_1: Deficiente sistema de iluminación en los puestos de trabajo nocturnos de la Estación Reductora no incide en los accidentes de trabajo.

Hipótesis alternativa:

H_2: Deficiente sistema de iluminación en los puestos de trabajo nocturnos de la Estación Reductora E.P. PETROECUADOR si incide en los accidentes de trabajo.

f. Sistemas de objetivos específicos

Tabla 1 Sistema de tareas por objetivos específicos

Objetivo especifico	Tarea
Identificar las condiciones de iluminación en los puestos de trabajos nocturnos de la Estación Reductora del Poliducto Quito – Ambato – Riobamba	Verificar si las condiciones de iluminación en los puestos de trabajos nocturnos de la Estación Reductora del Poliducto Quito – Ambato – Riobamba son adecuadas mediante observación directa.
Evaluar el riesgo físico al cual corresponde una mala iluminación en los puestos de trabajos nocturnos de la Estación Reductora.	Realizar las mediciones correspondientes en los puestos de trabajo nocturnos de la Estación Reductora. Comparar la iluminación con los valores lumínicos de la norma UNE-EN 12464-1.
Mejorar el sistema de iluminación, que mitigue el factor de riesgo por condiciones de baja luminiscencia en la Estación Reductora.	Analizar e interpretar los resultados de la evaluación. Proponer medidas de control y prevención para eliminar accidentes de trabajo a causa de la iluminación. Elaborar un mejoramiento del sistema de iluminación.

Nota: La tabla 1 especifica el sistema de tareas por objetivos específicos que se emplea para la investigación de este proyecto. Elaborado por: El Autor, (2015).

g. Sistemas de tareas, métodos, procedimientos y técnicas

Métodos

Para realizar el sistema de tareas de este proyecto de investigación se emplea el método ***hipotético – deductivo***, en referencia a (Nuñez, 1989), autor de *Metología de la Ciencias Sociales.* Venezuela: Laia S, este método son dos tipos fundamentales de investigación:

> "Como articulación metódica de la teoría con la práctica: investigación empírica y la investigación teórica, en otras palabras, la primera supone el trabajo de acumulación, selección, elaboración, etc., de los datos de la experiencia y la segunda implica la construcción de la hipótesis y teorías a partir del material objetivo acumulado" (p. 65).

Las tareas expuestas la hipótesis planteada. El método hipotético – deductivo es aplicado en todas las tareas de estudio, con el fin de sustentar la respuesta al problema a investigar.

Procedimientos

Los procedimientos de la investigación son explicados en la tabla de sistemas de tareas por objetivos específicos. Los resultados obtenidos se detallan en el Capítulo III del mismo tema con el fin de encontrar una solución al problema a investigar.

Técnicas

Encuesta:

La encuesta es utilizada en la mayor parte de las tareas investigativas. El cuestionario recolecta información cuantitativa que da a conocer las condiciones

de iluminación, el índice de accidentes ocasionados por el sistema de iluminación y el número de lesiones corporales que se encuentran relacionadas con el deficiente sistema de iluminación de la Estación Reductora en los puestos nocturnos de trabajo.

La observación directa:

A través de la observación directa es posible palpar la realidad del problema. Los resultados obtenidos son: las condiciones de iluminación en los puestos de trabajos nocturnos y el índice de accidentes en un registro que posee la empresa.

Evaluación de la iluminación:

Para realizar la evaluación de los niveles de iluminación que presentan los puestos de trabajo nocturnos de la Estación Reductora se emplea un luxómetro debidamente calibrado y certificado, para que los datos que arroje de las mediciones realizadas sean confiables y sustenten la investigación.

Visión epistemológica de la investigación

a. Paradigmas o enfoques epistemológicos

Los paradigmas o enfoques epistemológicos para esta investigación son los siguientes:

Enfoque cuantitativo: Es necesario utilizar herramientas estadísticas que comprueban la hipótesis planteada. Es decir, medir valores objetivos.

Enfoque cualitativo: Según (Gómez, 2006) *Introducción a la Metodología de la Investigación Cientifica.* Argentina: El enfoque cualitativo "se basa en métodos de recolección de datos sin medición numérica, sin conteo, utiliza descripciones y observaciones" (p.60). Es necesario la utilización de éste método debido que ejecuta el sistema de tareas por objetivos específicos a través de la observación y

la descripción, tanto en las condiciones de iluminación, como en los accidentes de trabajo generados por la deficiencia en el sistema de iluminación en la Estación Reductora.

Positivista o socio crítico e interpretativo:

Los paradigmas positivistas o socio crítico e interpretativo son de importancia para la argumentación de la información:

Positivista o socio crítico: Para (Quiroga, 2007) *Los tres paradigmas en la investigación,* este paradigma es denominado cuantitativo por las siguientes razones:

> Paradigma cuantitativo, empírico – analítico racionalista, una de las pretensiones de este paradigma es sostener que las predicciones es una explicación del hecho: dentro de sus características está en su orientación "prediccionista", relación investigador – objeto de estudio es aparente, es un método de modelo de conocimiento científico.

Paradigma interpretativo: Según (Quiroga, 2007) "este paradigma es cualitativo, su interés va dirigido al significado de las acciones humanas y de la práctica social". Es utilizado con mayor frecuencia por el uso de la técnica de investigación como la encuesta y la observación directa.

b. Nivel de investigación

El nivel de investigación según los objetivos planteados son los descritos a continuación:

Porcentual: Conocer el estado en el que se encuentra el sistema de iluminación en los puestos de trabajo nocturnos de la Estación Reductora.

Integrativo: Mediante la evaluación del sistema de iluminación de la Estación Reductora, se logrará la adaptación entre el sistema y los niveles requeridos para cada puesto de trabajo nocturno.

Comprensivo: Posterior a la evaluación y los resultados obtenidos se propone una serie de características para el mejoramiento del sistema de iluminación de la Estación Reductor.

c. Alcance de la investigación

La investigación se enfoca en la evaluación de la iluminación en los puestos de trabajo nocturnos de la Estación Reductora y su incidencia en los accidentes de trabajo. En la actualidad el tema es investigado con mayor frecuencia debido a que este problema afecta la integridad del trabajador.

Al no realizar esta investigación los accidentes de trabajo no serán mitigados y por lo tanto, ocasionarán también sanciones patronales a la empresa. Para evitar lo mencionado se adoptará medidas de control y prevención frente a los resultados que se encuentre luego de la evaluación.

De modo que se propuso el diseño de mejoramiento en la iluminación con el fin de evitar accidentes de trabajo en estos puestos nocturnos de la Estación Reductora.

Breve descripción de la estructura de la investigación

El proyecto de investigación consta de cuatro capítulos y sus complementarios como referencias bibliográficas, bibliografía y anexos, Dentro de éstos consta la siguiente información:

CAPÍTULO I: Detalla los fundamentos teóricos de la investigación. Comprende el riesgo físico, condiciones de iluminación, iluminación en los puestos nocturnos, seguridad industrial, actos y condiciones subestándar y accidentes de trabajo.

En este capítulo también se incluye la operacionalización de variables de investigación y descripción integral del objeto a investigar.

CAPÍTULO II: Describe el sistema de procedimientos, técnicas y métodos a utilizar, como tipos de investigación según los objetivos planteados: evaluativa, exploratoria y proyectiva.

Las técnicas investigativas utilizadas son: encuesta, observación directa y procedimiento a seguir para la evaluación del riesgo físico como es la iluminación.

Además se determina la población y la muestra a estudiar según la preferencia del autor de la investigación.

CAPÍTULO III: Plantea los resultados de la investigación, seguido con la elaboración de un minucioso análisis de éstos. Así se determina las condiciones de iluminación de los puestos de trabajos nocturnos y los resultados de la evaluación de la iluminación en sus niveles actuales.

Con ayuda de las técnicas e instrumentos de la investigación se verifica la hipótesis planteada.

CAPÍTULO IV: Se desarrolla la propuesta del proyecto de investigación luego de realizar el análisis de los resultados.

Además se realiza las conclusiones y recomendaciones respecto al tema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS: Se despliega todas las referencias bibliográficas que se utilizó dentro de la investigación aplicando las normas establecidas por la Dirección de postgrado de la Universidad Técnica de Cotopaxi resaltando el número de página donde lo obtuvo la referencia bibliográfica.

BIBLIOGRAFÍA: Al igual que las referencias bibliográficas se despliega toda la bibliografía expuesta en la investigación sin incluir el número de página en orden alfabético y con la respectiva norma establecida.

ANEXOS: Se anexa todo lo que se utiliza dentro de la investigación. Pueden ser técnicas e instrumentos, así como información extra que ayudo a la investigación.

CAPÍTULO I

1. Marco contextual y teórico

1.1 Caracterización detallada del objeto

La Estación Reductora es parte de diez hectáreas que conforma la Terminal de Productos Limpios Ambato. Se encuentra en las coordenadas geográficas 01º16"16.61"" S y 78º37"14.78" O a 2760 metros snm como se observa en la figura 1-1.

Figura 1-1 Ubicación geográfica de la Estación Reductora Poliducto Quito – Ambato – Riobamba

Figura 1-1. Describe la ubicación geográfica de la Estación Reductora Poliducto Quito – Ambato – Riobamba, obtenida de la fuente de Google Maps.

Por medio de tuberías de seis pulgadas se recepta combustibles tales como: diesel 2, diesel Premium, gasolina extra y gasolina súper, abasteciendo con esto al Centro del país.

Dentro del campo tecnológico, la estación está completamente automatizada para evitar cualquier tipo de problemas en la recepción de combustibles. De modo que, el monitoreo de los accesorios y equipos de la Estación Reductora estén funcionando correctamente. En esta área se desarrollan trabajos de alta precisión por lo que requieren que las condiciones de iluminació sean óptimas.

Un mejoramiento del sistema de iluminación aportaría de buena manera a las condiciones de trabajo en horario nocturno. Cabe recalcar que las características del mejoramiento del sistema son enfocadas a contribuir con el medio ambiente.

1.2 Marco teórico de la investigación

Proceso de recepción del combustible

El proceso de recepción de combustible de la Estación Reductora se desarrolla de la siguiente forma:

- La presión de entrada del poliducto no debe ser mayor de 900 PSI, por lo que esta estación reductora hace que se redusca la presión a 30 PSI o 40 PSI por medio de dos válvulas.
- Una vez que la presión de entrada ha sido regulada el flujo avanza a un sistema de filtrados de productos, a través de tres trenes de medición con: dos contadores de desplazamiento positivo, y un contador másico, finalmente entra a un mánifold de distribución de tanques.
- Para procesos alternativos se cuenta con una trampa de rascadores, un tanque serafín para calibración de los contadores, un tanque de

alivio, un tanque sumidero, una sala de control de operaciones y una oficina de supervisión. (Brito & Quishpe, 2014).

Como se observa en la figura 1-2.

Figura 1-2 Esquema del proceso de recepción de combustible.

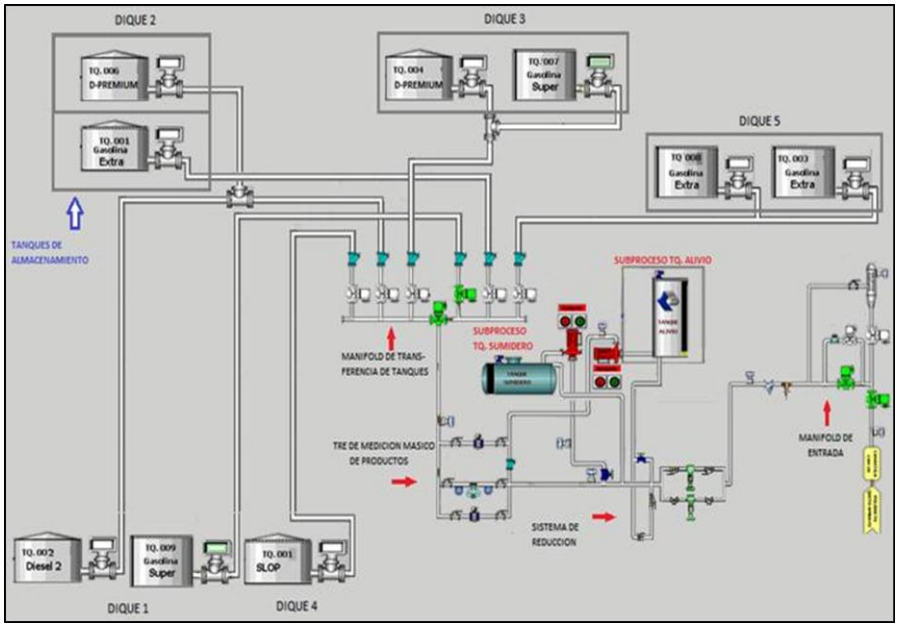


Figura 1-2. Proceso de recepción de combustible en la Estación Reductora Poliducto Quito – Ambato – Riobamba, obtenida de la fuente: Brito, R., & Quishpe, C. (2014). *Manual de operaciones para la Estación Reductora Ambato del Poliducto Quito - Ambato - Riobamba.* Recuperado el 2015, de http:// www.monografias.com/

1.2.1 Antecedentes de la investigación

El presente trabajo de investigación hace referencia a los estudios similares realizados sobre el tema a investigar cómo se detalla a continuación:

En el estudio investigativo de (Medina, 2010) se destaca: *"La iluminación y su incidencia en los accidentes de trabajo dentro de los edificios institucionales de la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A. de la ciudad de Ambato"* Universidad Técnica de Ambato.p. 39 - 256, encontrando los siguientes resultados de la investigación:

> "Se concluye que existe un inadecuado sistema de distribución de iluminación, originando así una defectuosa uniformidad dentro de las áreas que forman parte de los edificios, afectando directamente a las condiciones óptimas para el desarrollo de las actividades, puesto que esto no beneficia a tener un confort visual apropiado". (p. 225).

De igual manera, se utilizó como antecedente de estudio el proyecto de investigación elaborado por (Escobar, 2014) con el tema: *"Evaluación de los niveles de ruido, iluminación, temperatura y su efecto en las enfermedades profesionales en la Empresa Codelitesa S.A."*. El resultado de su investigación es: "Que el área de mayor riesgo por iluminación corresponde a la zona de Legumbre con 88,4 lux" (p. 132). Tesis realizada en la Universidad Técnica de Ambato, previo a la obtención del grado académico Magíster en Seguridad e Higiene Industrial y Ambiental en el año 2014.

1.2.2 Análisis de tendencias

Según (Rodriguez, 2014) los efectos de la iluminación inadecuada en la salud son los siguientes:

> La luz regula o altera una serie de funciones en el cuerpo humano. Es clave conocer algunos de los efectos provocados por una iluminación inadecuada en espacios de trabajo o estudio.
>
> Trastornos oculares: dolor e inflamación en los párpados, fatiga visual, pesadez, lagrimeo, enrojecimiento, irritación, visión alterada.
>
> Cefalalgias: Dolores de cabeza. Ocasionalmente, el médico tratante debe revisarlos para detectar si es la iluminación la que los causa.

Fatiga: Falta de energía, agotamiento. Cuando es causada por la iluminación, una persona que despierta enérgicamente, pierde esta condición fácilmente. Si la persona está agotada por estrés o falta de sueño, la fatiga se extiende por todo el día. El médico debe revisar otros factores adicionales a la luz.

Efectos anímicos: Falta de concentración y de productividad, baja atención y desánimo.

1.3 Fundamentación de la investigación

El riesgo físico que implica el inadecuado sistema de iluminación es un problema científico, ya que conlleva a un sin número de factores que relaciona con este tipo de riesgo y mucho más si los trabajos que se realizan en aquellas áreas que requieren de gran nivel de iluminación para su correcta operación como es el caso de la Estación Reductora. Por no darle la importancia del tema conlleva a que los trabajadores sufran accidentes a causa de una mala iluminación, en especial en el horarios nocturnos.

Al realizar una investigación de campo para proceder a dar un diagnóstico del problema a investigar, se puede constatar que el problema no está resuelto en su totalidad, por lo que es necesario que se realice una evaluación de la iluminación en los puestos nocturnos de la estación, permitiendo dar cierta información que ayude a solucionar el problema según la necesidad planteada.

El mejoramiento de la iluminación es la adecuada solución para evitar los accidentes de trabajo, ya que se plantea en este estudio niveles de iluminación indicados y establecidos por los organismos que controlan y garantizan la salud del trabajador.

La viabilidad práctica y teórica de investigación es fundamental en este proyecto ya que se cuenta con todo lo necesario para encontrar la información acertada.

La evaluación de la iluminación en los puestos de trabajo nocturno se hace mediante la utilización de un luxómetro, el cual facilita la obtención de los niveles de iluminación actuales para posteriormente comparar con los valores requeridos en los trabajos nocturnos de gran precisión.

1.4 Bases teóricas particulares de la investigación

Figura 1-3 Categorización de variables

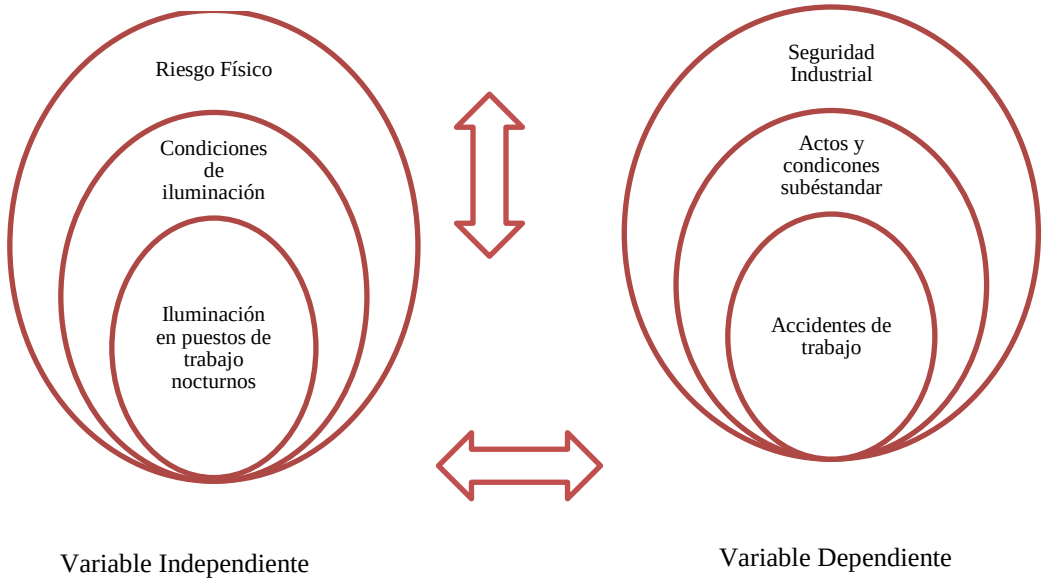


Figura 1-3 Explica la forma que se desarrolla la fundamentación teórica de la investigación. Elaborada por: El Autor, (2015).

Se describe la categorización de variables según el tema a investigar.

Con el aspecto mencionado anteriormente se procede a elaborar la fundamentación teórica del problema investigado.

1.4.1 Riesgo físico

Los riesgos físicos para (Gonzáles , 2005) “son factores del medio ambiente presentes en el entorno de trabajo y que aparecen de la misma forma o modificados por el proceso de producción y repercuten negativamente en la salud” (p. 6).

Al riesgo físico pertenecen los siguientes contaminantes: ruido, vibraciones, iluminación, condiciones termohigrométricas, radiaciones ionizantes y no ionizantes, presión atmosférica.

1.4.2 Condiciones de iluminación

Las condiciones generales de iluminación se orientan a crear un ambiente de trabajo seguro, lo que evita peligros por los bajos niveles de iluminación.

Según (Guasch, 1998) explica:

> La luz y el color influyen en nuestra sensación general de bienestar, incluyendo la moral y la fatiga. Con bajos niveles de iluminación, los objetos tienen poco o ningún color o forma y se produce una pérdida de perspectiva. A la inversa, el exceso de luz puede ser tan incómodo como su escasez (p. 46.13).

El color de la luz adecuada contribuye a la eficiencia y seguridad del empleado en cuanto a la cromática para cada área de trabajo (Guasch, Iluminación, 1998):

> - *Color cálido: para usos residenciales se recomienda una luz blanca de tono rojizo.*
>
> - *Color intermedio: para ambientes de trabajo se recomienda una luz blanca.*
>
> - *Color frío: para tareas que requieren un alto nivel de iluminación o para climas calientes, se recomienda una luz blanca de tono azulado.*

Según (Guasch, Iluminación, 1998), los colores de las lámparas eléctricas pueden subdividirse en tres grupos relación con sus temperaturas colorimétricas:

-Blanco de luz diurna: alrededor de 6.000 K

Como se observa en la figura 1-4:

Figura 1-4 Diagrama de confort en función de la iluminación y las temperaturas colorimétricas.

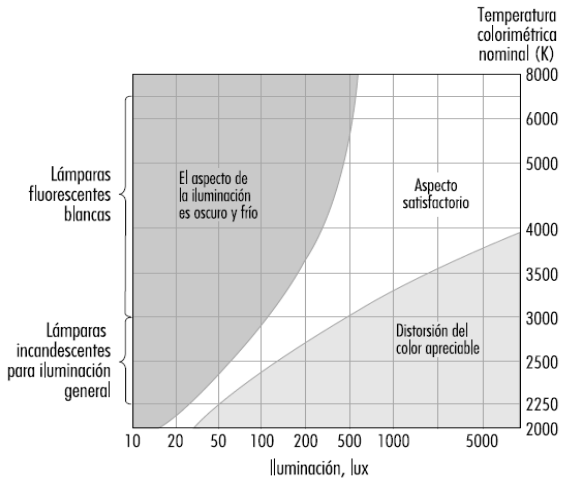


Figura 1-4 Diagrama ilustrativo del confort en función de la iluminación vs las temperaturas colorimétricas. Obtenido de la fuente: Guasch, J. (1998). *Iluminación.* España: Chantal Dufresne.

- Blanco neutro: alrededor de 4.000 K

- Blanco cálido: alrededor de 3.000 K.

Las condiciones óptimas para el confort y rendimiento visual de iluminación se subdividen en dos grupos:

Para (Guasch, 1998) el primer grupo son las características del observador son:

- *Sensibilidad del sistema visual de la persona al tamaño, el contraste y el tiempo de exposición.*
- *Caracteristicas de adaptación transitoria*
- *Susceptibilidad al deslumbramiento*
- *La edad*

- *Características psicológicas y de motivación.*

El segundo grupo según (Guasch, 1998) son las características de las tareas:

- *La configuración de los detalles*
- *Contraste del detalle con el fondo*
- *Luminancia del fondo*
- *Especularidad del detalle*

Las características descritas de los grupos se encuentran en la página de la OIT (pp. 46.17- 46.18).

Según (Guasch, 1998) lo ideal para de la iluminación para tareas "sería que la iluminación de tareas revelase las características de color, tamaño, relieve y superficie de una tarea, evitando al mismo tiempo la creación de sombras posiblemente peligrosas, brillos deslumbrantes y un entorno difícil para la propia tarea" (p. 46-17).

1.4.3 Iluminación en puestos nocturnos de trabajo

La iluminación natural no es suficiente para ciertos lugares de trabajo. De tal manera que se ve en la necesidad de emplear iluminación artificial empleando los siguientes sistemas:

Iluminación general uniforme según (Guasch, 1998) explica:

> "Las fuentes de luz se distribuyen uniformemente sin tener en cuenta la ubicación de los puestos de trabajo. El nivel medio de iluminación debe ser igual al nivel de iluminación necesario para la tarea que se va a realizar. Son sistemas utilizados principalmente en lugares de trabajo donde no existen puestos fijos" (p. 46-11).
>
> Las lámparas a que se refiere el autor son flouresecentes.

Iluminación general e iluminación localizada de apoyo para (Guasch, 1998):

> Un sistema que intenta reforzar el esquema de la iluminación general situando lámparas junto a las superficies de trabajo. Las lámparas suelen producir deslumbramiento y los reflectores deberán situarse de modo que impidan que la fuente de luz quede en la línea directa de visión del trabajador. Se recomienda utilizar iluminación localizada cuando las exigencias visuales sean cruciales, como en el caso de los niveles de iluminación de 1.000 lux o más (p. 4-11).

Explica (Guasch, Iluminación, 1998), que la iluminación general localizada se refiere:

> Que con fuentes de luz instaladas en el techo y distribuidas teniendo en cuenta dos aspectos: las características de iluminación del equipo y las necesidades de iluminación de cada puesto de trabajo. Está indicado para aquellos espacios o áreas de trabajo que necesitan un alto nivel de iluminación y requiere conocer la ubicación futura de cada puesto de trabajo con antelación a la fase de diseño (p. 4-11).

Niveles de iluminación:

Según (Guasch, 1998) explica que para "cada actividad requiere un nivel específico de iluminación en el área donde se realiza. En general, cuanto sea la dificultad de percepción visual, mayor deberá ser el nivel medio de la iluminación" (p. 46.9), como se explica en la figura 1-5.

Figura 1-5 Niveles de iluminación en función de las tareas realizadas.

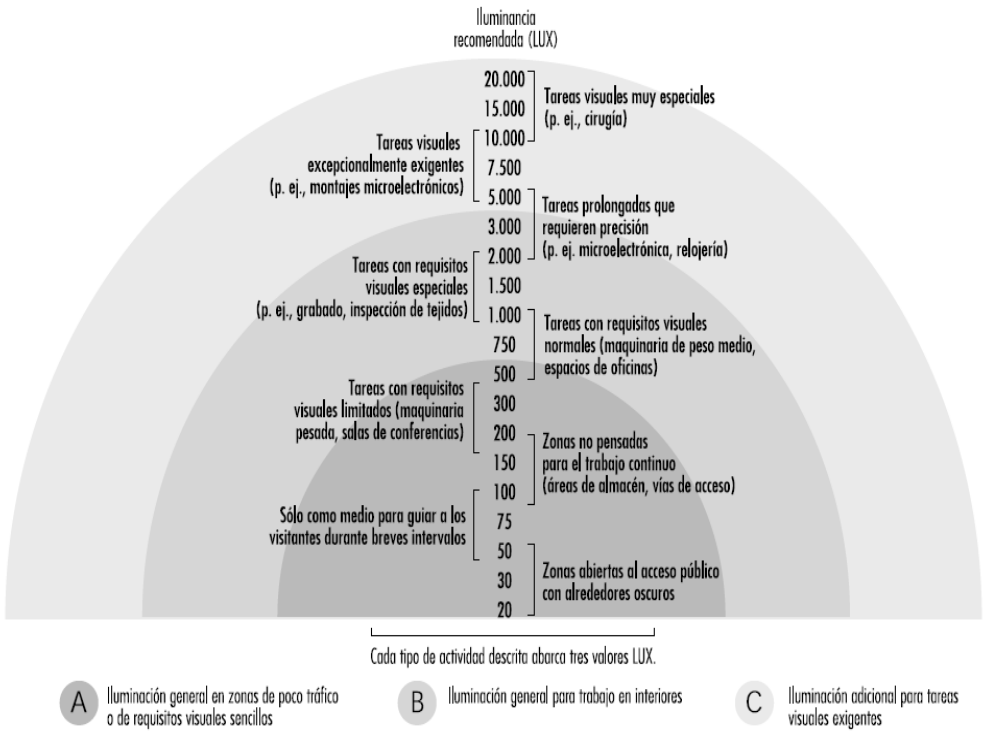


Figura 1-5 Se distingue el nivel de iluminación para cada tarea a realizar, con las tonalidades según el nivel de iluminación. Obtenido de la fuente: Guasch, J. (1998). *Iluminación.* España: Chantal Dufresne.

Estos niveles de iluminación que se expone en la figura 1-5 son los recomendados por normas europeas. En los niveles varían un poco según el tipo de tarea a realizar.

1.4.4 Seguridad Industrial

La seguridad industrial para (Gonzáles , 2005) *Prevención de riesgos laborales: Manual básico.* Madrid: Paraninfo. es la disciplina "teórica – practica que sirve de un conjunto de técnicas y procedimientos que tienen por objeto eliminar o reducir el riesgo de que produzcan accidentes de trabajo" (p. 8).

1.4.5 Actos y condiciones subéstandar

Para (Medina, 2010) los actos y condiciones subestándar son:

> Un acto subestándar es cualquier desviación en el desempeño de las personas, en relación con los estándares establecidos, para mantener la continuidad de marcha de las operaciones y un nivel de pérdidas mínimas, se lo considera un acto anormal que impone riesgo y amaga en forma directa la seguridad del sistema o proceso respectivo
>
> Mientras que una condición subestándar es cualquier cambio o variación introducidas a las características físicas o al funcionamiento de los equipos, los materiales y/o el ambiente de trabajo y que conllevan anormalidad en función de los estándares establecidos o aceptados, constituyen condiciones de riesgo que pueden ser causa directa de accidentes operacionales (p. 39).

1.4.6 Accidentes de trabajo

Para (Ramírez, 1996), accidente de trabajo es "una combinación de riesgo físico y error humano, pero para Le Plat Jaques (1994) el accidente de trabajo es un hecho observable que en principio sucede en un lugar y en un momento determinado y cuya característica esencial es atentar contra la integridad del individuo" (p. 41).

Para (Guasch, La iluminación en el puesto de trabajo, 2007) en su boletín público señala que:

> "Es evidente que una iluminación deficiente puede aumentar la posibilidad de que las personas cometan errores trabajando y de que se produzcan accidentes. Del mismo modo, una mala

> iluminación puede provocar la aparición de fatiga visual, con los pertinentes perjuicios que esto representa para la salud de las personas: problemas en los ojos (sequedad, picor o escozor) dolor de cabeza, cansancio, irritabilidad, mal humor, etc". (p. 6).

De las investigaciones que se expone es necesario recalcar que los accidentes de trabajo a causa del deficiente sistema de iluminación son evidentes principalmente en las empresas que tienen horarios de trabajo nocturno. Por lo que es necesario enfocarse en el tama para disminuir los accidentes de trabajo.

1.4.7 Determinación de las variables

1.4.7.1 Variable independiente

La iluminación en los puestos de trabajo nocturnos.

1.4.7.2 Variable dependiente

Accidentes de trabajo

1.4.8 Operacionalización de variables

Tabla 1-1 Variable independiente: La iluminación en los puestos de trabajo nocturnos de la Estación Reductora del Poliducto Quito – Ambato - Riobamba de la E.P. PETROECUADOR

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems básicos	Técnicas	Instrumentos
Las condiciones generales de iluminación se orientan a crear un ambiente de trabajo seguro, evitando peligros por los bajos niveles de iluminación.	Condiciones	Observador Tarea Entorno	¿Se han considerado las condiciones de iluminación tanto observador, tarea y entorno para el diseño del sistema de iluminación?	Encuesta Observación directa	Cuestionario Ficha de registro
	Niveles de iluminación	Nivel de iluminación (LUX)	¿Los niveles de iluminación en la Estación Reductora del Poliducto Quito – Ambato son adecuados?	Evaluación del nivel de iluminación	Equipo de medición (Luxómetro)

Nota: La tabla 1-1 muestra la Operacionalización de la variable independiente. Elaborado por: El Autor, (2015).

Tabla 1-2 Variable dependiente: Accidentes de trabajo

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems básicos	Técnicas	Instrumentos
Es un hecho observable que en principio sucede en un lugar y en un momento determinado y cuya característica esencial es atentar contra la integridad del individuo.	Incidentes y accidentes	Índice de Accidente	¿Cuál será el índice de accidentes ha suscitado por problemas de iluminación?	Observación directa Encuesta	Registros de accidentes
	Lesiones	# Lesiones Corporales	¿Qué lesiones corporales han sufrido los trabajadores de la Estación Reductora del Poliducto Quito – Ambato?	Encuesta	Cuestionario

Nota: La tabla 1-2 muestra la Operacionalización de la variable dependiente. Elaborado por: El Autor, (2015).

1.4.9 Fundamentación legal

La fundamentación legal que se utiliza para este proyecto de investigación consta de decretos hasta normas internacionales como se detallan:

- Decreto Ejecutivo 2393 reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo, Art. 56:

Tabla 1-3 Niveles de iluminación mínima para trabajos específicos y similares

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.

Nota: La tabla 1-3 muestra los niveles mínimos de iluminación establecidos en el Decreto Ejecutivo 2393 del país de Ecuador. Fuente: Decreto Ejecutivo 2393. (2014). *Reglamento de Seguridad y Salud y Mejoramiento del Medio Ambiente.* Ecuador

Estos niveles de iluminación son de referencia para la evaluación del sistema de iluminación en la Estación Reductora.

- El Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo Decisión 584. Capítulo IV. Art.- 18.
- Código del Trabajo. Capítulo V. Art.- 410 y 412.

CAPÍTULO II

2. Metodología

El capítulo II de esta investigación comprende la metodología que se emplea para encontrar información necesaria para mitigar con el problema suscitado.

2.1 Modalidades de la investigación

Las modalidades de la investigación dentro del campo disciplinario de esta rama de estudio es definir las diferentes formas de llegar al razonamiento de los sucesos a investigar.

Existen razonamientos técnico, práctico y científico como se explica a continuación:

Para (Q., 2011) *Modalidades de la investigación. el razonamiento técnico* "presupone fines determinados, cumplimiento de reglas conocidas, utiliza materiales y medios dados para conseguir los fines". Se utilizará este razonamiento a cada resultado con la aplicación las técnicas e instrumentos de investigación en la evaluación del sistema de iluminación. De modo que se obtiene conclusiones y una solución al problema.

El *razonamiento práctico* según (Q., 2011) "no supone la existencia de fines conocidos ni de medios determinados ni sigue reglas metódicas es la forma de razonamiento apropiada en situaciones sociales, políticas", para el tema a investigar en ocasiones se utiliza este razonamiento ya que el tema es de situación social.

Por ultimo dentro de las modalidades de la investigación está el *razonamiento científico* como menciona (Q., 2011), "se ocupa de cuestiones intelectuales constituyendo una forma de razonamiento que informa la idea contemporánea de ciencia pura (frente a la aplicada)". De modo que se compara con la teoría encontrada sobre los sistemas de iluminación escritas por diferentes autores frente a la realidad actual.

2.2 Tipos de investigación

Los objetivos planteados direccionan al tipo de investigación evaluativa, exploratoria y proyectiva.

Exploratoria

Según (Q., 2011): "que se efectúa sobre un problema, hecho o situación no conocido, o bien poco abordado por otros, su carácter es provisional y difícilmente pueden generalizarse sus resultados a cualquier otro". De esta manera se identifica las condiciones de iluminación de los puestos nocturnos de trabajo de la Estación Reductora mediante la encuesta orientada a identificar las condiciones de iluminación (observador, tarea y entorno). Se explora una situación no conocida y se concluye con información fidedigna del origen del problema.

Evaluativa

La investigación evaluativa según (García , 1994): *Problemas y métodos de investigación en educación personalizada.* Barcelona: Rialp. p. 404 "se considera una actividad encaminada a determinar su eficacia" (p. 404). El objetivo es evaluar el nivel de iluminancia en los puestos de trabajo nocturnos de la Estación Reductora. del Poliducto Quito – Ambato – Riobamba. De modo que se verificará las condiciones actuales del sistema de iluminación para establecer parámetros fundamentales a partir de los resultados encontrados con el fin de encontrar una solución al número de accidentes de trabajo ocasionados por la iluminación.

Proyectiva

La investigación proyectiva para (Hurtado, 2008) consiste:

> "En la elaboración de una propuesta, un plan, un programa o un modelo, como solución a un problema o necesidad de tipo práctico, ya sea de un grupo social, o de una institución, o de una región geográfica, en un área particular del conocimiento, a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento".

Con esta investigación se propone un mejoramiento del sistema de iluminación. De esta manera se pretende responder a la interrogante ¿Cuál es la mejor solución?

Se plantea el mejoramiento del sistema de iluminación la mejor alternativa para evitar accidentes de trabajo en horario nocturno en la Estación Reductora.

2.3 Población y muestra

El universo o población que opera en la estación reductora son cinco personas. Es decir que para esta investigación se utiliza toda la población como muestra por ser número pequeño.

Tabla 2-1 Población y muestra del proyecto de investigación de la Estación Reductora del Poliducto Quito – Ambato - Riobamba de la E.P. PETROECUADOR.

Cargo a desempeñar	Número de trabajadores	Puesto de trabajo
Operarios de planta	4	Oficina de operaciones, patio de válvulas y Manilfod de patio de válvulas
Jefe de área	1	
Población	**5**	

Nota: La tabla 2-1 detalla la mazuestra que se utiliza en este proyecto de investigación de la cual se pretende obtener la mayor información posible. Elaborado por: El Autor, (2015).

Las cinco personas están distribuidas en cuatro operarios y un jefe de área quienes permanecen en este sitio de trabajo de 8 horas a 12 horas

2.4 Técnicas para la obtención de información

Encuesta

La encuesta para (Alvira, 2011) *Cuadernos metodológicos* (2 ed.) "es esencialmente una técnica de recogida de información con una filosofía subyacente (lo que convierte en un método), pero admite muy diferentes diseños de investigación: estudios longitudinales, diseños cuasiexperimentales, estudios de evolución con muestras representativas" (p. 7), para aplicar los métodos de investigación es necesario utilizar una técnica, en este caso la encuesta la cual permite encontrar ciertas características del problema que se está investigando para dar solución a dicho problema.

Con la encuesta se busca información sobre las condiciones de iluminación, índice de accidentes registrados en horario de trabajo nocturno en la Estación Reductora.

Observación Directa

Para el investigador la observación directa como explica (Moreno, 2000) *Introducción a la Metodologia de la investigación educativa* (2 ed.) "de los fenómenos y de las acciones de los individuos es aquella que le permitirá obtener datos en forma objetiva y sistemática e incorporarles a la información ya recabada por otros medios" (p. 61), la observación directa a la fuente del problema es de gran ayuda en la investigación ya que se puede sacar conclusiones de lo observado ya que mediante ella se puede constatar la información que fue recabada de la encuesta que se aplica en este proyecto de investigación.

Evaluación de la iluminación

Con esta evaluación que se lleva a cabo se determina si las condiciones de iluminación son las apropiadas para estos puestos de trabajo nocturno y se procede a verificar si los niveles de iluminación están dentro del límite apropiado para este lugar de trabajo.

2.5 Instrumentos metodológicos y tecnológicos para la obtención de información

Los instrumentos de investigación que se utiliza en este proyecto de graduación son los siguientes: Cuestionario, ficha o registro de accidentes y equipo de medición (luxómetro con su respectivo certificado de calibración).

Cuestionario

Los cuestionarios para (Redón, 2007) *El periodista digital mexicano* "son uno de los recursos interactivos más utilizados y pertenecen al género informativo dentro de él se hacen preguntas que ofrezcan varias respuestas para que él usuario elija la que cree que es la correcta" (p. 61), para la presente investigación las preguntas son de repuesta cerrada que ayude a obtener información de los trabajadores de la Estación Reductora sobre las condiciones de iluminación en su lugar de trabajo así como conocer si los trabajadores conocen de los accidentes de trabajo y lesiones corporales suscitados a causa del sistema de iluminación.

Ficha o registro de accidentes

La ficha o registro de accidentes es proporcionada por el responsable de Seguridad y Salud Ocupacional de la Estación Reductora en la cual proporciona información sobre el índice de accidentes y lesiones corporales como se observa en el ANEXO 6.

Equipo de medición (luxómetro)

El luxómetro es un instrumento para medir la iluminación, como explica la compañía (Earthtech engineering LTD., 2011) "actualmente para la medición de niveles de iluminación es el luxómetro de lectura digital directa que, de acuerdo a su fabricante, tiene una precisión de +/- 5%. El instrumento se calibra de manera automática antes de cada evento de monitoreo" (p.2), como se observa en la figura 2-1.

Figura 2-1 Luxómetro digital LT300.

Figura 2-1 Es el luxómetro LT300 para medir niveles de iluminación. Fuente: Femto instruments.

Para compensar el posible error debido a la precisión del instrumento, cuando se especifica un valor mínimo, se agrega un 5% a los resultados, y cuando se especifica un valor máximo, se resta un 5% a los resultados. Este instrumento de medición tiene la certificación de calibración No. 2719-02-15 de la Empresa ELICROM Cia. Ltda. Adjunto en Anexos.

Las especificaciones del equipo LT300 son expuestas en el ANEXO 1.

2.6 Procedimiento para la aplicación de técnicas

Encuesta:

Para aplicar la encuesta primero hay que seleccionar la muestra a la cual se va aplicar luego hay que fijar el objetivo que se va encontrar con la encuesta como es

el caso: Conocer las condiciones de iluminación en los puestos de trabajo nocturnos de la Estación Reductora, así como el número de lesiones corporales y los accidentes de trabajo a causa del sistema de iluminación.

El objetivo de la encuesta abarca tres parámetros los cuales son de gran importancia para la investigación.

La encuesta se expone en la parte de Anexos correspondiente al ANEXO 2.

Observación directa:

La observación directa es el complemento de la encuesta ya que sirve para observar de forma directa diferentes características que abarca el problema al estar en contacto con el objeto a investigar, por lo que se aplica conjuntamente con la encuesta.

Y su procedimiento consta básicamente de utilizar lo más preciado del ser humano que es la vista y plasmarlo en una hoja de apuntes lo observado para posteriormente obtener conclusiones.

Evaluación del nivel de iluminación:

Como señala la (Earthtech engineering LTD., 2011) *Procedimiento para la medición de la iluminación en el ambiente de trabajo,* para realizar las mediciones de iluminación hay que tomar en cuenta lo siguiente:

> Cuando se realicen las mediciones, el instrumento debe descansar sobre la superficie a ser evaluada con el sensor de luz hacia arriba. En el caso de las mediciones de área, el equipo se dispondrá en posición horizontal (1 m por encima del nivel del suelo) con el sensor de luz hacia arriba (p. 2).

> Se debe tener cuidado de no cubrir las células foto-sensibles, ya que esto daría lugar a una lectura errónea (p.2).

> Si las mediciones se realizan en una zona iluminada de manera uniforme, lo cual es muy raro, se podrían seleccionar cuatro posiciones aleatorias. En todos los demás casos, los cuatro puntos (o grupos de cuatro puntos si es necesario) deben ser seleccionados (p. 2).

Los sistemas de iluminación suelen estar basados en el método luménico del diseño, con la siguiente ecuación:

2.7 Procedimiento para validar la calidad de datos

Para validar los datos se emplea métodos estadísticos como se describen en el capítulo de resultados de la investigación y además el equipo de medición de iluminación luxómetro debe presentar el certificado de calibración que se muestra en el ANEXO 3 de tal manera que los resultados obtenidos sean confiables.

Mientras que las técnicas de investigación empleadas deben estar bien estructuradas de tal forma que ayuden a orientar al problema a una solución.

2.8 Procedimiento para recopilación de datos de la investigación

Los pasos que se utiliza para la recopilación de datos del estudio se detalla a continuación:

Determinar la muestra, población.

Diseño, elaboración y depuración de los instrumentos para recopilar de la información.

Aplicación del instrumento, tabulación y procesamientos de los datos.

Procedimiento para procesamiento y análisis

Para el procesamiento de la información.

Revisión de la información obtenida

Tabulación y traficación

El plan de análisis e interpretación de resultados

La interpretación de los resultados se ejecutará de forma individual.

Se realizará la comprobación de la hipótesis.

Se ejecutará el establecimiento de las conclusiones y recomendaciones en función de los objetivos planteados.

CAPÍTULO III

3. Resultados de la investigación

Panorama general de la investigación

Al encontrar la información sobre el tema a investigar entramos en contacto directo con el problema de cual se constató que las condiciones de trabajo nocturno de la Estación Reductora deben ser de óptimas condiciones ya que en esta área de trabajo se realiza actividades de gran precisión y de gran importancia para la recepción de combustibles por lo que el mínimo error en el control puede ocasionar daños irreparables para el ser humano y para la institución.

El bienestar de los trabajadores de esta área operativa debe ser la adecuada, por lo que las molestias en su salud pueden influir en su jornada laboral y sobretodo, hay que garantizar la integridad de los trabajadores de horario nocturno.

3.1 Resultados de la encuesta (Condiciones de iluminación, índice de accidentes y número de lesiones corporales)

La encuesta realizada tiene como objetivo:

Conocer las condiciones de iluminación en los puestos de trabajo nocturnos de la Estación Reductora, así como el número de lesiones corporales y los accidentes de trabajo a causa del sistema de iluminación.

De lo cual se encontró la siguiente información al cuestionario aplicado:

La encuesta dirigida a los operarios de planta consta de seis preguntas, esta encuesta sirve para demostrar la hipótesis por medio de método de la prueba CHI-cuadrado:

Cuestionario 1: (Operarios de planta)

1. ¿Considera usted que el nivel de iluminación en horario nocturno de trabajo es deficiente?

Tabla 3-1Resultados nivel de iluminación

El nivel de iluminación en horario nocturno de trabajo es deficiente		
Genérico	**Número encuestados**	**Porcentaje**
SI	3	75%
NO	1	25%
Total	4	100%

Nota: La tabla 3-1 muestra los resultados encontrados en la pregunta 1. Elaborado por: el Autor, (2015).

Figura 3-1 Nivel de iluminación representación gráfica

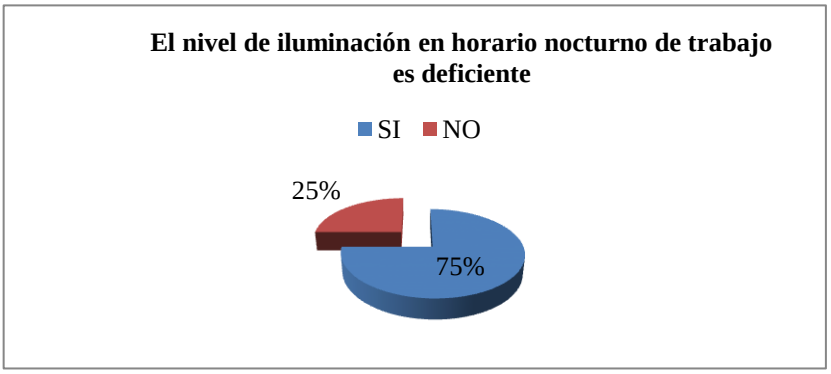


Figura 3-1 indica de manera gráfica los resultados encontrados de la encuesta respecto a la pregunta número 1. Elaborado por: El Autor.

Análisis e interpretación:

Una persona de la población encuestada considera que el nivel de iluminación si es eficiente, mientras que 3 personas afirman que si es deficiente el nivel de iluminación en horarios nocturnos de trabajo por lo que los operarios de planta dicen que se toma medidas de control a este riesgo ya que se exponen vidas humanas a sufrir accidentes de trabajo.

2. ¿La distribución y conexión del sistema de iluminación (lámparas y accesorios de iluminación) funcionan correctamente?

Tabla 3-2 Resultados distribución y conexión del sistema de iluminación

La distribución y conexión del sistema de iluminación (lámparas y accesorios de iluminación) funcionan correctamente		
Genérico	**Número encuestados**	**Porcentaje**
SI	1	25%
NO	3	75%
Total	4	100%

Nota: La tabla 3-2 muestra los resultados encontrados en la pregunta 2. Elaborado por: el Autor, (2015).

Figura 3-2 Distribución y conexión del sistema de iluminación representación gráfica

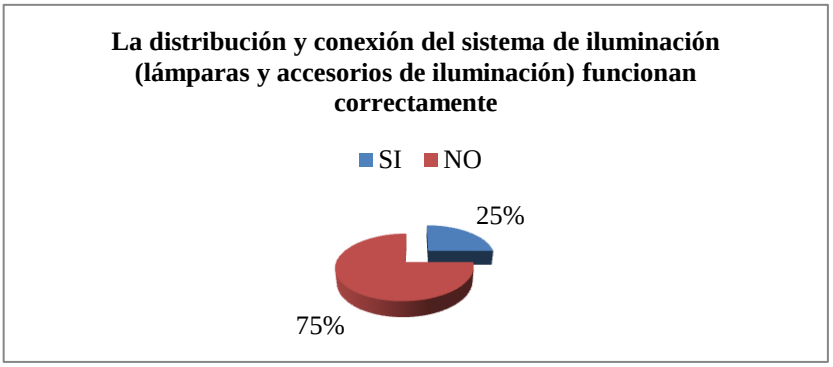


Figura 3-2 indica de manera gráfica los resultados encontrados de la encuesta respecto a la pregunta número 2. Elaborado por: El Autor.

Análisis e interpretación:

Los operarios de planta de la Estación Reductora del Poliducto Quito – Ambato - Riobamba de la E.P. PETROECUADOR representando a la poblacion de 3 personas afirman que la distribución y conexión del sistema de iluminación no funcionan correctamente, mientras que una persona explica que si funcionan correctamente pero explica que si hace falta modificaciones en la distribución y conexión del sistema de iluminación.

3. ¿La luz y el color de las lámparas son apropiadas para el trabajo que se ejecuta en la Estación Reductora del Poliducto Quito – Ambato - Riobamba de la E.P. PETROECUADOR?

Tabla 3-3 Resultados sobre la luz y color de las lámparas para el trabajo a ejecutar

La luz y el color de las lámparas son apropiadas para el trabajo		
Genérico	**Número encuestados**	**Porcentaje**
SI	1	25%
NO	3	75%
Total	4	100%

Nota: La tabla 3-3 muestra los resultados encontrados en la pregunta 3. Elaborado por: El Autor, (2015).

Figura 3-3 Luz y color de las lámparas representación gráfica

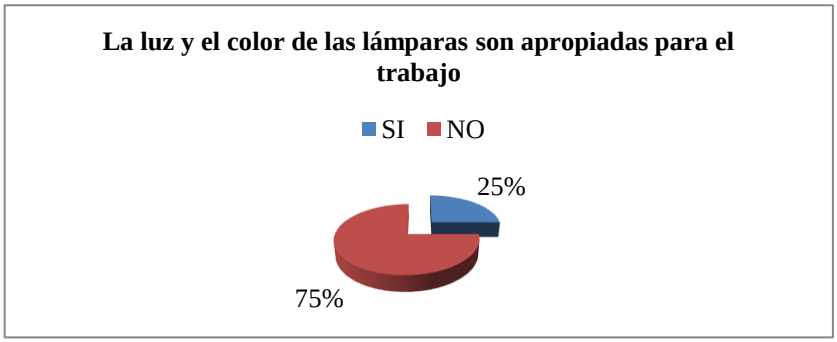


Figura 3-3 indica de manera gráfica los resultados encontrados de la encuesta respecto a la pregunta número 3. Elaborado por: El Autor.

Análisis e interpretación:

Tres operarios de planta encuestados afirman por medio de esta encuesta que la luz y el color de las lámparas no son apropiadas para él trabajo que ejecutan por lo que ellos sugieren que se tome en cuenta este resultado, mientras que la una persona dice que el color y la luz de las lámparas si son apropiadas y que no tienen problema con estas condiciones de iluminación.

4. ¿Considera usted que el nivel de iluminación influye en la calidad de ejecución de su trabajo durante horarios nocturnos?

Tabla 3-4 Resultados del nivel de iluminación en la calidad del trabajo

El nivel de iluminación influye en la calidad de ejecución de su trabajo		
Genérico	**Número encuestados**	**Porcentaje**
SI	2	50%
NO	2	50%
Total	4	100%

Nota: La tabla 3-4 muestra los resultados encontrados en la pregunta 4. Elaborado por: El Autor, (2015).

Figura 3-4 Nivel de iluminación y la calidad de trabajo

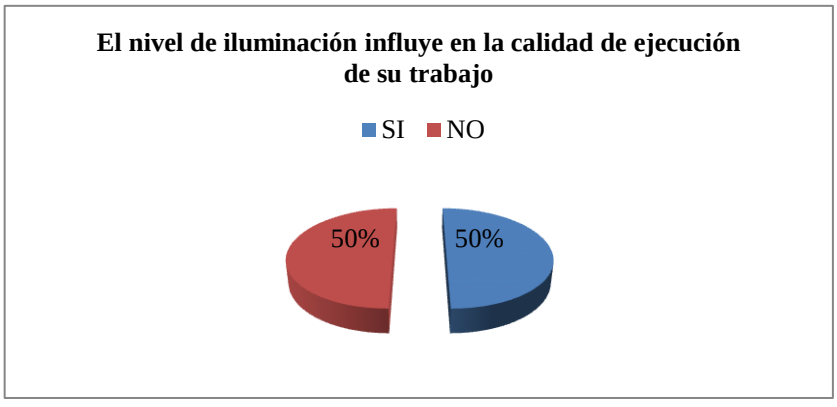


Figura 3-4 indica de manera gráfica los resultados encontrados de la encuesta respecto a la pregunta número 4. Elaborado por: El Autor.

Análisis e interpretación:

Los operarios de planta explican mediante el criterio de 2 personas que el nivel de iluminación no influye en la calidad de ejecución del trabajo, así como las otras 2 personas dicen que si influye en la calidad de su trabajo, por lo que hay que considerar que las opiniones son divididas pero hay que tomar medidas de control en este parámetro.

5. ¿Alguna vez durante su jornada laboral en horario nocturno usted ha sufrido algún accidente o lesión corporal a causa del nivel iluminación?

Tabla 3-5 Resultados de accidentes o lesiones corporales a causa del nivel de iluminación

Accidente o lesión corporal a causa del nivel iluminación		
Genérico	**Número encuestados**	**Porcentaje**
SI	3	75%
NO	1	25%
Total	4	100%

Nota: La tabla 3-5 muestra los resultados encontrados en la pregunta 5. Elaborado por: El Autor, (2015).

Figura 3-5 Accidentes o lesiones corporales representación gráfica

Figura 3-5 indica de manera gráfica los resultados encontrados de la encuesta respecto a la pregunta número 5. Elaborado por: El Autor.

Análisis e interpretación:

Tres operarios de planta encuestada afirman que si han sufrido algún tipo de accidente o lesión corporal a causa del nivel de iluminación, mientras que un operario dice que durante el tiempo que labora en esta área de trabajo no ha sufrido ningún accidente o lesión corporal a causa de la iluminación en horarios nocturnos de trabajo.

6. ¿Ha presentado usted molestias tales como dolor de cabeza, sequedad picor en los ojos y cansancio a causa del nivel de iluminación en horario nocturno de trabajo?

Tabla 3-6 Resultados de presencia de molestias en su cuerpo a causa de la iluminación

Molestias tales como dolor de cabeza, sequedad picor en los ojos y cansancio a causa del nivel de iluminación		
Genérico	**Número encuestados**	**Porcentaje**
SI	3	75%
NO	1	25%
Total	4	100%

Nota: La tabla 3-6 muestra los resultados encontrados en la pregunta 6. Elaborado por: El Autor, (2015).

Figura 3-6 Molestias en cuerpo a causa del nivel de iluminación representación gráfica

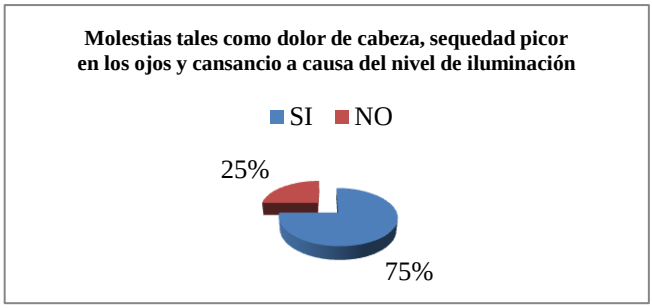


Figura 3-6 indica de manera gráfica los resultados encontrados de la encuesta respecto a la pregunta número 6. Elaborado por: El Autor.

Análisis e interpretación:

Los tres operarios de planta que representan la mayoría afirman que si han presentado molestias tales como dolor de cabeza, sequedad, picor en los ojos y cansancio por la iluminación en horarios nocturnos, al contrario una persona de la población encuestada afirma que no ha presentado ninguna molestia, pero hay que recalcar que la mayoría si presenta molestias en su salud.

Cuestionario 2: (Jefe de área)

1. ¿Para el diseño actual del sistema de iluminación se ha considerado todas las condiciones tales como la del observador, tarea y entorno que debe poseer un sistema de iluminación?

Tabla 3-7 Resultados del diseño actual del sistema de iluminación

Para el diseño actual del sistema de iluminación se ha considerado todas las condiciones tales como la del observador, tarea y entorno			
Condiciones	**Genérico**	**Número encuestados**	**Porcentaje**
Observador	NO	1	34%
Tarea	SI	1	33%
Entorno	NO	1	33%

Nota: La tabla 3-7 muestra los resultados encontrados en la pregunta 1, cuestionario 2. Elaborado por: El Autor, (2015).

Figura 3-7 Representación gráfica del sistema actual de iluminación

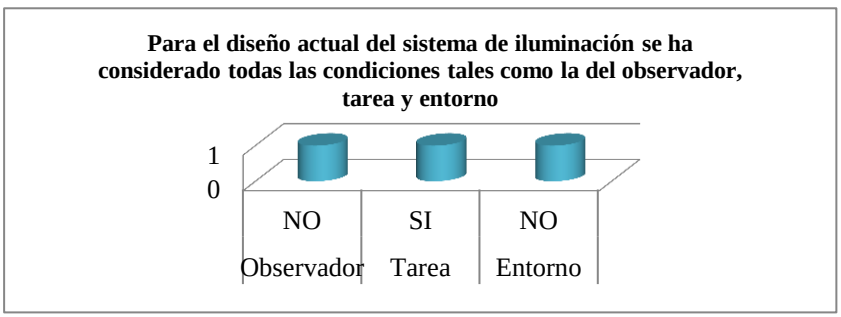


Figura 3-7 indica de manera gráfica los resultados encontrados de la encuesta respecto a la pregunta número 1, cuestionario 2. Elaborado por: El Autor.

Análisis e interpretación:

De la encuesta realizada al jefe de área de la Estación Reductora del Poliducto Quito – Ambato - Riobamba de la E.P. PETROECUADOR se obtiene la siguiente información sobre las condiciones de iluminación para el diseño actual del sistema de iluminación: el jefe de área explica que no se han tomado en cuenta las condiciones del observador ni del entorno pero si se han tomado en cuenta los parámetros de las condiciones de iluminación en lo referente a la tarea.

2. ¿Con que frecuencia se realiza mantenimiento al sistema de iluminación de la Estación Reductora del Poliducto Quito – Ambato - Riobamba de la E.P. PETROECUADOR?

Tabla 3-8 Resultados de mantenimiento al sistema de iluminación

Mantenimiento al sistema de iluminación de la Estación Reductora	
Genérico	**Número de encuestados**
Una vez al año	0
Semestralmente	0
Cuando requiere	0
Frecuentemente	**1**

Nota: La tabla 3-8 muestra los resultados encontrados en la pregunta 2, cuestionario 2. Elaborado por: El Autor, (2015).

Figura 3-8 Representación gráfica del mantenimiento del sistema de iluminación

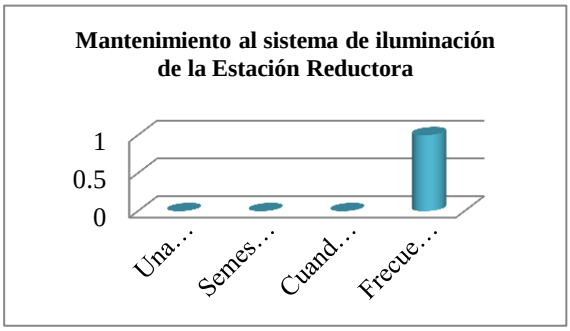


Figura 3-8 indica de manera gráfica los resultados encontrados de la encuesta respecto a la pregunta número 2, cuestionario 2. Elaborado por: El Autor.

Análisis e interpretación:

El jefe de área explica que el mantenimiento al sistema de iluminación se lo realiza frecuentemente con el fin de evitar cualquier desperfecto en horarios nocturnos de trabajo.

3. ¿El índice de accidentes de trabajo así como de lesiones corporales a causa del nivel de iluminación es elevado?

Tabla 3-9 Resultados del índice de accidentes y lesiones corporales a causa de la iluminación

Índice de accidentes y lesiones corporales a causa del nivel de iluminación es elevado	
Genérico	**Número de encuestados**
SI	0
NO	1
Total	**1**

Nota: La tabla 3-9 muestra los resultados encontrados en la pregunta 3, cuestionario 2. Elaborado por: El Autor, (2015).

Figura 3-9 Representación gráfica del índice de accidentes o lesiones corporales por la iluminación

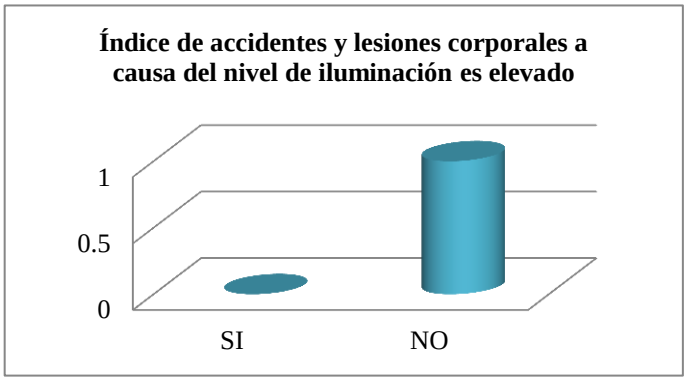


Figura 3-9 indica de manera gráfica los resultados encontrados de la encuesta respecto a la pregunta número 3, cuestionario 2. Elaborado por: El Autor.

Análisis e interpretación:

El jefe de área explica que el índice de accidentes y lesiones corporales no es elevado pero recalca que si se han suscitado accidentes y lesiones corporales en horario nocturno de trabajo a causa del nivel de iluminación pero que han sabido resolver de la manera adecuada estos inconvenientes.

4. ¿Considera usted que es importante elaborar un rediseño del sistema de iluminación en la Estación Reductora del Poliducto Quito – Ambato - Riobamba de la E.P. PETROECUADOR?

Tabla 3-10 Resultados de la importancia de un rediseño del sistema de iluminación

Es importante elaborar un rediseño del sistema de iluminación en la Estación Reductora	
Genérico	**Número de encuestados**
SI	1
NO	0
Total	**1**

Nota: La tabla 3-10 muestra los resultados encontrados en la pregunta 4, cuestionario 2. Elaborado por: El Autor, (2015).

Figura 3-10 Representación gráfica de la importancia de un rediseño del sistema de iluminación

Figura 3-10 indica de manera gráfica los resultados encontrados de la encuesta respecto a la pregunta número 4, cuestionario 2. Elaborado por: El Autor.

Análisis e interpretación:

El jefe de área sugiere que se elabore un nuevo diseño es decir un rediseño del sistema de iluminación ya que ahí se podrá emplear todas las condiciones de iluminación requeridas para evitar accidentes de trabajo así como lesiones corporales explica.

3.2 Análisis e interpretación de la ficha de registro de las condiciones de iluminación

EP PETROECUADOR	**Ficha de inspección general de puestos de trabajo**	**Código:** EP-ER-PPO-01
		Rev.: 00

1. Datos generales de la empresa			
Empresa:	Empresa Pública Petroecuador		
Sección:	Estación Reductora del Poliducto Quito – Ambato - Riobamba		
Horario de trabajo:	De 8 horas a 12 horas		
Fecha de inspección:	21/01/2016		
2. Condiciones del puesto de trabajo			
Descripción tarea visual:	Monitoreo y control de la recepción de combustible		
Nº de trabajadores:	Hombres	Dos por turno	
	Mujeres	X	
Puestos de trabajo con iluminación localizada			
Si		No	X
3. Descripción del puesto de trabajo iluminado			
Área 1 Oficina de operaciones	**Descripción de colores y superficies**		
	Material	**Color**	**Textura**
Paredes	Enlucida	Verde claro y blanco	Liso
Techo	Cielo razo	Blanco	Granulado
Piso	Piso flotante	Café	Liso

4. Condiciones de iluminación			
Luminaria:			
Número de lámparas:	Seis		
Fabricante:			
Osram			
Tipo de luminaria:			
Fluorescentes			
Potencia:			
32 Watts			
Tipo de control:			
Manual:	X	Automático:	
Estado de las luminarias: Buenas			

La ficha que se muestra a continuación corresponde a la área 2:

EP PETROECUADOR	**Ficha de inspección general de puestos de trabajo**	**Código:** EP-ER-PPO-01
		Rev.: 00

1. Datos generales de la empresa			
Empresa:	Empresa Pública Petroecuador		
Sección:	Estación Reductora del Poliducto Quito – Ambato - Riobamba		
Horario de trabajo:	De 8 horas a 12 horas		
Fecha de inspección:	21/01/2016		
2. Condiciones del puesto de trabajo			
Descripción tarea visual:	Monitoreo y control de la recepción de combustible		
Nº de trabajadores:	Hombres	Dos por turno	
	Mujeres	X	
Puestos de trabajo con iluminación localizada			
Si		No	X
3. Descripción del puesto de trabajo iluminado			
Área 1 Patio de válvulas	**Descripción de colores y superficies**		
	Material	**Color**	**Textura**
Paredes	Enlucida	Blanca	Liso

Techo	Eternit	Gris	Granulado
Piso	Hormigón	Verde	Liso
4. Condiciones de iluminación			
Luminaria:			
Número de lámparas:		Seis	
Fabricante:			
Osram			
Tipo de luminaria:			
Fluorescentes			
Potencia:			
32 Watts			
Tipo de control:			
Manual:	X	Automático:	
Estado de las luminarias: Buenas			

Por último se presenta el área 3 de la Estación Reductora del Poliducto Quito – Ambato - Riobamba con las condiciones de iluminación para su respectivo análisis dentro de la investigación:

EP PETROECUADOR	**Ficha de inspección general de puestos de trabajo**	**Código:** EP-ER-PPO-01
		Rev.: 00

1. Datos generales de la empresa			
Empresa:	Empresa Pública Petroecuador		
Sección:	Estación Reductora del Poliducto Quito – Ambato - Riobamba		
Horario de trabajo:	De 8 horas a 12 horas		
Fecha de inspección:	21/01/2016		
2. Condiciones del puesto de trabajo			
Descripción tarea visual:	Monitoreo y control de la recepción de combustible		
Nº de trabajadores:	Hombres	Dos por turno	
	Mujeres	X	
Puestos de trabajo con iluminación localizada			
Si		No	X

3. Descripción del puesto de trabajo iluminado			
Área 1 Mánifold de válvulas de tanques	**Descripción de colores y superficies**		
	Material	**Color**	**Textura**
Paredes	Enlucida	Blanca	Liso
Techo	Panel steel	Gris	Liso
Piso	Hormigón	Verde	Liso
4. Condiciones de iluminación			
Luminaria:			
Número de lámparas:		Cinco	
Fabricante:			
Osram			
Tipo de luminaria:			
Fluorescentes			
Potencia:			
32 Watts			
Tipo de control:			
Manual:	X	Automático:	
Estado de las luminarias: Buenas			

Análisis e interpretación:

Las tres áreas evaluadas presentan diferentes condiciones de iluminación pero el 40% del sistema de iluminación es deficiente para las tareas que se ejecuta en cada área por lo que es necesario evaluar las áreas con un luxómetro para identificar con exactitud el nivel de iluminación que presenta la Estación Reductora.

3.3 Resultados de la medición del nivel de iluminación por área de trabajo de la Estación Reductora del Poliducto Quito – Ambato - Riobamba

Las mediciones se realizaron en las tres áreas de la Estación obteniendo las siguientes tablas de resultados, cabe recalcar que los resultados se dan bajo las condiciones de iluminación actuales las mismas que servirán de apoyo para fundamentar la propuesta de esta investigación.

Tabla 3-11 Resultados del nivel de iluminación del área 1

Resumen de resultados Área 1							
Sección:	Estación Reductora Poliducto Quito - Ambato – Riobamba						
Área:	Área 1 Oficina de operaciones						
		Dosis de iluminación			**Factor de reflexión**		
Nº de mediciones	**Área analizada**	Valor descrito por la norma (Luxes)	Dosis de iluminación (Luxes)	Factor de uniformidad %	Puesto de trabajo	Reflexión %	Valor descrito por la norma %
1	Oficina de operaciones	500	117,3 115,6	100%	Escritorio	55,83%	50%
2		500	76,6 66	100%	Escritorio	55,83%	60%
3		100	246 246,1	100%	Pasillo	55,83%	50%
4		100	94,8 91,1	100%	Pasillo	55,83%	50%
5		500	154,1 150	100%	Escritorio	55,83%	50%
6		100	121,8 120,9	100%	Pasillo	55,83%	50%
7		100	256,3 255	100%	Pasillo	55,83%	50%

Nota: La tabla 3-11 detalla la dosis de iluminación que presenta el área 1 de la estación reductora. Elaborado por: El Autor, (2015).

3.3.1 Análisis e interpretación de los resultados de la medición del nivel de iluminación del área 1

Los resultados de la tabla 3-11 indican niveles de iluminación bajos para actividades nocturnas que se realizan en oficina. EL nivel de iluminación bajo la norma UNE-EN 12464-1 recomendado para estos trabajos esta en 500 luxes. De modo que al interpretar los valores de la dosis de iluminación presente en esta área son el 50% inferior al requerido lo que influye en el desarrollo de las actividades de los trabajadores.

La iluminación en los pasillos está dentro del rango establecido por la norma.

Al calcular el promedio de iluminación del área se obtiene como resultado 152,83 luxes. Es necesario elaborar un mejoramiento del sistema de iluminación de área con el objetivo de llegar a una uniformidad de iluminación con 500 luxes.

Los resultados de la tabla 3-11 fueron evaluados bajo las condiciones de iluminación descritos en la ficha de inspección general de puestos de trabajo de la área 1.

Tabla 3-12 Resultados del nivel de iluminación del área 2

Resumen de resultados Área 2							
Sección:	Estación Reductora Poliducto Quito - Ambato – Riobamba						
Área:	Área 2 Patio de válvulas						
		Dosis de iluminación			**Factor de reflexión**		
Nº de mediciones	**Área analizada**	Valor descrito por la norma (Luxes)	Dosis de iluminación (Luxes)	Factor de uniformidad %	Puesto de trabajo	Reflexión %	Valor descrito por la norma %
1	Patio de válvulas	100	19,8 19,4	100%	Pasillo	45,42%	50%
2		100	65,6 64,4	100%	Pasillo	45,42%	50%
3		1000	27,5 27	100%	Control de válvulas	45,42%	60%
4		1000	21,4 15,6	100%	Control de válvulas	45,42%	60%
5		100	73,6 62,8	100%	Pasillo	45,42%	50%
6		500	15,8 15,3	100%	Toma de muestras	45,42%	60%
7		100	13,9 13,2	100%	Pasillo	45,42%	50%
8		500	19,5 19,3	100%	Tanque Fram	45,42%	60%

9	1000	23,9 23,3	100%	Control de válvulas	45,42%	60%
10	1000	20,5 20,1	100%	Control de válvulas	45,42%	60%
11	1000	32,4 26,8	100%	Control de válvulas	45,42%	60%
12	1000	23,7 23	100%	Control de válvulas	45,42%	60%
13	100	14,9 14,8	100%	Pasillo	45,42%	50%

Nota: La tabla 3-12 detalla la dosis de iluminación que presenta el área 2 de la estación reductora. Elaborado por: El Autor, (2015).

3.3.2 Análisis e interpretación de los resultados de la medición del nivel de iluminación del área 2

El área 2 de la Estación Reductora:

Es un área patio de válvulas vigilada constantemente. Se constituye un puesto de trabajo de alta precisión por lo que la norma UNE-EN 12464-1 expone que para estos lugares de trabajo se requiere de un nivel de iluminación de 1000 luxes.

Al evaluar el lugar de trabajo de la estación se encontró niveles de iluminación muy bajos. Es decir un 97,24% inferior a 1000 luxes. Es un área de trabajo que requiere ser intervenida de manera inmediata ya que los trabajadores son susceptibles a sufrir accidentes en especial en horarios nocturnos.

El promedio de la dosis de iluminación del patio de válvulas es de 27,60 luxes. Con el mejoramiento del sistema de iluminación se pretende alcanzar un nivel de iluminación uniforme de 1000 luxes.

Tabla 3-13 Resultados del nivel de iluminación del área 3

Resumen de resultados Área 3							
Sección:	Estación Reductora Poliducto Quito - Ambato – Riobamba						
Área:	Área 3 Mánifod de válvulas de tanque						
		Dosis de iluminación			**Factor de reflexión**		
Nº de mediciones	**Área analizada**	Valor descrito por la norma (Luxes)	Dosis de iluminación (Luxes)	Factor de uniformidad %	Puesto de trabajo	Reflexión %	Valor descrito por la norma %
1	Mánifod de válvulas de tanque	100	8,4 8,3	100%	Pasillo	50%	50%
2		100	14 13,9	100%	Pasillo	50%	50%
3		1000	27,6 27,2	100%	Control de válvulas	50%	60%
4		1000	7 6,9	100%	Control de válvulas	50%	60%
5		100	20,3 19	100%	Pasillo	50%	50%
6		100	22,4 22,2	100%	Pasillo	50%	50%
7		100	41,1 40,2	100%	Pasillo	50%	50%
8		1000	99,2 94,6	100%	Mánifod de válvulas	50%	60%
9		100	5,8 5,7	100%	Pasillo	50%	50%
10		100	8,1 8	100%	Pasillo	50%	50%
11		100	45	100%	Pasillo	50%	50%

12	100	44,2 79,5 78	100%	Pasillo	50%	50%
13	1000	60,4 59,9	100%	Control de válvulas	50%	60%
14	100	9,7 9,5	100%	Pasillo	50%	50%
15	100	8,5 8,1	100%	Pasillo	50%	50%
16	100	41,5 40,5	100%	Pasillo	50%	50%
17	1000	93,3 91,5	100%	Control de válvulas	50%	60%
18	1000	18,7 16,6	100%	Control de válvulas	50%	60%
19	100	7,3 7,1	100%	Pasillo	50%	50%
20	100	16,2 14,8	100%	Pasillo	50%	50%

Nota: La tabla 3-13 detalla la dosis de iluminación que presenta el área 3 de la estación reductora. Elaborado por: El Autor, (2015).

3.3.3 Análisis e interpretación de los resultados de la medición del nivel de iluminación del área 3

El área 3 de la Estación Reductora corresponde al manilfod de válvulas de tanque. Aquí se requiere de 100 a 1000 luxes según la norma UNE-EN 12464-1. Se encontró con valores inferiores a los niveles requeridos. Por ejemplo en los pasillos el nivel de iluminación es de 68,74% y en el control de válvulas de 96,87%. Al elaborar el mejoramiento del sistema de iluminación se busca la distribución de la iluminación de forma adecuada. Es decir, en los pasillos se alcanzará un nivel de iluminación de 100 luxes mientras que en el control de válvulas se alcanzará un nivel de iluminación de 1000 luxes.

El promedio que alcanza el área de trabajo en iluminación es de 31,26 luxes. Se requiere tomar medidas de control de forma inmediata, los resultados de la evaluación a esta se encuentran en la tabla 3-13.

Los planos de las áreas evaluadas se encuentran detallados en la parte de anexos con la numeración ANEXO 4.

3.4 Verificación de la hipótesis

Para la verificación de la hipótesis se aplica el método estadístico CHI-CUADRADO para la encuesta realizada como se explica a continuación:

La fórmula del método estadístico chi- cuadrado para muestras pequeñas esta expresada de la siguiente forma:

$$X^2 cal = \sum \frac{(fo - fe)^2}{fe}$$

Ecuacion 3.1

Los parámetros de la formula están definidos así:

$X^2 cal$= Chi- cuadrado

f_o= Frecuencia del valor observado

f_e= Frecuencia del valor esperado

Los resultados de la frecuencia observada se expresan en la tabla 3-14.

Tabla 3-14 Frecuencia observada de la encuesta (Operarios de planta)

Frecuencia observada f_o							
Genérico	**Número de pregunta de la encuesta**						
	Uno	**Dos**	**Tres**	**Cuatro**	**Cinco**	**Seis**	**Total**
Si	3	1	1	2	3	3	13
No	1	3	3	2	1	1	11
Total	4	4	4	4	4	4	**24**

Nota: La tabla 3-14 detalla la frecuencia observada de la encuesta aplicada a los operarios de planta de la Estación Reductora Poliducto Quito – Ambato - Riobamba. Elaborado por: El Autor, (2015).

Continuando con la aplicación del método estadístico de la prueba Chi- cuadrado se procede a calcular la frecuencia esperada como explica la tabla 3-15.

Tabla 3-15 Frecuencia esperada de la encuesta (Operarios de planta)

Frecuencia esperada f_e						
Genérico	**Número de pregunta de la encuesta**					
	Uno	**Dos**	**Tres**	**Cuatro**	**Cinco**	**Seis**
Si	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17
No	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83

Nota: La tabla 3-15 detalla la frecuencia esperada de la encuesta aplicada a los operarios de planta de la Estación Reductora Poliducto Quito – Ambato - Riobamba. Elaborado por: El Autor, (2015).

Los resultados de la prueba del chi- cuadrado están expuestos en la tabla 3-16, cabe recalcar que la encuesta dirigida a los operarios de planta abarca las dos variables a investigar como es el nivel de iluminación en los puestos nocturnos y los accidentes de trabajo que ocacionan el nivel de iluminación.

Tabla 3-16 Resultados del método estadístico Chi- cuadrado (Operarios de planta)

Chi – cuadrado X^2cal							
Genérico	**Número de pregunta de la encuesta**						
	Uno	**Dos**	**Tres**	**Cuatro**	**Cinco**	**Seis**	**Total**
Si	0,32	0,63	0,63	0,01	0,32	0,32	2,23
No	0,38	0,75	0,75	0,02	0,38	0,38	2,64
Total	0,70	1,38	1,38	0,03	0,69	0,69	**4,87**

Nota: La tabla 3-16 detalla los resultados de la prueba del chi - cuadrado de la encuesta aplicada a los operarios de planta de la Estación Reductora Poliducto Quito – Ambato - Riobamba. Elaborado por: El Autor, (2015).

Para obtener el resultado final del método estadístico del chi- cuadrado y poder verificar la hipótesis es necesario calcular los siguientes parámetros que implica este método.

Parámetro p:

$$\boldsymbol{p} = 1 - nivel\ de\ significancia \qquad \text{Ecuación 3.2}$$

$$\boldsymbol{p} = 1 - 0{,}99 = 0{,}01$$

Grados de libertad:

$$\boldsymbol{v} = (N\acute{u}mero\ de\ filas - 1)(N\acute{u}mero\ de\ columnas - 1) \qquad \text{Ecuación 3.3}$$

$$\boldsymbol{v} = (2 - 1)(6 - 1) = 5$$

Una vez culminado de calcular los parámetros del método chi- cuadrado se propone las condiciones de hipótesis planteadas:

Condición 1: Hipótesis nula (H_1)

$X^2cal \leq X^2$ crítico = Hipótesis nula (H_1)

Condición 2: Hipótesis alternativa (H_2)

$X^2cal \geq X^2$ crítico = Hipótesis alternativa (H_2)

Figura 3-11 Distribución de Chi- cuadrado

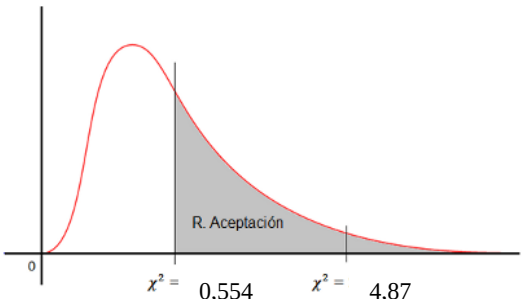
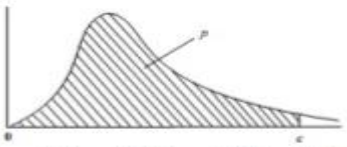


Figura 3-11 indica la zona de aceptación de la hipótesis planteada. Elaborado por: Juan Naranjo.

Tabla 3-17 Valores de la distribución de Chi- cuadrado

Valores críticos de la distribución χ^2 (tema 6.9)

$p = P(X \leq c)$



p	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,9	0,95	0,975	0,99	0,995
$\nu = 1$	0,00004	0,0002	0,001	0,004	0,016	2,706	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,010	0,020	0,051	0,103	0,211	4,605	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,072	0,115	0,216	0,352	0,584	6,251	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	1,064	7,779	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	1,610	9,236	11,070	12,833	15,086	16,750

Nota: La tabla 3-17 detalla el valor de X^2 crítico de tabla. Elaborado por: El Autor, (2015).

La condición acertada es la hipótesis alternativa:

$4{,}87 > 0{,}554$ = Hipótesis alternativa (H_2)

La hipótesis alternativa planteada en esta investigación es la siguiente:

H_2: El deficiente sistema de iluminación en los puestos de trabajo nocturnos de la Estación Reductora incide en los accidentes de trabajo.

Con el método del chi- cuadrado se verifico la hipótesis de esta investigación pero es necesario adjuntar también la dosis de iluminación deficiente de la Estación Reductora.

Tabla 3-18 Dosis de iluminación encontrada vs Dosis de iluminación requerida

Áreas	Dosis promedio encontrada (luxes)	Dosis requerida por la norma (luxes)
Oficina de operaciones	152,83	500
Patio de válvulas	27,60	1000
Manilfod de válvulas de tanque	31,26	100-1000

Nota: La tabla 3-18 detalla dosis bajas de iluminación encontradas. Elaborado por: El Autor.

El nivel de iluminación en las tres áreas evaluadas es muy bajo lo que requiere de manera urgente ser intervenido para mejorar el nivel de iluminación ya que está ocasionando accidentes de trabajo en especial en horarios nocturnos.

3.5 Conclusiones y recomedaciones

3.5.1 Conclusiones

- Al identificar las condiciones de iluminación se concluye que el sistema actual de luminarias que presenta la Estación Reductora no estan correctas para las tareas a ejecutar: Oficina de operaciones, patio de válvulas y manilfod de válvulas de tanque, ya que la distribución, conexión, luz, y color de las luminarias son deficientes en estas áreas de trabajo nocturno.

- Al evaluar el nivel de iluminación en el área de las oficinas de operaciones se encontró una dosis promedio de iluminación de 152,83 luxes nivel inferior al requerido por la norma UNE-EN 12464-1 en un 30,56% toda vez que el nivel de iluminación requerido para oficinas es de 500 luxes.
- De igual manera se evaluó el nivel de iluminación en el área que corresponde al patio de válvulas, encontrando una dosis promedio de 27,60 luxes nivelel de iluminación inferior en 2,76% a los requeridos por la norma para trabajos de alta precisión como es el control de válvulas de la estación reductora que debe cumplir con un nivel de iluminación de 1000 luxes.
- En el área de manilfod de válvulas de tanques se presenta algunos pasillos, existe una sección de control de válvulas donde requiere que el nivel de iluminación sea de 1000 luxes pero esta área presenta un nivel de iluminación promedio de 31,26 luxes valor inferior al requerido por la norma en un 3,12%.
- Por tratarse de áreas de procesos de alto riesgo, es necesario mejorar los niveles de luminancia, toda vez que al realizar trabajos de control en horarios nocturnos, se hace extremadamente peligro por presencia de tuberías y equipos electomecanicos.

3.5.2 Recomendaciones

- Cumplir con las exigencias lumínicas de las normas establesidas para un mejoramiento del sistema de iluminación de la Estación Reductora.
- Proporcionar información al personal de la estación sobre las condiciones de iluminación en los puestos de trabajo nocturno.
- Incluir en el programa de Salud Ocupacional exámenes visuales por las condiciones de trabajo.

CAPÍTULO IV

4. Propuesta

La propuesta consta de los siguientes parámetros:

4.1 Titulo

"Mejorar el sistema de iluminación de la Estación Reductora del Poliducto Quito – Ambato - Riobamba de la E.P. PETROECUADOR".

4.1.1 Datos informativos de la entidad beneficiaria

Nombre: Estación Reductora del Poliducto Quito – Ambato - Riobamba de la E.P. PETROECUADOR.

Ubicación: Ubicada en el sector de Huachi la Joya de la provincia de Tungurahua en las coordenadas geográficas 01º16"16.61"" S y 78º37"14.78" O a 2760 metros.

Beneficiarios: Trabajadores de las tres áreas de la Estación Reductora del Poliducto Quito – Ambato – Riobamba.

Responsables: Lcdo. Juan Alberto Naranjo Naranjo.

Costo estimado: El costo de la implementación de esta propuesta está entre 4755,50 dólares.

4.2 Justificación

La Estación Reductora presenta bajos niveles de iluminación según la evaluación realizada. Las dosis de iluminación presentes en las áreas de trabajo son inferiores a los requeridos por la norma. Aspecto que afirma la necesidad de mejorar el sistema de iluminación.

Los accidentes más comunes que se presentan a causa del sistema de iluminación son caídas por desniveles en el piso debido a que en los horarios nocturnos es necesario realizar controles de rutina en el patio de válvulas. Por el deficiente nivel de iluminación no se puede apreciar de forma clara la superficie del piso, lo que provoca caídas, que en ocasiones han sido graves.

Para el mejoramiento del sistema de iluminación se emplea un software llamado Lumenlux facilita la correcta distribución de la iluminación según el área de trabajo.

4.3 Objetivos

Objetivo general:

Disminuir los accidentes de trabajo en los horarios nocturnos. A traves del mejoramiento del sistema de iluminación.

Objetivos específicos:

- Analizar las condiciones de iluminación (Observador, tarea y entorno) de las áreas de trabajo: Oficina de operaciones, Patio de válvulas y Manilfod de válvulas de tanque.
- Seleccionar el tipo de luminaria adecuada para un nivel de iluminación requerido por la norma para cada área de trabajo.

- Calcular el parámetro de uniformidad de la iluminación a través de las CURVAS ISOLUX.

4.4 Estructura y desarrollo de la Propuesta

4.4.1 Condiciones de iluminación

Área 1: Oficina de operaciones (Observador)

Las condiciones de iluminación del observador para esta área responde a:

- Distancia.

Figura 4-1 Distancia entre los objetos a observar

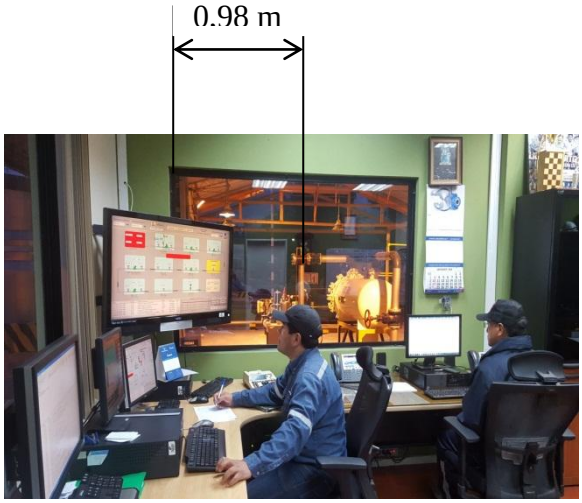


Figura 4-1 indica la distancia entre el observador y el objeto observado (0.98m). Elaborado por: El Autor.

- Color.

Figura 4-2 Color del área de trabajo y objeto observado

Figura 4-2 indica los colores del área de trabajo y de los objetos observados. Elaborado por: El Autor.

El coeficiente de reflectancia en el área de la oficina de operaciones está basado en tres colores uno que corresponde al área de trabajo es decir al color de las paredes de la oficina que es verde como se puede observar en la figura 4-2 lo cual le corresponde a un coeficiente de 60 - 50% y los otros son colores al cual el ojo humano distingue cuyo coeficiente para el amarrillo es de 60 - 50% y para colores bajos de 80 -70%.

- Reacción al cambio del nivel de iluminación: se refiere a la capacidad del ojo de distinguir los objetos a distinto nivel de iluminación.

Área 2: Patio de válvulas (Observador)

- Distancia entre los objetos

Figura 4-3 Distancia entre los objetos a observar

Figura 4-3 indica la distancia entre el observador y el objeto observado (0.50m). Elaborado por: El Autor.

- Color

Figura 4-4 Color del área de trabajo y objeto observado

Figura 4-4 indica los colores del área de trabajo y de los objetos observados. Elaborado por: El Autor.

El coeficiente de reflectancia para el patio de valvulas pertenece a colores bajos como para las paredes de color blanco de 80 – 70% , y el objeto observado por lo general es de color incoloro que es de 70- 40%.

- Reacción al cambio del nivel de iluminación: se refiere a la capacidad del ojo de distinguir los objetos a distinto nivel de iluminación, esto depende del funcionamiento del sistema de iluminación en el área 2 de trabajo.

Área 3: Manilfod de válvulas de tanque (Observador)

- Distancia entre los objetos

Figura 4-5 Distancia entre los objetos a observar

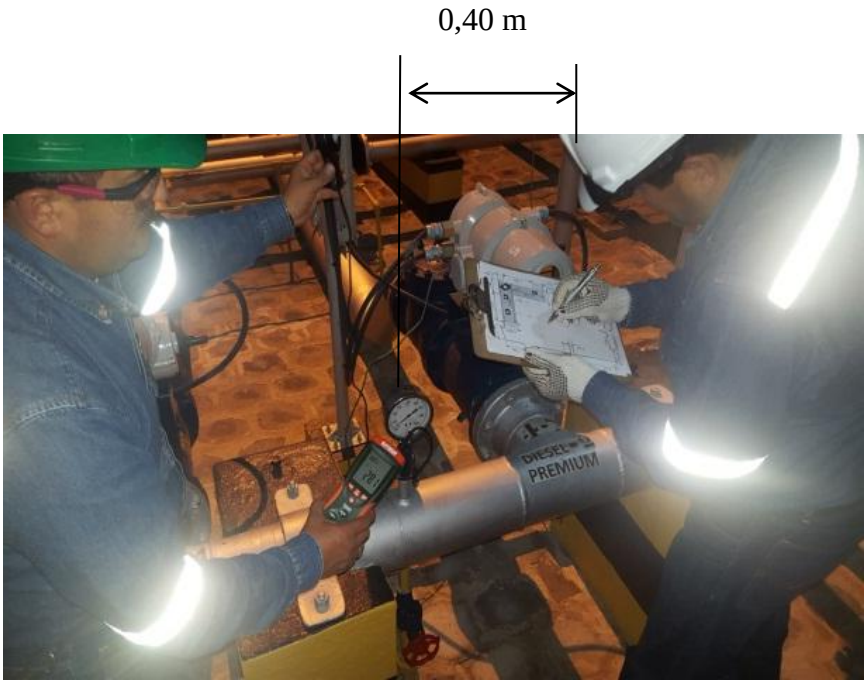


Figura 4-5 indica la distancia entre el observador y el objeto observado (0.40m). Elaborado por: El Autor.

- Color

  El coeficiente de reflectancia para el área 3 es igual que el área 2 por lo corresponde los mismos valores de coeficientes.
- Reacción al cambio del nivel de iluminación: se refiere a la capacidad del ojo de distinguir los objetos a distinto nivel de iluminación, esto depende del funcionamiento del sistema de iluminación en el área 3 de trabajo.

Estas son las condiciones de iluminación del observador para el mejoramiento del sistema de iluminación a continuación se exponen las condiciones de iluminación en función de la tarea:

Área 1, Área 2 y Área 3: (Tarea)

- Distancia entre objetos

Figura 4-6 Distancia entre los objetos a observar

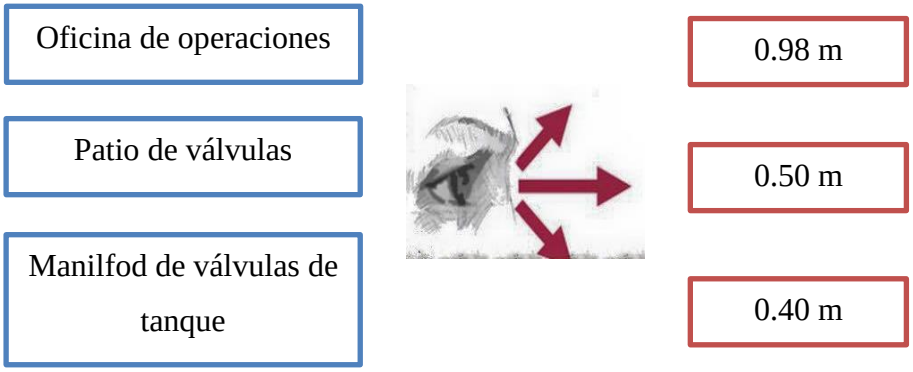


Figura 4-6 indica la distancia entre el observador y el objeto observado en las tres áreas de la Estación. Elaborado por: El Autor.

- Dificultad de la tarea: Refiere a la duración de la tarea y con qué velocidad termina la actividad de trabajo.

Figura 4-7 Dificultad de la tarea

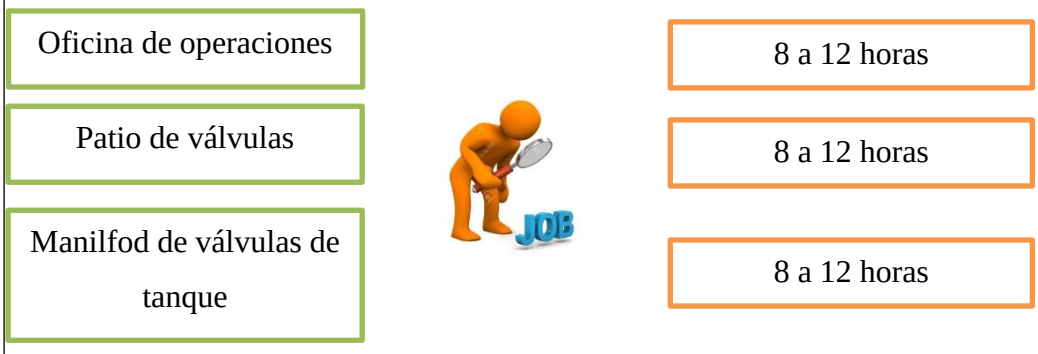


Figura 4-6 indica la dificultad de la tarea y el tiempo de duración de la ejecución de la actividad. Elaborado por: El Autor.

Condición de iluminación (Entorno)

Tabla 4-1 Parámetros de la condición de iluminación en base al entorno

Área	Parámetros del objeto observado				
	Dimensiones	**Color**	**Forma**	**Textura**	**Función**
Oficina de operaciones	4.40 m x 4.15 m	Verde, blanco y café	Regular e irregular	Liso y granulado	Actividades de oficina
Patio de válvulas	10.80 m x 17 m	Blanco, gris y verde	Regular e irregular	Liso y granulado	Control de válvulas
Manilfod de válvulas de tanque	15.35 m x 14 m	Blanco, gris y verde	Regular e irregular	Liso	Control de válvulas

Nota: La tabla 4-1 detalla las condiciones de iluminación del entorno en las tres áreas de la Estación Reductora. Elaborado por: El Autor.

Con todos estos parámetros señalados de las condiciones de iluminación que se requiere para el mejoramiento del sistema de iluminación se procede a seleccionar los materiales eléctricos apropiados para alcanzar el nivel de iluminación requeridos por la norma UNE-EN 12464-1.

4.4.2 Selección de lámpara

Figura 4-8 Lámpara Alba 236

Figura 4-8 Lámpara Alba modelo 326, potencia 36 W, tono de lux blanco. Fuente: LumenLux.

Area 1: Oficina de operaciones

Figura 4-9 Lámpara Polar 2400 W Nav –T

Figura 4-9 Lámpara Polar 2400 W Nav –T, potencia 400 W. Fuente: LumenLux.

Área 2: Patio de válvulas

Figura 4-10 Lámpara Polar 2400 W HQUI-E

Figura 4-10 Lámpara Polar 2400 W HQUI-E, potencia 400 W, tono de luz: Luz día. Fuente: LumenLux.

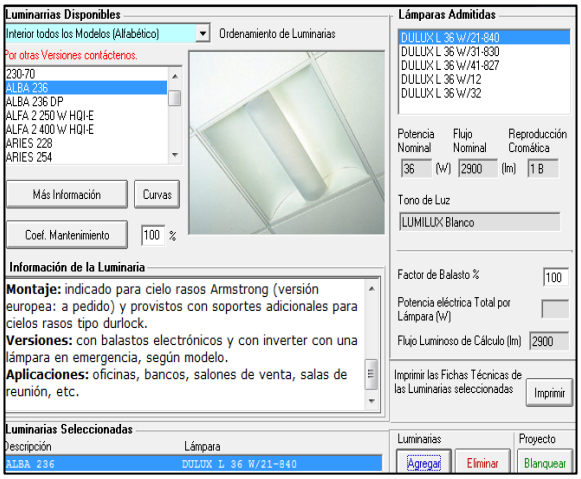
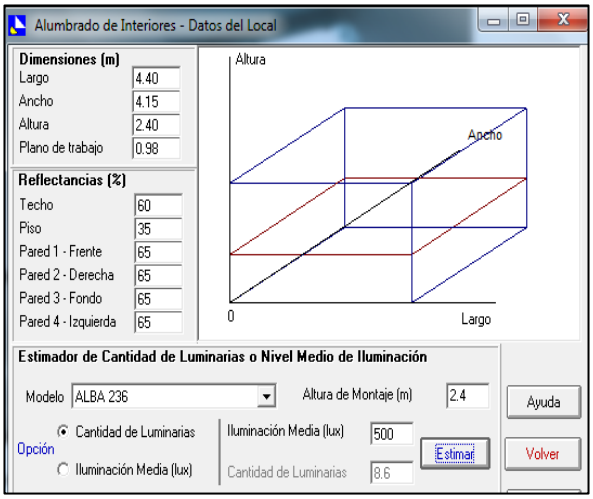
Área 3: Manilfod de válvulas de tanque

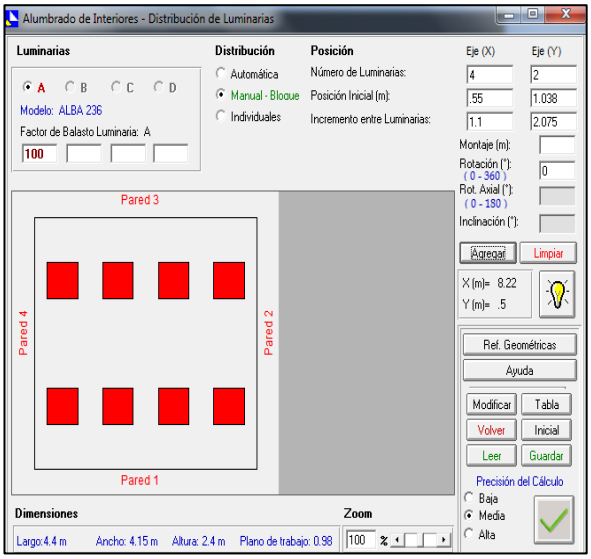
Estas son las tres lámparas que se utilizaran para el mejoramiento del sistema de iluminación, mejoran su potencia nominal en un 50% a las que existen en la actualidad de tal manera que mejoran su nivel de iluminación.

4.4.3 Parámetros de uniformidad CURVAS ISOLUX

Para el mejoramiento del sistema de iluminación de la Estación Reductora, se hace empleo del software de iluminación el cual facilita las curvas isolux, fajas isolux y de superficie permitiendo observar el nivel de iluminación en toda el área analizada como se observa en cada ficha de mejoramiento del sistema de iluminación que se presenta en esta parte de la investigación:

Tabla 4-2 Ficha de mejoramiento del sistema de iluminación área 1

Software LUMENLUX	Justificación
	**Sistema actual** Potencia nominal 32 W **Mejoramiento** Potencia nominal 36 W Flujo luminoso: 2900 lumenes, del cual se necesita para oficinas 500 lux Aplicaciones: lámpara recomendada para oficinas, bancos y en especial para techos con cielo razo. Tono de luz: blanco lo que brinda un confort visual en trabajos de oficina, condición de tarea.
	**Sistema actual** Lámpara fluorescente Cantidad de luminarias: 6 **Mejoramiento** Tipo de lámpara Alba 236 Iluminación requerida 500 luxes Cantidad de luminarias: 8

<table>
<tr>
<td> 
</td>
<td>Sistema actual

Cantidad de luminarias: 6

Mejoramiento

Cantidad de luminarias: 8

4 luminarias en el eje X.

2 luminarias en el eje Y.</td>
</tr>
<tr>
<td>
</td>
<td>Sistema actual

Cantidad de luminarias: 6

Iluminación media: 152,83 luxes

Iluminación mínima: 66 luxes

Iluminación máxima: 256,3 luxes

Mejoramiento

Cantidad de luminarias: 8

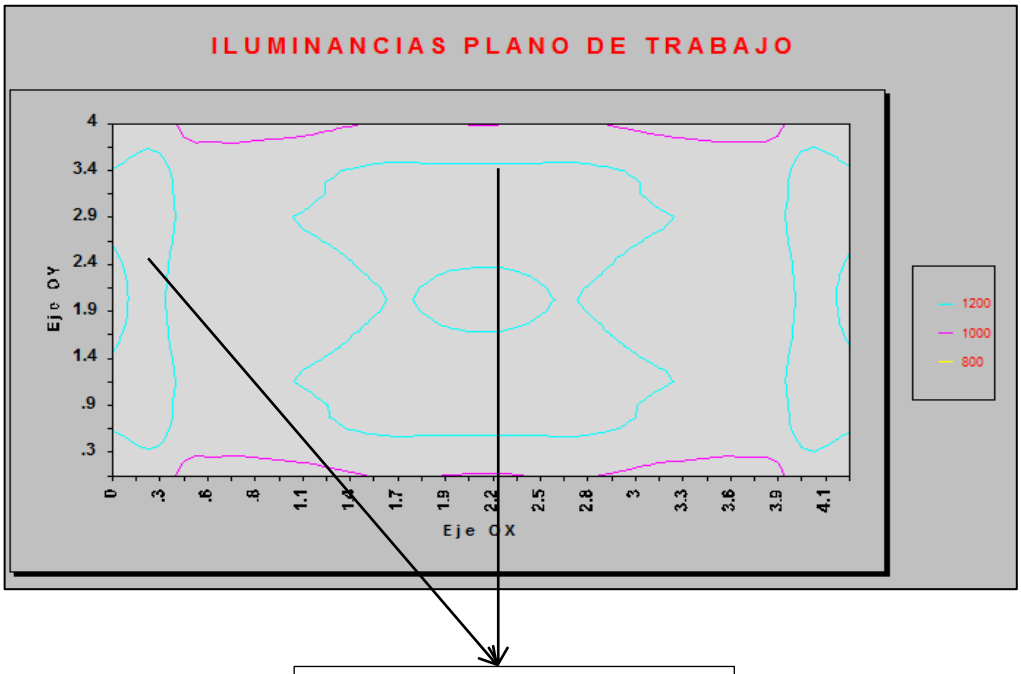
Iluminación media: 1154 luxes

Iluminación mínima: 890 luxes

Iluminación máxima: 1374 luxes</td>
</tr>
</table>

CURVAS ISOLUX área 1:

Figura 4-11 Curvas isolux área 1: Oficina de operaciones



Escritorios

Nivel requerido por la norma: 500 luxes, con el mejoramientose alcanzó 1200 .

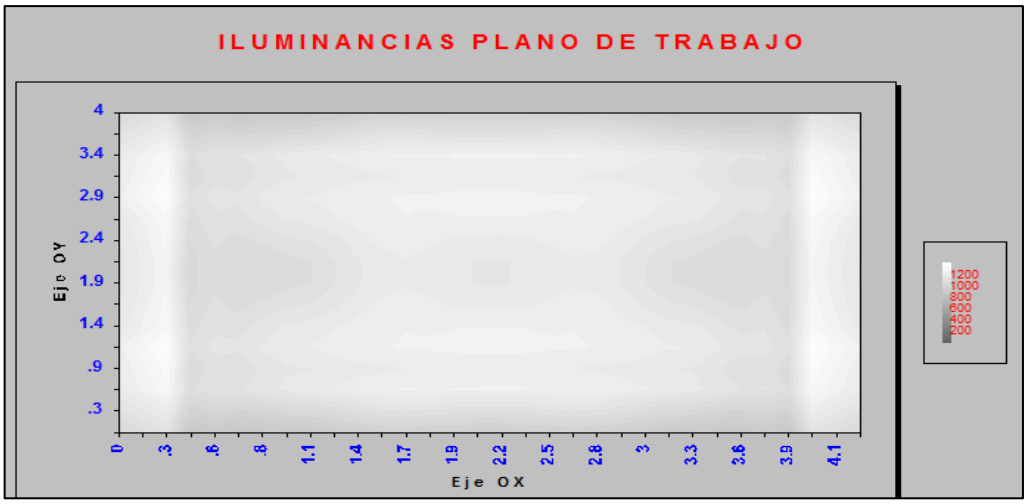
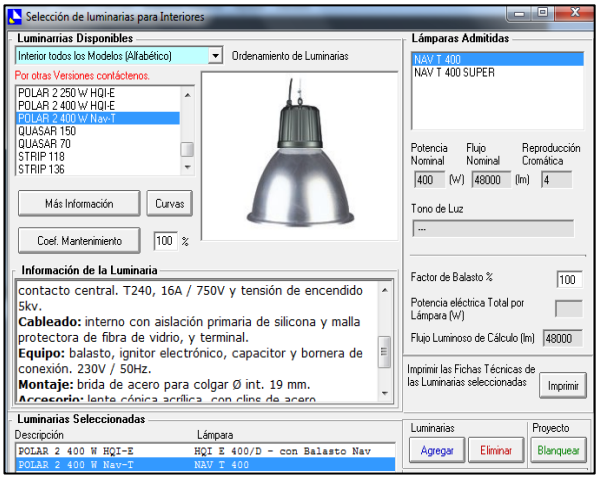
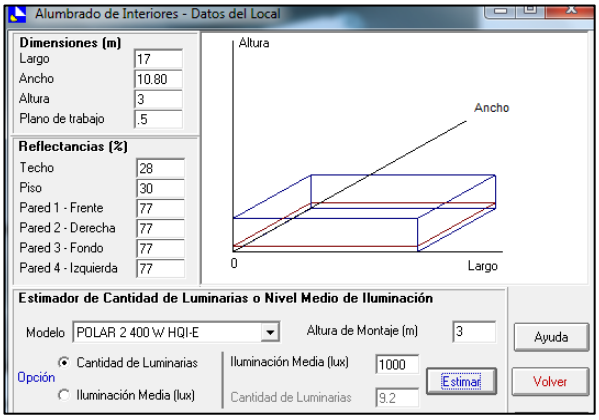
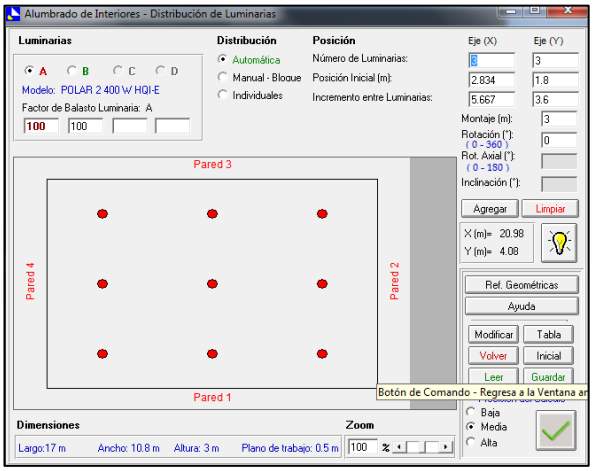


Figura 4-11 Curvas Isolux y fajas isolux del plano de trabajo cuya iluminación es de 1200 luxes. Fuente: LumenLux.

Tabla 4-3 Ficha de mejoramiento del sistema de iluminación área 2

Software LUMENLUX	Justificación
	**Sistema actual** Potencia nominal 32 W **Mejoramiento** Potencia nominal 400 W Flujo luminoso: 48000 lux, del cual se necesita para el patio de válvulas 1000 luxes. Aplicaciones: para comerciales, depósitos y decorativos, en especial para techos como eternit y panel Steel. Se utiliza este tipo de luminaria en el patio de válvulas ya que permite su sujeción al techo por medio de cables. Tono de luz: luz día.
	**Sistema actual** Lámpara fluorescente Cantidad de luminarias: 6 **Mejoramiento** Tipo de lámpara Polar 2400 W HQLE Iluminación requerida 1000 luxes Cantidad de luminarias: 9

<table>
<tr>
<td> 
</td>
<td>Sistema actual

Cantidad de luminarias: 6

Mejoramiento

Cantidad de luminarias: 9

3 luminarias en el eje X.

3 luminarias en el eje Y.</td>
</tr>
<tr>
<td>
</td>
<td>Sistema actual

Cantidad de luminarias: 6

Iluminación media: 27,6 luxes

Iluminación mínima: 13,2 luxes

Iluminación máxima: 73,6 luxes

Mejoramiento

Cantidad de luminarias: 9

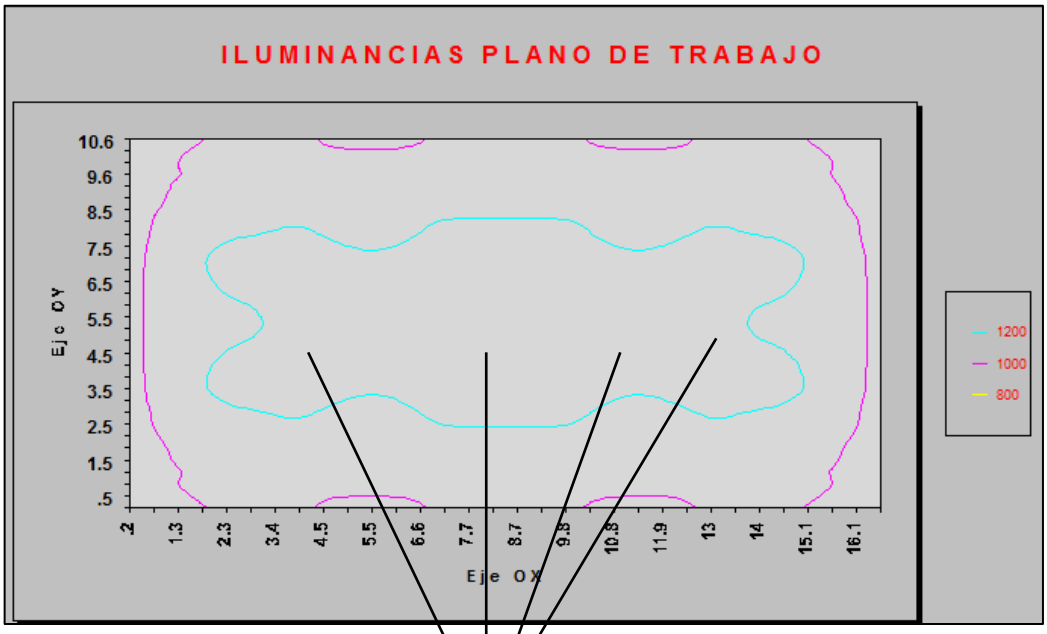
Iluminación media: 1129 luxes

Iluminación mínima: 775 luxes

Iluminación máxima: 1329 luxes</td>
</tr>
</table>

CURVAS ISOLUX área 2:

Figura 4-12 Curvas isolux área 2: Patio de válvulas



Control de válvulas, toma de muestra y tanque FRAM:

Nivel requerido por la norma: 1000 luxes, con el mejoramientose alcanzó 1200 luxes.

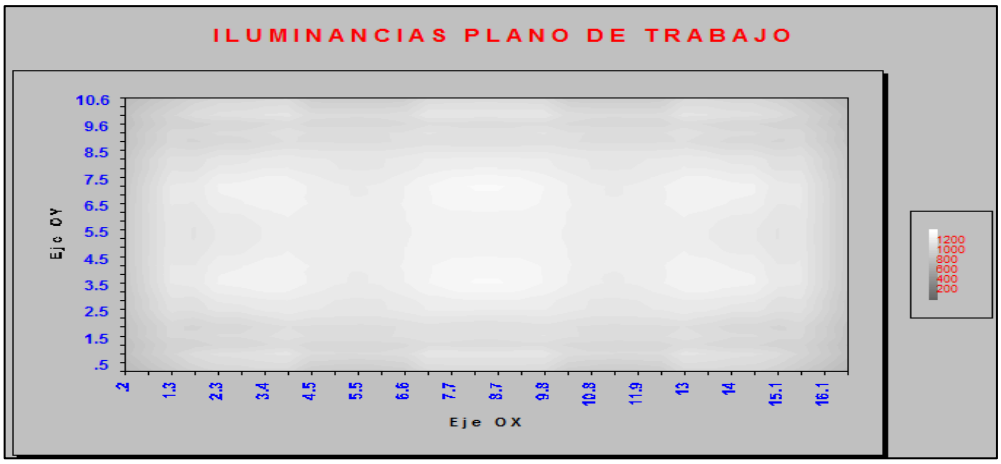
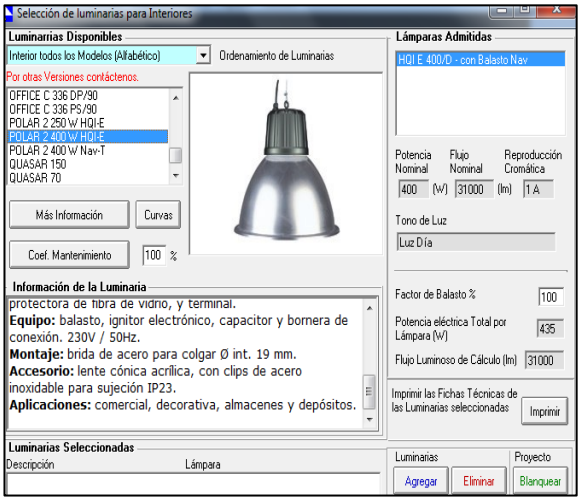
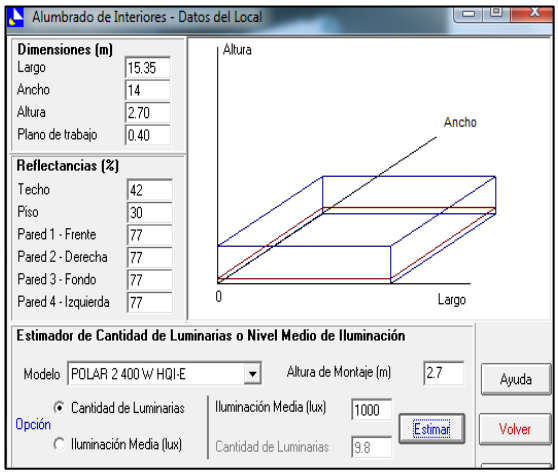
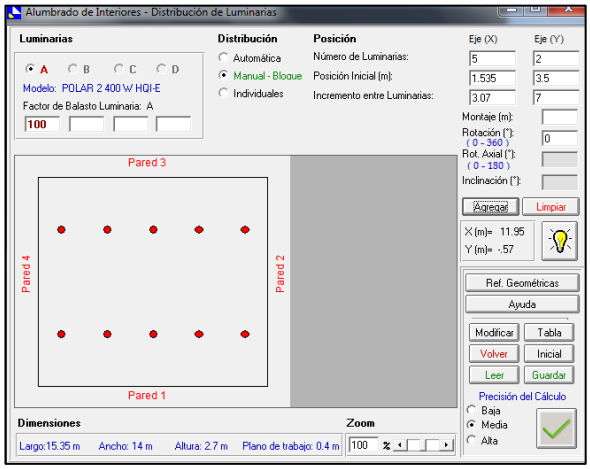


Figura 4-12 Curvas Isolux y fajas isolux del plano de trabajo cuya iluminación es de 1200 luxes. Fuente: LumenLux.

Tabla 4-4 Ficha de mejoramiento del sistema de iluminación área 3

Software LUMENLUX	Justificación
	**Sistema actual** Potencia nominal 32 W **Mejoramiento** Potencia nominal 400 W Flujo luminoso: 31000 lux, del cual se necesita para el manilfod de válvulas de tanque 1000 luxes. Aplicaciones: para comerciales, depósitos y decorativos, en especial para techos como eternit y panel Steel. Se utiliza este tipo de luminaria en el patio de válvulas ya que permite su sujeción al techo por medio de cables. Tono de luz: luz día.
	**Sistema actual** Lámpara fluorescente Cantidad de luminarias: 5 **Mejoramiento** Tipo de lámpara Polar 2400 W HQLE Iluminación requerida 1000 luxes Cantidad de luminarias: 10

<table>
<tr>
<td> 
</td>
<td>Sistema actual

Cantidad de luminarias: 5

Mejoramiento

Cantidad de luminarias: 10

5 luminarias en el eje X.

2 luminarias en el eje Y.</td>
</tr>
<tr>
<td>
</td>
<td>Sistema actual

Cantidad de luminarias: 5

Iluminación media: 31,26 luxes

Iluminación mínima: 5,7 luxes

Iluminación máxima: 99,2 luxes

Mejoramiento

Cantidad de luminarias: 10

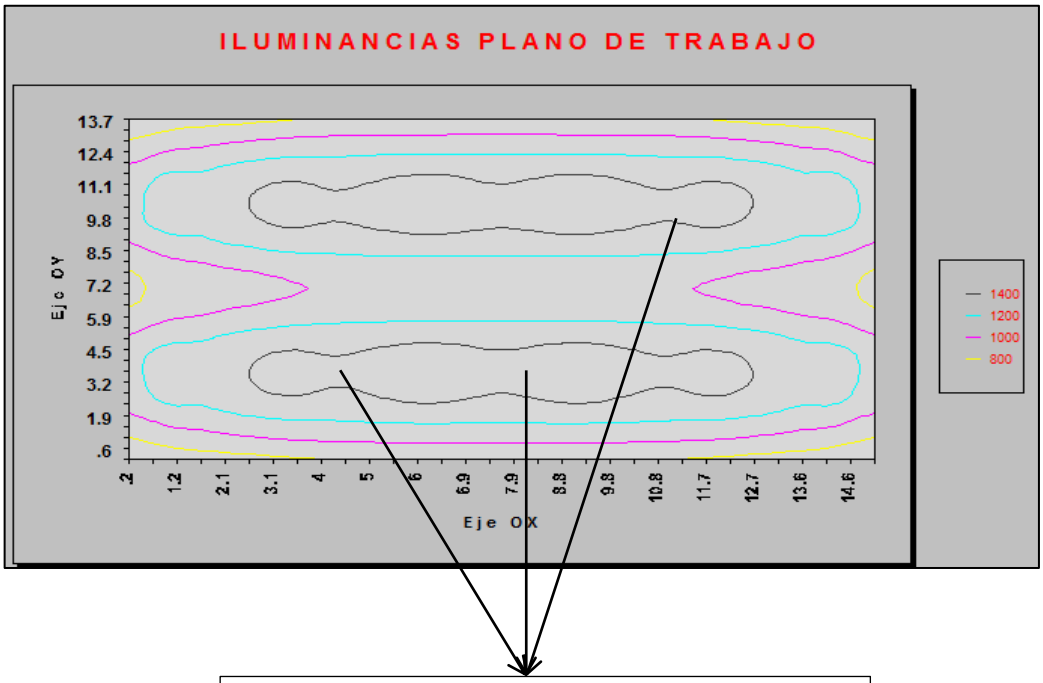
Iluminación media: 1164 luxes

Iluminación mínima: 624 luxes

Iluminación máxima: 1519 luxes</td>
</tr>
</table>

CURVAS ISOLUX área 3:

Figura 4-13 Curvas isolux área 2: Manilfod de válvulas de tanque



Manilod de válvulas de tanque y control de válvulas:

Nivel requerido por la norma: 1000 luxes, con el mejoramientose alcanzó 1400 luxes.

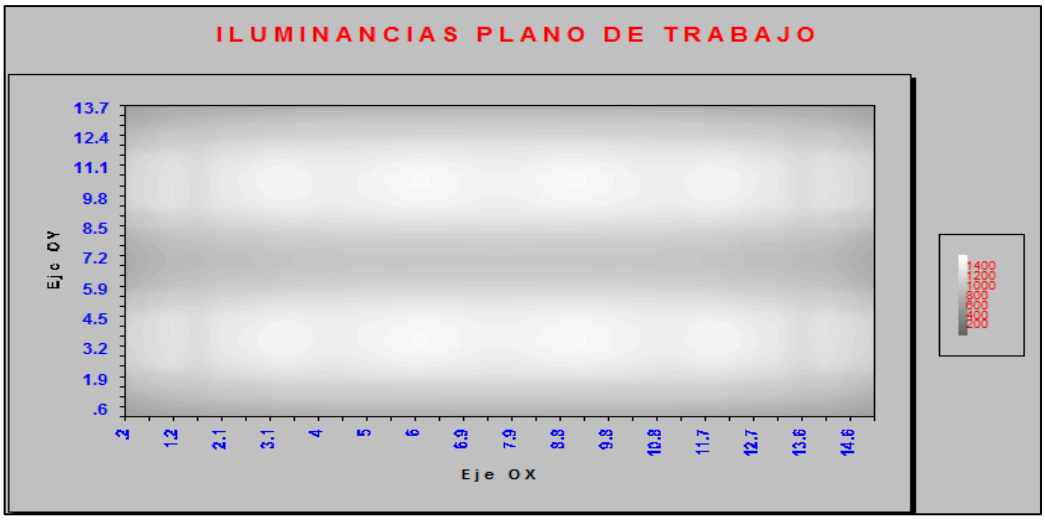


Figura 4-13 Curvas Isolux y fajas isolux del plano de trabajo cuya iluminación es de 1400 luxes. Fuente: LumenLux.

Con el mejoramiento del sistema de iluminación en las áreas de trabajo nocturno de la Estación Reductora del poliducto Quito – Ambato - Riobamba de la E.P. PETROECUADOR se logrará evitar los accidentes de trabajo a causa del nivel de la iluminación.

4.5 Conclusiones generales de la propuesta

- El mejoramiento del sistema de iluminación logra un nivel de iluminación media que cumple la norma requerida. Para la oficina de operaciones de 1154 luxes, en el patio de válvulas de 1129 luxes y para manilfod de válvulas de tanque 1164 luxes.
- El nuevo sistema de iluminación evita accidentes laborales en horario nocturno y mejora la precisión del trabajo. El nivel de iluminación proporciona un estado de confort visual al trabajador.

4.6 Recomendaciones generales de la propuesta

- Se recomienda un sistema de energía sostenido (UPS) en caso de corte energético.
- Mejorar el programa de mantenimiento mecánico que incluye limpieza y reposición de lámparas en mal estado.
- Inclusión del profesiograma de los puestos estudiados exigencias visuales y de concentración para evitar accidentes de trabajo.
- Desarrollo de un estudio de factores ergonómicos de los puestos fijos ya que la carga mental detectada además de las condiciones de iluminación son altos.
- Diseño de un mapa de iluminación por plano de trabajo en la Estación Reductora.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvira, F. (2011). *Cuadernos metodológicos* (2 ed.). Madrid: Consejo editorial de la colección de cuaderrnos metológicos . p.5

Brito, R., & Quishpe, C. (2014). *Manual de operaciones para la Estación Reductora Ambato del Poliducto Quito - Ambato - Riobamba.* Recuperado el 2015, de http://www.monografias.com/trabajos91/anteproyecto-manual-reductora/anteproyecto-manual-reductora.shtml

Decreto Ejecutivo 2393. (2014). *Reglamento de Seguridad y Salud y Mejoramiento del Medio Ambiente.* Ecuador. p.31

Earthtech engineering LTD. (Mayo de 2011). *Procedimiento para la medición de la iluminación en el ambiente de trabajo* . Recuperado el 2015, de http:// www. earthtech. ec / Downloads / Management% 20 System / PR-20 % 20Procedimiento %20para% 20lmedicion % 20de % 20iluminacion %203.1.pdf.p 2

Escobar, C. (2014). *EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE RUIDO, ILUMINACIÓN, TEMPERATURA Y SU EFECTO EN LAS ENFERMEDADES PROFESIONALES EN LA EMPRESA CODELITESA S.A.* Ambato: Universidad Técnica de Ambato. p.132

García , V. (1994). *Problemas y métodos de investigación en educación personalizada.* Barcelona: Rialp. p. 404

Gómez, M. (2006). *Introducción a la Metodología de la Investigación Cientifica.* Argentina: Brujas. p. 60

Gonzáles , R. (2005). *Prevención de riesgos laborales: Manual básico.* Madrid: Paraninfo. p. 6

Guasch, J. (1998). *Iluminación.* España: Chantal Dufresne. p.46.13 - 46.18.

Guasch, J. (2007). *La iluminación en el puesto de trabajo.* Recuperado el 2015, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/ErgaFP/2007/eragafp58.pdf. p. 6

Hurtado, J. (Febrero de 2008). *La investigación proyectiva.* Recuperado el 2015, de http:// investigacionholistica.blogspot.com / 2008 / 02 / la-investigacin-proyectiva.html. p

Medina, M. (2010). *"LA ILUMINACIÓN Y SU INCIDENCIA EN LOS ACCIDENTES DE TRABAJO DENTRO DE LOS EDIFICIOS INSTITUCIONALES DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A. DE LA CIUDAD DE AMBATO".* Ambato: Universidad Técnica de Ambato.p. 39 - 256

Moreno, G. (2000). *Introducción a la Metodologia de la investigación educativa* (2 ed.). México: Progreso, S.A de C.V. p. 61

Nogareda, S. (2007). *NTP 387: Evaluación de las condiciones de trabajo: método del análisis ergonomico del puesto de trabajo.* Recuperado el 2015, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_387.pdf. p 7

Nuñez, T. (1989). *Metología de la Ciencias Sociales.* Venezuela: Laia S.A. p. 65

Q., F. (2011). *Modalidades de la investigación.* Recuperado el 2015, de http://metodologiafloresmagon.blogspot.com/2011/02/1.html

Quiroga, E. (24 de Julio de 2007). *Los tres paradigmas en la investigación.* Recuperado el 2015, de http://es.slideshare.net/EstebanQuiroga/los-tres-paradigmas-en-investigacin

Ramírez, C. (1996). *Seguridad Industrial: Un enfoque integral.* México: Limusa. p.41

Redón, H. (2007). *El periodista digital mexicano: Hacia su definicion.* México: Universidad Nacional Autónoma de México. p. 61

Rodriguez, P. (17 de Julio de 2014). *Efectos de la iluminación inadecuada en la salud*. Recuperado el 2015, de http://elnacional.com.do/efectos-de-la-iluminacion-inadecuada-en-la-salud/

BIBLIOGRAFÍA

Alvira, F. (2011). *Cuadernos metodológicos* (2 ed.). Madrid: Consejo editorial de la colección de cuaderrnos metológicos .

Brito, R., & Quishpe, C. (2014). *Manual de operaciones para la Estación Reductora Ambato del Poliducto Quito - Ambato - Riobamba.* Recuperado el 2015, de http://www.monografias.com/trabajos91/anteproyecto-manual-reductora/anteproyecto-manual-reductora.shtml

Decreto Ejecutivo 2393. (2014). *Reglamento de Seguridad y Salud y Mejoramiento del Medio Ambiente.* Ecuador.

Earthtech engineering LTD. (Mayo de 2011). *Procedimiento para la medición de la iluminación en el ambiente de trabajo* . Recuperado el 2015, de http://www.earthtech.ec/Downloads/Management%20System/PR-20% 20 Procedimiento%20para%20lmedicion%20de%20iluminacion%203.1.pdf

Escobar, C. (2014). *EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE RUIDO, ILUMINACIÓN, TEMPERATURA Y SU EFECTO EN LAS ENFERMEDADES PROFESIONALES EN LA EMPRESA CODELITESA S.A.* Ambato: Universidad Técnica de Ambato.

García , V. (1994). *Problemas y métodos de investigación en educación personalizada.* Barcelona: Rialp.

Gómez, M. (2006). *Introducción a la Metodología de la Investigación Cientifica.* Argentina: Brujas.

Gonzáles , R. (2005). *Prevención de riesgos laborales: Manual básico.* Madrid: Paraninfo.

Guasch, J. (1998). *Iluminación.* España: Chantal Dufresne.

Guasch, J. (2007). *La iluminación en el puesto de trabajo.* Recuperado el 2015, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/ErgaFP/2007/eragafp58.pdf

Hurtado, J. (Febrero de 2008). *La investigación proyectiva.* Recuperado el 2015, de http://investigacionholistica.blogspot.com/2008/02/la-investigacin-proyectiva.html

Medina, M. (2010). *"LA ILUMINACIÓN Y SU INCIDENCIA EN LOS ACCIDENTES DE TRABAJO DENTRO DE LOS EDIFICIOS INSTITUCIONALES DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A. DE LA CIUDAD DE AMBATO".* Ambato: Universidad Técnica de Ambato.

Moreno, G. (2000). *Introducción a la Metodologia de la investigación educativa* (2 ed.). México: Progreso, S.A de C.V.

Nogareda, S. (2007). *NTP 387: Evaluación de las condiciones de trabajo: método del análisis ergonomico del puesto de trabajo.* Recuperado el 2015, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_387.pdf

Nuñez, T. (1989). *Metología de la Ciencias Sociales.* Venezuela: Laia S.A.

Q., F. (2011). *Modalidades de la investigación.* Recuperado el 2015, de http://metodologiafloresmagon.blogspot.com/2011/02/1.html

Quiroga, E. (24 de Julio de 2007). *Los tres paradigmas en la investigación.* Recuperado el 2015, de http://es.slideshare.net/EstebanQuiroga/los-tres-paradigmas-en-investigacin

Ramírez, C. (1996). *Seguridad Industrial: Un enfoque integral.* México: Limusa.

Redón, H. (2007). *El periodista digital mexicano: Hacia su definicion.* México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Rodriguez, P. (17 de Julio de 2014). *Efectos de la iluminación inadecuada en la salud*. Recuperado el 2015, de http://elnacional.com.do/efectos-de-la-iluminacion-inadecuada-en-la-salud/

ANEXOS

ANEXO 1

ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO LUXÓMETRO

Escalas y resolución	Precisión
Lux	
40.00, 400.0, 4000, 40.00k, 200.0k Lux	± (5% lect. + 0.5% escala total)
Bujías pie (Fc)	
40.00, 400.0, 4000, 20.00kFc	± (5% lect. + 0.5% escala total)

Especificaciones generales

Pantalla	LCD multifunción dígitos de 3-3/4 (3999) con gráfica de barras
Indicación de sobre escala	LCD indica '"OL'
Respuesta del espectro	CIE fotópica (CIE curva de respuesta del ojo humano)
Precisión espectral	Función CIE Vλ (f_1 $\lambda \leqq 6\%$)
Repetibilidad de la medida	±2%
Coeficiente de temperatura	±0.1% por °C
Tasa de muestreo	13.3 veces por segundo (gráfica de barras); 1.3 veces por segundo (pantalla digital)
Foto detector	Foto diodo de silicio con filtro de respuesta del espectro
Retención de picos	Captura picos de luz hasta 10µS
Condiciones de operación	Temperatura: 0 a 40°C (32 a 104°F); Humedad: < 80% RH
Condiciones de almacenamiento	Temperatura: -10 a 50°C (14 a 140°F); Humedad: < 80% RH
Dimensiones	165 x 76 x 43 mm (6.5 x 3.0 x 1.7")
Peso	Aprox. 403g (14.2 oz.) con batería instalada
Indicación de batería débil	"🔋" aparece en la LCD
Fuente de energía	Batería de 9V

ANEXO 2

ENCUESTAS APLICADAS

ENCUESTA

Dirigido:

La encuesta está dirigida para el personal que labora en la Estación Reductora del Poliducto Quito – Ambato - Riobamba de la E.P. PETROECUADOR tales como operarios de planta y al jefe de área.

Pero por motivos de encontrar la información más precisa se divide en dos partes esta encuesta de tal manera que una encuesta está dirigida a los operarios de planta y la otra al jefe de área.

Objetivo:

Conocer las condiciones de iluminación en los puestos de trabajo nocturnos de la Estación Reductora, así como el número de lesiones corporales y los accidentes de trabajo a causa del sistema de iluminación.

Instructivo:

- Lea detenidamente cada pregunta de este cuestionario y responda con total sinceridad.
- Marque una sola respuesta en su respectivo casillero.

Cuestionario 1: (Operarios de planta)

1. ¿Considera usted que el nivel de iluminación en horario nocturno de trabajo es deficiente?

SI ☐

NO ☐

2. ¿La distribución y conexión del sistema de iluminación (lámparas y accesorios de iluminación) funcionan correctamente?

SI ☐

NO ☐

3. ¿La luz y el color de las lámparas son apropiadas para el trabajo que se ejecuta en la Estación Reductora del Poliducto Quito – Ambato - Riobamba de la E.P. PETROECUADOR?

SI ☐

NO ☐

4. ¿Considera usted que el nivel de iluminación influye en la calidad de ejecución de su trabajo durante horarios nocturnos?

SI ☐

NO ☐

5. ¿Alguna vez durante su jornada laboral en horario nocturno usted ha sufrido algún accidente o lesión corporal a causa del nivel iluminación?

SI ☐

NO ☐

6. ¿Ha presentado usted molestias tales como dolor de cabeza, sequedad picor en los ojos y cansancio a causa del nivel de iluminación en horario nocturno de trabajo?

SI ☐

NO ☐

Gracias por su colaboración

Cuestionario 2: (Jefe de área)

1. ¿Para el diseño actual del sistema de iluminación se ha considerado todas las condiciones tales como la del observador, tarea y entorno que debe poseer un sistema de iluminación?

Observador **SI** ☐ **NO** ☐

Tarea **SI** ☐ **NO** ☐

Entorno **SI** ☐ **NO** ☐

2. ¿Con que frecuencia se realiza mantenimiento al sistema de iluminación de la Estación Reductora del Poliducto Quito – Ambato - Riobamba de la E.P. PETROECUADOR?

Una vez al año ☐

Semestralmente ☐

Solo cuando requiere reparaciones ☐

Frecuentemente ☐

3. ¿El índice de accidentes de trabajo así como de lesiones corporales a causa del nivel de iluminación es elevado?

SI ☐

NO ☐

4. ¿Considera usted que es importante elaborar un mejoramiento del sistema de iluminación en la Estación Reductora del Poliducto Quito – Ambato - Riobamba de la E.P. PETROECUADOR?

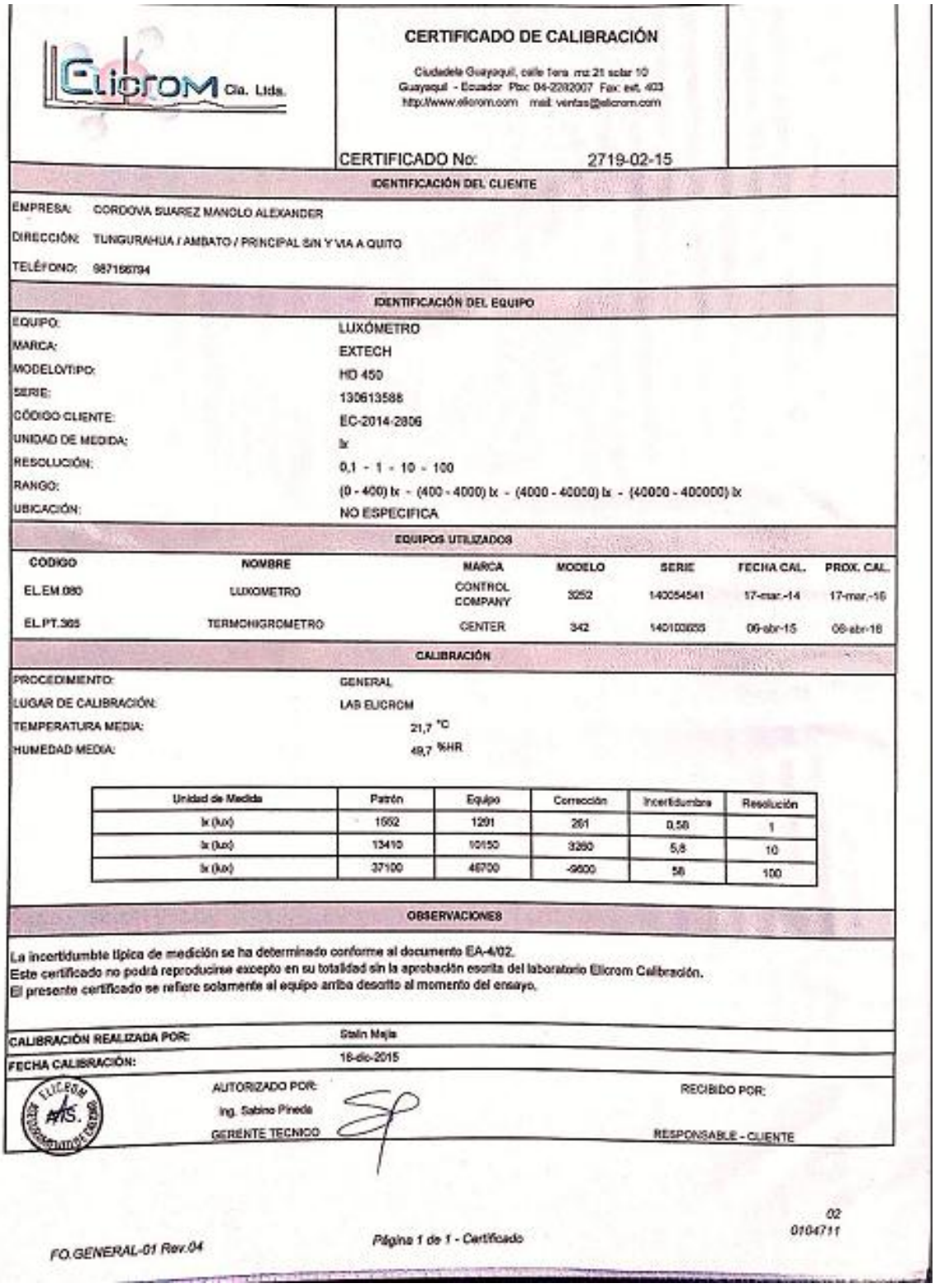
SI ☐

NO ☐

Gracias por su colaboración

ANEXO 3

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO LUXÓMETRO



ELICROM Cía. Ltda.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Ciudadela Guayaquil, calle 1era mz 21 solar 10
Guayaquil - Ecuador Pbx: 04-2282007 Fax: ext. 403
http://www.elicrom.com mail: ventas@elicrom.com

CERTIFICADO No: 2719-02-15

IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE

EMPRESA: CORDOVA SUAREZ MANOLO ALEXANDER
DIRECCIÓN: TUNGURAHUA / AMBATO / PRINCIPAL S/N Y VIA A QUITO
TELÉFONO: 987186794

IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO

EQUIPO:	LUXÓMETRO
MARCA:	EXTECH
MODELO/TIPO:	HD 450
SERIE:	130613588
CÓDIGO CLIENTE:	EC-2014-2806
UNIDAD DE MEDIDA:	lx
RESOLUCIÓN:	0,1 - 1 - 10 - 100
RANGO:	(0 - 400) lx - (400 - 4000) lx - (4000 - 40000) lx - (40000 - 400000) lx
UBICACIÓN:	NO ESPECIFICA

EQUIPOS UTILIZADOS

CODIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	FECHA CAL.	PROX. CAL.
EL.EM.080	LUXOMETRO	CONTROL COMPANY	3252	140054541	17-mar.-14	17-mar.-16
EL.PT.365	TERMOHIGROMETRO	CENTER	342	140100855	09-abr-15	09-abr-16

CALIBRACIÓN

PROCEDIMIENTO:	GENERAL
LUGAR DE CALIBRACIÓN:	LAB ELICROM
TEMPERATURA MEDIA:	21,7 °C
HUMEDAD MEDIA:	49,7 %HR

Unidad de Medida	Patrón	Equipo	Corrección	Incertidumbre	Resolución
lx (lux)	1552	1291	261	0,58	1
lx (lux)	13410	10150	3260	5,8	10
lx (lux)	37100	46700	-9600	58	100

OBSERVACIONES

La incertidumbre típica de medición se ha determinado conforme al documento EA-4/02.
Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom Calibración.
El presente certificado se refiere solamente al equipo arriba descrito al momento del ensayo.

CALIBRACIÓN REALIZADA POR: Stalin Maja
FECHA CALIBRACIÓN: 16-dic-2015

AUTORIZADO POR:
Ing. Sabino Pineda
GERENTE TECNICO

RECIBIDO POR:
RESPONSABLE - CLIENTE

FO.GENERAL-01 Rev.04

Página 1 de 1 - Certificado

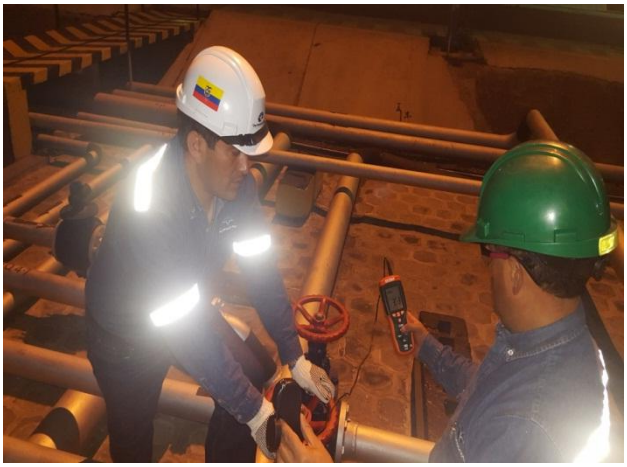
02
0104711

ANEXO 4

PLANOS DE LAS ÁREAS (OFICINA DE OPERACIONES, PATIO DE VÁLVULAS Y MANILFOD DE VÁLVULAS DE TANQUE)

ANEXO 5

FOTOGRAFIAS DE LAS MEDICIONES



ANEXO 6

REGISTRO DE ACCIDENTES Y LESIONES CORPORALES DE LA ESTACIÓN REDUCTORA DEL POLIDUCTO QUITO – AMBATO - RIOBAMBA DE LA E.P. PETROECUADOR

REGISTRO DE ACCIDENTES DE TRABAJO DE LA ESTACIÓN REDUCTORA DEL POLIDUCTO QUITO – AMBATO - RIOBAMBA DE LA E.P. PETROECUADOR – 2015

CÓDIGO: ERP:05	PATOLOGÍA	FRECUENCIA
ERP-127	Fracturas distales del radio	3
ERP- 34	Cefaleas	2
ERP-698	Problemas visuales	2

Fuente: Programa de Salud Ocupacional

Av. Pedro Vicente Maldonado 535-34 y Manglaralto Guajaló Telf.: (02) 2577-426 al 432 Quito - Ecuador
Edificio "La Previsora" Malecón N. 100 entre 9 de Octubre y Pichincha, piso 18 Telf.: (04) 3803-000 - 2850-237 Casilla: 10-8-29 Guayaquil - Ecuador

ANEXO 7

MATRIZ DE RIESGOS CUANTITATIVA