



**UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO  
FACULTAD DE ARQUITECTURA, CONSTRUCCIÓN Y DISEÑO**

**EVALUACIÓN POST OCUPACIONAL DEL CONFORT LUMÍNICO EN EDIFICIOS  
DE OFICINA  
CASO BASE CIUDAD DE BOGOTÁ**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN HÁBITAT SUSTENTABLE Y  
EFICIENCIA ENERGÉTICA**

**AUTOR: Arq. Anna Gabriela Ramírez**

**PROFESOR GUÍA: Beatriz Piderit Arq. MA, PhD UC Louvain**

**CONCEPCIÓN, AGOSTO DE 2016**

**Resumen**

La arquitectura de los edificios de oficina, concebidos como contenedores de puestos de trabajo en plantas de tipología repetitiva, consideran extensas superficies vidriadas de fachada que pudiesen potenciar el ahorro energético por el uso de la luz natural, sin embargo, en la tarea de buscar mejores condiciones térmicas, se instauran protecciones solares como persianas o cortasoles exteriores y tratamientos en la reflectividad de la superficie vidriada que disminuyen el aporte lumínico; o bien el exceso de la misma, causa problemas de deslumbramiento, originando incomodidades que pueden ocasionar problemas en la salud y bienestar de los usuarios.

La investigación tiene como principal objetivo el desarrollo de una metodología de evaluación post ocupacional integral del confort visual en espacios de oficina que en su aplicación permita una mejor integración de la luz natural, por ende, mayor ahorro energético; obteniendo la evaluación subjetiva por parte de los usuarios y la cuantitativa mediante aspectos técnicos de la iluminación.

Por ello se propone una metodología compuesta por tres elementos principales: el diseño y validación de encuestas de apreciación del confort visual en los ocupantes, mediciones fotométricas con el diseño de un cuestionario de evaluación de condiciones físicas y simulaciones dinámicas para determinar el confort lumínico de los usuarios y estimar el potencial de ahorro energético de la luz natural.

La metodología se validó en las oficinas del Fondo de Vigilancia y Seguridad de Bogotá ubicadas en el piso 34 del Edificio San Martín en el Centro de la Ciudad, corroborando la importancia de obtener datos subjetivos de apreciación por parte de los usuarios y su correlación con la información métrica obtenida en la visita al caso de estudio y las simulaciones dinámicas, logrando un análisis completo que permita llegar a soluciones integrales que beneficien a los usuarios quienes son los principalmente afectados por los problemas de la iluminación. El modelo de evaluación post ocupacional puede aplicarse en edificios de oficina con condiciones similares y las herramientas e instrumentos realizados en la misma pueden complementarse con equipos de mediciones de diversas características con el fin de obtener mayor cantidad de información relevante para la evaluación.

**Palabras claves:** *Evaluación post ocupacional, Confort visual en oficinas, Iluminación espacios de oficinas*

**Abstract**

The architecture of office buildings, designed as containers of jobs in plants repetitive typology, considered large areas, glazed facade that could boost energy savings by using daylight, however, the task of finding best thermal conditions, sunscreens and exterior blinds and treatments are established in the reflectivity of the glass surface lowering luminous contribution or the excess of it, cause glare problems, causing inconvenience that may cause problems in health and welfare the users.

The investigation has as main objective the development of an evaluation methodology post occupational integral visual comfort in office spaces that in its implementation will enable a better integration of the daylight, therefore, greater energy savings; getting the subjective assessment by users and the quantitative through technical aspects of the lighting.

It therefore proposes a methodology consisting of three main elements: the design and validation of surveys of appreciation of the visual comfort in the occupants, photometric measurements with the design of a questionnaire for the evaluation of physical conditions and dynamic simulations to determine the comfort with light of users and to estimate the energy savings potential of the daylight.

The methodology was validated in the offices of the Fund of Surveillance and Security of Bogota located on the 34th floor of the building San Martin in the center of the city, corroborating the importance of obtaining subjective data of appreciation on the part of the users and their correlation with the metric information obtained during the visit to the case study and the dynamic simulations, achieving a comprehensive analysis that will allow us to reach solutions that benefit end users who are mainly affected by the problems of the lighting. The assessment model post occupational can be applied in office buildings with similar conditions and the tools and instruments made in the same can be complemented with teams of measurements of various characteristics in order to obtain a greater quantity of information relevant to the evaluation.

**Keywords:** Post Occupational Evaluation (POE), visual comfort in offices, offices Daylighting.

## ÍNDICE

Capítulo 1.	Introducción .....	7
1.1	Objetivo general.....	12
1.2	Objetivos específicos.....	13
1.3	Metodología .....	13
1.4	Hipótesis.....	15
Capítulo 2.	Marco Teórico .....	16
Capítulo 3.	Metodología de Evaluación Post Ocupacional.....	31
Capítulo 4.	Encuesta post ocupacional de satisfacción visual.....	32
4.1.	Ficha Técnica de la Encuesta- Diseño Muestral.....	33
4.2.	Prueba Piloto de Encuesta Post Ocupacional .....	40
Capítulo 5.	Cuestionario de Visita Técnica y Reconocimiento .....	43
5.1.	Formulación del Cuestionario.....	43
5.2.	Prueba Piloto de Cuestionario de Visita .....	51
Capítulo 6.	Validación EPO en caso de estudio .....	52
6.1.	Aplicación de la Encuesta Post Ocupacional.....	52
6.2.	Cuestionario de Evaluación de condiciones físicas del Caso de estudio. ....	71
6.3.	Simulación de Iluminación en Caso de Estudio. ....	76
6.4.	Resultados.....	83
Capítulo 7.	Conclusiones.....	86
Capítulo 8.	Bibliografía .....	90
Capítulo 9.	ANEXOS .....	96

## ÍNDICE DE IMÁGENES, GRÁFICOS Y TABLAS

### Imágenes

Imagen 1.	Localización Torre sur Edificio San Martin .....	11
Imagen 2.	Vista exterior del edificio .....	12
Imagen 3.	Escala de Likert propuesta .....	35
Imagen 4.	Encuesta Corregida Parte 1 .....	41
Imagen 5.	Encuesta Corregida Parte 2.....	42
Imagen 6.	Indicador de Satisfacción según escala de Likert .....	55

Imagen 7. Comentarios pregunta 24 .....	66
Imagen 8. Cuestionario Ed. San Martín – Parte 1 .....	71
Imagen 9. Cuestionario Ed. San Martín – Parte 2 .....	72
Imagen 10. Cuestionario Ed. San Martín – Parte 3 .....	73
Imagen 11. Cuestionario Ed. San Martín – Parte 4 .....	74
Imagen 12. Cuestionario Ed. San Martín – Parte 5 .....	75
Imagen 13. Planimetría piso 34 Ed. San Martín .....	78
Imagen 14. Axonometría materialidades zona de estudio .....	79
Imagen 15. Autonomía de luz natural- Daylight Autonomy .....	80
Imagen 16. Autonomía de luz natural máxima- Daylight Autonomy max .....	81
Imagen 17. Useful Daylight Illuminance (UDI) 0-100 lux .....	81
Imagen 18. Useful Daylight Illuminance (UDI) 100-2000lux .....	82
Imagen 19. Useful Daylight Illuminance (UDI) más de 2000lux .....	83
Imagen 20. Rangos de iluminancia en puestos de trabajo .....	84

### Tablas

Tabla 1. Valores límite de iluminación en Oficinas .....	20
Tabla 2. Niveles de iluminación para tareas visuales y áreas de trabajo .....	21
Tabla 3. Intervalos de iluminancia según actividad .....	22
Tabla 4. Resumen criterios de Calidad y diseño en la Iluminación según guías y Normativas .....	23
Tabla 5. Actividad y valores mínimos de iluminancia recomendados .....	24
Tabla 6. Características de Ventana .....	46
Tabla 7. Superficies del área de estudio .....	46
Tabla 8. Iluminación Artificial .....	48
Tabla 9. Control automático de luz artificial .....	49
Tabla 10. Formato de registro mediciones fotométricas .....	50
Tabla 11. Formato de registro fotográfico .....	50
Tabla 12. Rango de Edad .....	52
Tabla 13. Sexo .....	53
Tabla 14. Tipo de Oficina .....	53
Tabla 15. Datos Estadísticos descriptivos de la escala General de Satisfacción .....	55
Tabla 16. Datos Estadísticos descriptivos del promedio de Satisfacción .....	55

Tabla 17. Resultados Pregunta 6. Escala Likert .....	56
Tabla 18. Resultados pregunta 21.....	64
Tabla 19. Resultados pregunta 22.....	64
Tabla 20. Reflectividad de los Colores .....	77
Tabla 21. Revisión Normativa iluminación.....	78

### Gráficos

Gráfica 1. Metros cuadrados y usos con licencia de construcción en principales ciudades de Colombia. Año 2015.....	10
Gráfica 2. Diagrama de la metodología de investigación.....	14
Gráfica 3. Metodología de Evaluación Post Ocupacional propuesta .....	31
Gráfica 4. Evaluación subjetiva Iluminación Natural.....	47
Gráfica 5. Evaluación subjetiva de la iluminación artificial .....	48
Gráfica 6. Rango de edad agrupado .....	52
Gráfica 7. Porcentaje según tipo de oficina .....	53
Gráfica 8. Distancia a la ventana.....	54
Gráfica 9. Vista al exterior desde la ventana.....	54
Gráfica 10. Resultados pregunta 7. Escala Likert .....	57
Gráfica 11. Resultados pregunta 8. Escala Likert .....	57
Gráfica 12. Resultados pregunta 9. Escala Likert .....	58
Gráfica 13. Resultados pregunta 10. Escala Likert .....	58
Gráfica 14. Resultados pregunta 11. Escala Likert .....	59
Gráfica 15. Resultados pregunta 12. Escala Likert .....	59
Gráfica 16. Resultados pregunta 13. Escala Likert .....	60
Gráfica 17. Resultados pregunta 14. Escala Likert .....	60
Gráfica 18. Resultados pregunta 15.....	61
Gráfica 19. Resultados pregunta 16.....	61
Gráfica 20. Resultados pregunta 17.....	62
Gráfica 21. Resultados pregunta 18.....	62
Gráfica 22. Resultados pregunta 19.....	63
Gráfica 23. Resultados pregunta 20.....	63
Gráfica 24. Resultados pregunta 23.....	65
Gráfica 25. Correlación pregunta 15 con 17 .....	67

Gráfica 26. Correlación pregunta 16 con 17 .....	67
Gráfica 27. Correlación pregunta 18 con 20 .....	68
Gráfica 28. Correlación pregunta 19 con 20 .....	68
Gráfica 29. Correlación Satisfacción general con distancia de la ventana .....	69
Gráfica 30. Correlación Satisfacción general con Condición de iluminación .....	69
Gráfica 31. Correlación Satisfacción general con Regulación de la iluminación .....	70

### ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Prueba Piloto de Encuesta .....	96
ANEXO 2. Cuestionario de Evaluación técnica de la iluminación para prueba piloto .....	104
ANEXO 3. Resultado Prueba piloto de Cuestionario de Evaluación Técnica de la Iluminación .....	110
ANEXO 4. Cuestionario Final .....	121
ANEXO 5. Registro fotográfico Edificio San Martín .....	126

## **Capítulo 1. Introducción**

La crisis energética presente en el mundo ha llevado a establecer la necesidad de invertir en investigación y desarrollo de fuentes renovables de energía y prácticas que permitan reducir las emisiones de gas efecto invernadero, por tanto las edificaciones sustentables, que demuestren el uso eficiente de los recursos y energía, cada día toma más fuerza en el campo de la construcción convirtiéndose en una tendencia global.

En 1997, con la firma del protocolo de Kyoto, los países establecen un compromiso en generar acciones que permitan el mejor desempeño ambiental de las edificaciones, surgen los métodos de evaluación ambiental y en este marco surgen los métodos de evaluación de la edificación, como un indicador del desempeño energético ambiental del edificio, impulsado principalmente por el sector privado, que en su masificación a nivel internacional presenta dificultades al adaptarse a regiones diferentes para las que fueron desarrolladas, ya que responden a realidades locales distintas de carácter geográfico climático, social y económico; surgen entonces para proporcionar una evaluación objetiva del uso de los recursos, cargas ecológicas y la calidad del ambiente interior (Cole 2005).

Varias investigaciones en la región indican que se ha realizado aportes a la temática; los países latinoamericanos se encuentran en distintas etapas de desarrollo e implementación de políticas públicas en materia de construcción sustentable; Colombia, enfrenta enormes retos relacionados con la incorporación de preceptos de sostenibilidad en las estrategias de crecimiento del país, su estrategia central para enfrentar el cambio climático se encuentra en la adaptación; siendo la construcción sostenible un impulso al crecimiento económico, también hace parte de las estrategias nacionales de adaptación al cambio climático, (Téllez et al. 2014)

Para el caso colombiano, la construcción sustentable llega desde otras latitudes principalmente por la inversión extranjera y la capacitación académica de profesionales en ámbitos donde las certificaciones son de carácter obligatorio, la certificación más difundida en Colombia es LEED (Leadership in Energy and Environmental); a la fecha, 183 proyectos se encuentran en las bases de datos de USGBC (U.S. Green Building Council), organismo regulador de la certificación y hacen



parte de procesos de certificación principalmente para LEED versión 3 o posteriores, 61 de ellos se encuentran ya certificados.

Dada la necesidad a nivel nacional, de interiorizar una guía de criterios para el desarrollo sustentable de la construcción, surge como iniciativa de la Secretaria Distrital de Ambiente la Resolución 3654 de 2014, estableciendo el programa de reconocimiento “Bogotá construcción Sostenible”, de carácter voluntario que determina pautas de aplicación con puntaje (basado en LEED, BREAM, y otras), y reconocimiento a través de tres niveles básicos. Esta resolución permite acceder de manera voluntaria a todos los programas de apoyo en materia ambiental y seguimiento expedidos por este organismo, además de las ventajas en cuanto al reconocimiento publicitario y económico dirigido principalmente al sector privado de la construcción. Adicional a esto el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio establece el “Reglamento de construcción sostenible” aprobada mediante el Resolución No. 0549 del 10 de julio de 2015, estableciendo parámetros mínimos de obligatorio cumplimiento en ahorro de energía y agua para las principales ciudades del país, según el clima y número de habitantes para todas las construcciones públicas y vivienda nueva, que entra en vigencia el en julio de 2016 inicialmente en ciudades principales y en 2017 para todo el país.

Siendo los edificios contenedores de actividades humanas, éstas se desarrollan en su máximo potencial si se encuentran en un ambiente adecuado, que cumpla con condiciones de comodidad que pese a ser subjetivas por la individualidad del ocupante, son objeto de estudio en múltiples ramas, teniendo en cuenta que la mayoría de personas pasan gran cantidad de su tiempo en espacios de trabajo, el ambiente interior del mismo puede influir en su bienestar; por tanto, se entiende como el “síndrome del edificio Enfermo” la situación en la que más personas de lo normal manifiestan tener síntomas que desaparecen al abandonar el edificio; pueden ser de tipo respiratorio, ocular, dermatológico y sistémico, que aparecen a las horas de permanecer en un ambiente afectado y se mejoran tras alejarse de dicho ambiente (Boldú y Pascal 2005). Estas afecciones a la salud de los ocupantes están ligadas directamente con la calidad del ambiente interior de las edificaciones; además se presentan riesgos laborales relacionados con la ergonomía del puesto de trabajo y que en conjunto afectan el desarrollo de las actividades y las condiciones laborales. Estudios sugieren que síntomas como: las alergias, estornudos, somnolencia, sensación de cansancio, y similares podrían estar relacionados con problemas de salud causados por la baja

calidad del ambiente interior, produciendo molestias y reduciendo la productividad (Fisk 2002); de igual manera, el absentismo es un efecto indirecto de los síntomas anteriormente señalados en los trabajadores, acusando problemas de salud relacionados con la "licencia por enfermedad", demostrando que las incapacidades por enfermedad son una de las fuentes primarias de baja productividad. (Ries et al. 2006).

Estos factores ambientales producen molestias o enfermedades de origen físico donde influye el ruido, la temperatura, la humedad, ventilación, radiación y la iluminación, siendo éste último, uno de los factores de riesgo que más se presenta en los puestos de trabajo de oficina y pudiera causar enfermedad ocupacional, presentando efectos que van desde el bajo rendimiento laboral, incremento de errores por falta de visión y cambios en el estado de ánimo; hasta otros de mayor incidencia como: tensión ocular, fatiga ocular, disminución del ritmo cardiaco, dolor de cabeza, mareo, vértigos, agravamiento de los defectos visuales de la persona, ceguera temporal o total en situaciones de extremas de iluminación(Cabeza et al. 2008).

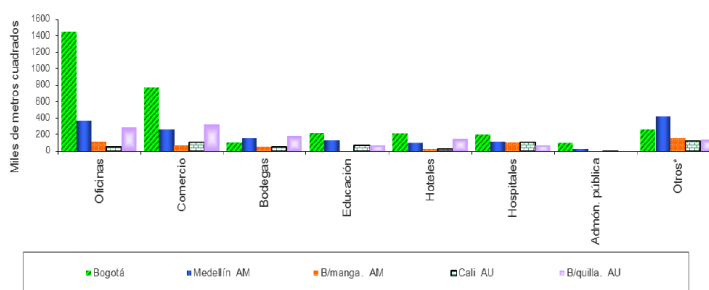
### **Relevancia del Problema**

En el marco de la sustentabilidad y siendo los procesos de certificación, una garantía para la industria de la construcción en el cumplimiento de estándares de sostenibilidad, gran cantidad de las certificaciones existentes contemplan la evaluación de los proyectos desde distintas escalas, urbanística, proyectual, ocupacional, energética, muchas coinciden en el estudio de la calidad del ambiente interior con la evaluación de 4 aspectos importantes desde la perspectiva de aceptación de los ocupantes: confort térmico, calidad del aire interior, confort visual y confort auditivo (Wong, Mui y Hui 2008); presentando entre las certificaciones distintos rangos de valoración e importancia. Si bien el fin último es generar edificios que energéticamente presenten ahorros significativos, debe existir un equilibrio entre el confort ambiental y la demanda energética, ya que los consumos óptimos de energía no deben afectar el desarrollo de las actividades de los ocupantes; por tanto surge la necesidad de evaluar que tan pertinentes y que alcance energético tiene la aplicación de los criterios de sustentabilidad en el confort ambiental interior y la percepción de los ocupantes, derivado de esa necesidad surgen las evaluaciones post ocupacionales; como una herramienta para conocer las condiciones de funcionamiento de las edificaciones en la etapa de uso; identificación y evaluación de niveles de satisfacción de los

ocupantes y de manera general para evaluar el rendimiento sistemático de las edificaciones (Preiser 1995).

De los cuatro aspectos principales que evalúan el confort en el ambiente interior se escoge la iluminación por su potencial energético, puesto que el adecuado diseño de los cerramientos de la edificación permitirá el máximo aprovechamiento de su potencial lumínico, sin embargo para oficinas, la imagen corporativa y la arquitectura de este tipo de edificios ha llevado a admitir grandes extensiones de fachada vidriada y en la búsqueda de reducir riesgos de sobrecalentamiento y/o deslumbramiento en los espacios interiores, se diseñan protecciones solares, que impiden el máximo beneficio de la luz natural y la inclusión de vidrios de tipo reflectante para mejorar comportamiento térmico y lumínico (Bodart, Bustamante y Encinas 2010) El adecuado uso de la iluminación natural permitiría reducir en gran medida el consumo energético asociado a la iluminación, más, si se combina con sistemas de automatización que permitan regular la luz artificial de acuerdo a las necesidades y a la situación del clima exterior, además los beneficios de acceso a la iluminación natural por parte de los usuarios, deben considerarse debido a la mejora en el desempeño laboral, regulación del ciclo circadiano, efectos positivos en la productividad de las personas y bienestar general en el ambiente de trabajo (Boyce, Hunter y Howlett 2003).

Según el DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística), en el tercer trimestre de 2015, como se indica en la Gráfica 1; Para destinos diferentes al habitacional, los principales resultados en metros cuadrados con licencia de construcción, corresponden a la ciudad de Bogotá, como se aprecia en la destacando en primer lugar los edificios destinados a oficinas, comparado con 4 ciudades principales.



**Gráfica 1. Metros cuadrados y usos con licencia de construcción en principales ciudades de Colombia. Año 2015.**

Fuente: DANE. Censo de edificaciones. Tomado de [http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ceed/bol\\_ceed\\_IIItrim15.pdf](http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ceed/bol_ceed_IIItrim15.pdf)

Debido a esto se vuelve pertinente como área de estudio la ciudad de Bogotá, donde se escoge un edificio de oficina existente para validar la metodología propuesta producto del desarrollo de la investigación.

## Caso de Estudio

El caso de estudio corresponde a un edificio de oficina existente, ubicado en la carrera 7 con calle 32 en el centro administrativo e histórico de Bogotá, Dos torres de 47 pisos incluidos parqueaderos, pertenecientes al Centro turístico San Martín que además cuenta con un centro comercial y servicios complementarios a las actividades de oficina que se desarrollan en las dos torres y edificios cercanos de igual uso, como se muestra en la Imagen 1, la zona sombreada indica el área de estudio, que corresponde a la torre Sur del complejo, construida en 1965, inicialmente fue prevista para uso residencial, posteriormente se convirtió en un hotel y tras varias remodelaciones e intervenciones arquitectónicas se consolida como un edificio de oficinas que alberga en cada piso aproximadamente a 50 personas.



**Imagen 1. Localización Torre sur Edificio San Martín**

Fuente: Elaboración propia

El uso de la torre sur corresponde a oficinas administrativas del Distrito de Bogotá y particulares que funcionan en arrendamiento, para el desarrollo de la investigación se cuenta con la colaboración del Fondo de Vigilancia y Seguridad de Bogotá, cuyas oficinas se encuentran en los pisos 33, 34 y 35 de dicha torre, estas oficinas fueron remodeladas hace menos de dos años y

presentan una tipología común para el resto de pisos ya que corresponden a dependencias de la Alcaldía Mayor de Bogotá, (ver Imagen 2).

### Información General del Edificio:

- **Ubicación:** Carrera 7 # 32-28 - Bogotá
- **Área privada de oficinas:** 500.1 m2 por planta tipo
- **Uso:** Oficinas Fondo de Vigilancia y Seguridad de Bogotá



Tomado de: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a8/Ciudadela\\_San\\_Martin\\_TSur.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a8/Ciudadela_San_Martin_TSur.jpg)



Fuente: Archivo personal



Fuente: Archivo personal

**Imagen 2. Vista exterior del edificio**

### 1.1 Objetivo general

Desarrollar una metodología de evaluación post ocupacional integral del confort visual en espacios de oficina que incluya la evaluación subjetiva por parte del usuario, evaluación técnica mediante observación y evaluación cuantitativa por medio de métricas de rendimiento de luz natural y mediciones en sitio, definiendo un método de evaluación que dé lugar a una mejor integración de la luz natural y por tanto a la reducción de la demanda y mayor ahorro energético, aplicada a un edificio de oficinas como caso de estudio en la ciudad de Bogotá.

## 1.2 Objetivos específicos

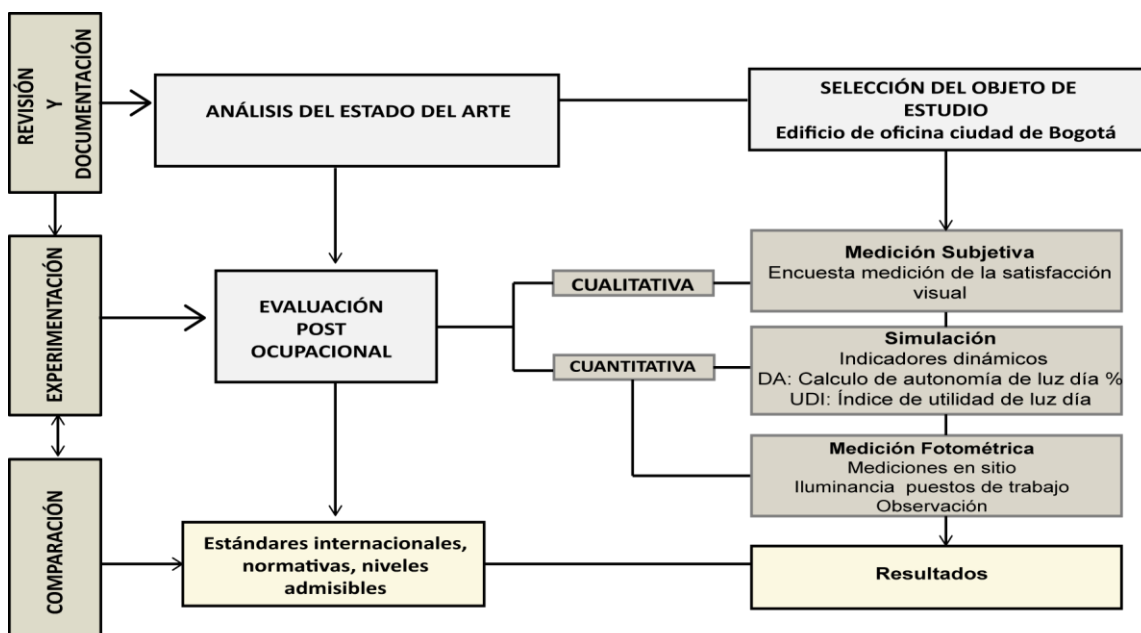
- Comprobar la satisfacción visual de los usuarios en el espacio de trabajo y su acercamiento a los sistemas de control de la luz artificial, mediante el diseño y aplicación de una encuesta post ocupacional que incluya criterios de comodidad y voluntad de cambio de la iluminación permitiendo identificar problemáticas relacionadas con el confort lumínico en la edificación.
- Determinar el nivel de iluminancia mediante mediciones en sitio, en los puestos de trabajo en un edificio en la ciudad de Bogotá para conocer el estado actual de la iluminación.
- Evaluar las condiciones de la luz natural mediante indicadores dinámicos de iluminación que permitan predecir el rendimiento lumínico anual por medio de simulación dinámica, determinando si cumplen con estándares para edificios de oficina.

## 1.3 Metodología

El proceso de investigación inicia con una revisión detallada del estado del arte en procesos de evaluación post ocupacionales y literatura aplicada al confort visual en edificios de oficina, posteriormente se escoge el caso de estudio en la ciudad de Bogotá, con el fin de realizar una evaluación en etapa de uso del edificio que incluya: la caracterización de los espacios de trabajo, espacios donde se realizaran mediciones fotométricas para determinar el valor de iluminancia y encuestas de satisfacción visual que permitan la estimación del confort lumínico por parte de los ocupantes, establecer las características de funcionamiento de los sistemas de control de la luz artificial, para posteriormente compararse con guías y estándares internacionales, a fin establecer la eficiencia del aprovechamiento de la luz natural; se distinguen las siguientes etapas:

1. Revisión de ejemplos de evaluaciones post ocupacionales realizadas en edificios de oficina y estándares internacionales de iluminación.
2. Elaboración de un modelo de Encuesta para evaluar el confort visual de los ocupantes en edificios de oficina, su acercamiento con los sistemas de iluminación y la situación de su espacio de trabajo; mediante el uso de la escala de Likert, comprende las siguientes fases, como se muestra en la Gráfica 2:
  - Revisión estadística del modelo de encuesta

- Aplicación de una prueba piloto, en una muestra reducida de personas, en situaciones similares al caso de estudio
  - Rediseño y corrección de la encuesta
  - Aplicación de la encuesta en el Caso de estudio
3. Elaboración de un cuestionario técnico de iluminación que incluya aspectos específicos de observación que no puedan preguntarse abiertamente a los ocupantes (mantenimiento, posibles problemas de la iluminación artificial, y caracterización del caso de estudio, en el manejo de la iluminación natural y artificial, con el fin de identificar espacios representativos en función de la disponibilidad y acceso a la iluminación natural, caracterización de la ventana y tipo de envolvente, tipo de mobiliario de puestos de trabajo; además, elementos de sombreado exteriores y características de funcionamiento de los sistemas de luz artificial).
  4. Mediciones en sitio del caso base para determinar el valor de iluminancia de la luz disponible en el puesto de trabajo.
  5. Simulación de espacios de trabajo tipo que permitan conocer los indicadores dinámicos de iluminación natural que presentan actualmente a fin de compararlos con estándares internacionales, evaluar su potencial lumínico y establecer posibles mejoras.



Gráfica 2. Diagrama de la metodología de investigación

Fuente: Elaboración propia

## **1.4 Hipótesis**

La aplicación de la evaluación post ocupacional en edificios de oficina, determinará que el potencial de ahorro energético de la iluminación natural para lograr confort visual, es mayor al actualmente aprovechado, los resultados de la satisfacción del usuario serán positivos a pesar de los problemas de bienestar asociados a la iluminación.



## Capítulo 2. Marco Teórico

Dado que la mirada central de esta investigación esta puesta en la evaluación del estándar lumínico de edificios de oficina en su etapa de uso, se propone abordar el marco teórico en tres partes fundamentales: primero la revisión de trabajos realizados y definiciones de Evaluaciones post ocupacionales; segundo, el análisis de estándares de iluminación y criterios de evaluación de la misma, finalmente, el confort lumínico, el potencial energético de la iluminación natural con respecto a la artificial y sus variables.

### EVALUACIONES POST OCUPACIONALES

Las evaluaciones post ocupacionales, conocidas como POE, por sus siglas en ingles de “Post occupancy evaluation”; surgen a partir de la confluencia de intereses entre los científicos sociales, diseñadores y planificadores en los años 60’s y 70’s (ZIMRING 2002) y existen diversas definiciones adaptadas al campo de acción en que se desarrollen, según Preiser son una herramienta de diagnóstico y un sistema que permite a los administradores de instalaciones identificar y evaluar los aspectos críticos del rendimiento sistemático de la construcción (Preiser 1995), tres años más tarde el autor sugiere que puede definirse como un proceso más específico de recopilación sistemática de datos, análisis y su comparación con los criterios de rendimiento establecidos en la ocupación de un entorno construido,(Preiser, Rabinowitz y White 1998) y en el año 2002 destaca la importancia de las evaluaciones ocupacionales como un proceso sistemático de evaluación del desempeño de los edificios después de su construcción y ocupación luego de un tiempo (PREISER 2002).

Si bien muchas definiciones se dirigen al carácter evaluativo y sistemático del desempeño de los edificios, autores introducen elementos antropológicos de carácter cualitativo sobre los cuales se desarrollan las evaluaciones post ocupacionales definiéndolas como una valoración del grado en el que un criterio diseñado satisface y es compatible con las necesidades y los valores humanos de aquellos para los que el edificio fue planteado, (FRIEDMANN, ZIMRING y ZUBE 1978). Otras definiciones consideran un marco normativo en que se desarrolle la Evaluación Post ocupacional; definiéndola como una evaluación sistemática en el proceso de entrega de edificios y los ajustes del diseño en comparación con un conjunto de normas implícitas o explícitas con la clara intención

de mejorar el proceso, éstas normativas podrían estar embebidas en la metodología utilizada y podría tomarse como objetivo, (como se cita en ZIMRING 2002).

Partiendo de las definiciones que califican las evaluaciones post ocupacionales como sistemáticas ya que, siguen una metodología que puede ser cualitativa o cuantitativa y que son derivadas de una disciplina; generalmente, las evaluaciones post ocupacionales se realizan utilizando cuestionarios, entrevistas, visitas de campo, y la observación de los edificios. Con el tiempo, se generan procesos más específicos para las encuestas y las nuevas tecnologías se han desarrollado con los objetivos y presupuestos para las partes interesadas; estos métodos se han ideado para permitir que el investigador o evaluador obtenga información válida y útil en menor tiempo (Preiser 2001), sin embargo la metodología a utilizar depende de cada caso y de las necesidades concretas de cada evaluación; los evaluadores consideran el rendimiento como un aspecto multidimensional, que refleja las necesidades y perspectivas de una amplia gama de partes interesadas, tales como la organización que ocupa el edificio y las personas que utilizan o son afectados por el mismo, (ZIMRING 2002).

Las evaluaciones post ocupacionales tienen como objetivo evaluar e identificar áreas problemáticas en edificios existentes, para poner a prueba nuevos prototipos de construcción y diseño para elaborar criterios aplicables a futuras instalaciones; pueden describirse algunos beneficios como: una mejor utilización del espacio, ahorro de costos y la descripción de un marco conceptual y de evaluación de las técnicas de recolección de datos. (Preiser 1995), la evaluación de edificios en su etapa de uso permite evaluar el rendimiento y la mejora en el funcionamiento del mismo basada en el conocimiento de la función del edificio a fin de cumplir con el objetivo primordial de mejorar el entorno construido.

Dado que los ocupantes de los espacios construidos son quienes sobrellevan los aciertos y desaciertos de la etapa de uso del edificio, en el entorno de la construcción sostenible y con el surgimiento de Certificaciones Ambientales, un ejemplo claro de la incorporación de estas evaluaciones en la etapa de ocupación es el “Commissioning” exigido en la última versión de la certificación LEED en que, el edificio certificado se compromete a hacer un seguimiento preventivo de las condiciones de diseño que le permitieron obtener puntaje en la certificación y hace obligatoria la entrega de datos de consumo energético; propiciando así la verificación de los criterios de sustentabilidad que le otorgaron reconocimiento y su comportamiento real en el

edificio construido; además esta certificación considera como parte fundamental de sus créditos de aplicación la categoría IEQ ( indoor Environmental Quality) Calidad del ambiente interior, que implica la evaluación mínima de criterios desde el punto de vista del ocupante; los profesionales del diseño están actualmente haciendo énfasis en la importancia de la evaluación de los ocupantes de los edificios con certificación LEED y edificios sostenibles en general. Esto es para complementar las medidas normativas en el sistema de certificación LEED con la evaluación de la forma en que realmente trabajan y viven dentro de los edificios ocupantes humanos, (Alzubaidi et al. 2010).

Algunos estudios se han centrado en la evaluación del entorno interior basados en cuatro aspectos importantes: la iluminación, el comportamiento térmico, el confort acústico y la calidad del aire, realizando la comparación entre edificios certificados y no certificados, se ha encontrado que los ocupantes de lugares de trabajo en edificios certificados están más satisfechos con el mobiliario de oficina, calidad del aire interior, limpieza y mantenimiento, pero menos satisfechos con el diseño, iluminación y acústica que los edificios no LEED, en un estudio realizado en edificios de oficina en Estados Unidos; la evaluación de la calidad de la iluminación incluye la cantidad de luz, el confort visual, deslumbramiento, reflexión y el contraste, utilizando la escala de Likert con valores entre -3 y 3 para evaluar los componentes de calidad del ambiente interior, (Lee y Kim 2008); de igual manera un estudio investigó y comparó edificios de oficinas verde y convencional en Taiwán sobre diversos aspectos de la Calidad del ambiente interior en grados de satisfacción encontrados mediante encuestas post ocupacionales, eran mayores en los edificios “verdes” o “sostenibles” a los de edificios convencionales, este estudio utiliza la escala de Likert entre muy satisfecho y muy insatisfecho, indicando valores entre -3 y +3, siendo 0 una respuesta neutral, algunos indicadores de incomodidad visual fueron el deslumbramiento por luz natural y por luz artificial (Liang et al. 2014).

En general la comparación entre un edificio convencional a un edificio con algún criterio ambiental arroja que los ocupantes se encuentran mayormente satisfechos en términos generales, pero se identifican problemáticas que para el objeto de esta investigación se centraran en los hallazgos de la iluminación; un estudio realizado en dos zonas climáticas de China; mediante el estudio de la percepción de los ocupantes realizó un cuestionario relacionado con la satisfacción del ambiente, analizando las mediciones subjetivas y objetivas de la calidad del ambiente; el resultado indica que los edificios verdes poseen significativamente mayor satisfacción que los edificios convencionales

y específicamente el entorno visual logra conseguir el nivel de satisfacción más alto en el edificio verde que en el convencional, sin embargo las mediciones que algunos lugares de trabajo no alcanzan estándares locales, esta contradicción entre el alto nivel de satisfacción y no llegar a la línea estándar indica factores humanos que influyen en la experiencia del usuario asociados a las variables de control individual como cortasoles, interruptor y lámpara individual, (Pei et al. 2015). Un estudio realizado en la ciudad de Brisbane, cuyo objetivo era evaluar el malestar ocasionado por el deslumbramiento, utilizó mapas de iluminancia con imágenes de alto rango dinámico (HDR), capturando las características del ambiente luminoso y estos datos fueron analizados con la información suministrada por los ocupantes y el programa Evalglare. (Hirning et al. 2013), éste estudio muestra que las evaluaciones post ocupacionales se complementan con herramientas digitales que son de gran utilidad para analizar el real comportamiento de los edificios en distintas épocas del año en que la evaluación no puede extenderse; sin restar importancia a los métodos tradicionales usados como encuestas y la misma observación técnica que siempre proporcionara información de gran validez para la evaluación.

En un estudio realizado en oficinas en San Francisco, California, examina el rendimiento de iluminación natural en el núcleo y las zonas perimetrales de las oficinas: se evalúa mediante mediciones de energía de iluminación eléctrica, observaciones de los ocupantes, modificaciones a la fachada, y mediciones físicas de las condiciones de iluminación interior se combina con valoraciones subjetivas de los ocupantes utilizando votaciones de incomodidad visual, los resultados muestran una alta frecuencia de las respuestas incomodidad visual en ambos espacios de trabajo (Konis 2013), manifestando uno de los objetivos importantes de las evaluaciones post ocupacionales que permite la valoración de mejoras y modificaciones al espacio interior que permitan optimizar las condiciones de los usuarios. Por otro lado se han realizado estudios sobre escenarios específicos que evalúan criterios concretos de la iluminación como la investigación realizada sobre los efectos de tres colores de acristalamiento (azul, neutral, bronce), en la luz natural, calidad, la activación mental y los patrones de encendido de lámparas eléctricas, usando cuestionarios diseñados para la Evaluación de cinco factores de calidad de la luz: el confort visual; la naturalidad; agradabilidad; la precisión (de detalles y texturas) y el nivel de luz, (Arsenault, Hébert y Dubois 2012) manifestando que las evaluaciones post ocupacionales pueden enfocarse de diversas formas dependiendo de los objetivos planteados por los evaluadores y las partes interesadas, ya que puede ser tan específica como el caso particular lo requiera constituyendo un servicio complementario de diagnóstico de la eficacia de los componentes de diseño en el entorno

construido desde el punto de vista de los ocupantes (Preiser 2001), además, comúnmente se utiliza para medir las contribuciones de la calidad ambiental interior reflejada en la satisfacción de los usuarios (Kooymans y Haylock 2006).

## ESTANDARES INTERNACIONALES PARA LA ILUMINACION EN ESPACIOS DE OFICINA

A continuación se relacionaran algunos estándares, normativas, y guías de diseño de importancia en la evaluación de la iluminación para edificios de oficina, ya que, considerando la información que es posible encontrar mediante las evaluaciones post ocupacionales, es importante tener un punto de referencia para la posterior comparación de la búsqueda realizada en la evaluación.

### Estándar Europeo

La EN 12464-1 es una norma sobre aplicaciones de iluminación cuya primera versión fue elaborada por el Comité Europeo de Normalización (CEN) y su última versión del 2012, establece valores entre 300 y 750 lux para la iluminancia mínima de espacios de oficina priorizando siempre la luz natural y valores importantes en la configuración de la luz artificial como el índice de reproducción cromática, uniformidad de la iluminancia e índice de deslumbramiento, como indica la Tabla 1.

OFICINAS				
Tipo de interior, tarea y actividad	$E_m$	$UGR_t$	$U_o$	$R_a$
Archivo, copias, etc	300	19	0,4	80
Escritura, escritura a máquina, lectura, tratamiento de datos	500	19	0,6	80
Dibujo técnico	750	16	0,7	80
Puestos de trabajo de CAD	500	19	0,6	80
Salas de conferencias y reuniones	500	19	0,6	80
Mostradores de recepción	300	22	0,6	80
Archivos	200	25	0,4	80

**Tabla 1. Valores límite de iluminación en Oficinas**

Fuente: Elaboración propia, tomado de UNE-EN 12464-1

Adicionalmente, hace recomendaciones en las características físicas, de disposición y mantenimiento de las luminarias con el fin de establecer uniformidad en los espacios, destaca los aportes energéticos y de la salud de la iluminación natural, considerando que debe tener especial cuidado por su variabilidad, al asegurarse que las ventanas no causen incomodidades visuales, térmicas o pérdida de privacidad.

La novena edición del “Lighting Handbook” publicado por la IESNA (Illuminating Engineering Society of North América), especifica valores para aproximadamente 250 actividades visuales que se realizan en interiores de edificios no residenciales y cerca de 300 específicas aplicaciones industriales, considera que, por lo general, los edificios de oficinas se diseñan para ocupantes desconocidos, la IESNA supone que la iluminación sea cuidadosamente diseñada para labores de oficina típicas donde se llevara a cabo una combinación de tareas de papel y pantallas de visualización de datos donde la iluminación de fondo en todo el espacio no debe exceder 500 lx, iluminancias más altas en los lugares de trabajo pueden ser proporcionados por las luminarias puntuales en las zonas de tareas (IESNA 2000).

### Normativa Mexicana

La norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008 establece Niveles de iluminación para tareas visuales en áreas de trabajo, reconocimiento y evaluación de las condiciones de iluminación; para espacios de oficina en espacios interiores, con valores que van desde los 200 a los 750 luxes según el requerimiento visual de la tarea realizada, como indica la Tabla 2.

Requerimiento visual simple: Inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y maquina	Servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y pailería	<b>200</b>
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas	<b>300</b>
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo. Áreas de dibujo, laboratorios.	<b>500</b>
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies y laboratorios de control de calidad.	<b>750</b>

**Tabla 2. Niveles de iluminación para tareas visuales y áreas de trabajo**

Fuente: Elaboración propia tomado de NOM-025-STPS-2008

### Normativa Colombiana

La Resolución Colombiana 2400 del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social de 1979, en su Capítulo III, artículos del 79 al 87, hace referencia a las condiciones adecuadas de iluminación en los lugares de trabajo y situaciones de exposición con exigencias de iluminación, sin

embargo por tratarse de valores desactualizados se toma como referencia la Guía Técnica Colombiana GTC 8 que establece “Principios de Ergonomía visual. Iluminación para ambientes de trabajo en espacios cerrados”, corresponde a una traducción de la norma internacional ISO 8995, en la Tabla 3, establece las características de la iluminación adecuada en espacios cerrados, las variables que influyen en el confort visual mediante criterios de iluminación, variables de bienestar y satisfacción visual del trabajador y requerimientos del diseño de la iluminación con respecto a la tarea específica.

Intervalos de Iluminancia lx	Tipo de área, tarea o actividad
20 - 30 - 50	Circulación de exteriores y áreas de trabajo
50 - 100 - 150	Áreas de circulación, orientación simple y visitas cortas temporales
100 - 150 - 200	Recintos cuyo uso no sea continuo para propósitos de trabajo
200 - 300 - 500	Tareas con requisitos visuales simples
300 - 500 - 750	Tareas con requisitos visuales medianos
500 - 750 - 1000	Tareas con requisitos visuales exigentes
750 - 1000 - 1500	Tareas con requisitos visuales difíciles
1000 - 1500 - 2000	Tareas con requisitos visuales especiales
más de 2000	Realización de tareas visuales muy exactas

**Tabla 3. Intervalos de iluminancia según actividad**

FUENTE: Elaboración propia tomado de ICONTEC

También establece la necesidad de generar un balance entre la luz día y la iluminación artificial con el fin de generar ahorro energético, destacando la importancia de la luz natural como principal fuente de iluminación; se indican los parámetros de medición así como los valores recomendados, la cual se debe realizar con la persona en su posición habitual y con la sombra normal que proyecta, además el medidor debe localizarse sobre el plano de trabajo.

El Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público RETILAP, contiene aspectos técnicos para el desarrollo de las mediciones en sitio que tienen lugar en esta investigación y criterios de evaluación de las características de la iluminación artificial en cuanto a parámetros técnicos de las luminarias utilizadas.

### **Criterios de Calidad y Diseño de la iluminación**

Las normas de iluminación en oficinas, muestran un amplio panorama de los criterios de calidad a fin de lograr el confort visual en los puestos de trabajo, a continuación se presenta un resumen de los principales criterios y estrategias a evaluar y los conceptos más importantes a considerar en el

diseño de la iluminación en oficinas, estos criterios se establecen para la iluminación general ya sea artificial, natural o combinada, resaltando siempre la prioridad de la luz día en la oportunidad de ahorro energético que presenta.

Guía o Normativa	Autor	Criterios
TDR	CITEC UBB, CHILE, M.G. de y DECON UC, 2012	<b>Criterios de Calidad y Diseño</b> Iluminancia Uniformidad de la iluminancia Distribución de las iluminancias Deslumbramiento Factor de luz día FLD Aspecto de color: rendimiento y Apariencia Contribución de la luz Natural
Manual de Diseño Pasivo y Eficiencia Energética en Edificios Públicos	CITEC UBB Decon UC	<b>Estrategias de Iluminación</b> Estrategias de Captación de la luz Natural Estrategias de Transmisión de la luz Natural Estrategias de Distribución de las luz Natural Estrategias de Protección Solar Estrategias de Control Solar Integración en el proceso de Diseño
"Guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación. Oficinas"	IDAE, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía CEI, Comité Español de Iluminación	<b>Criterios de calidad y Diseño</b> Iluminancia y Uniformidad Control del deslumbramiento Modelado y Sombras Propiedades de Color Ergonomía en el puesto de Trabajo
UNE EN 12464-1:2012	Comité Europeo de Normalización	<b>Criterios de Diseño de Iluminación</b> Ambiente Luminoso Distribución de las Luminancias Iluminancia Rejilla de iluminancia Deslumbramiento Iluminación en el espacio Interior Aspectos de Color Parpadeo y efectos Estroboscópicos Iluminación en puestos de trabajo con Pantallas de Visualización Factor de Mantenimiento Requisitos de Eficiencia Energética Beneficios de la luz Diurna Variabilidad de la luz

Tabla 4. Resumen criterios de Calidad y diseño en la Iluminación según guías y Normativas

Fuente: Elaboración Propia



La Tabla 4 , muestra un resumen de los criterios revisados para el desarrollo de este trabajo, incluyendo variables de calidad y estrategias cuyo principal objetivo está dirigido al aprovechamiento de la luz natural aumentando su potencial energético; además de los beneficios de la luz natural en los ocupantes y en el espacio interior; también se revisaron guías de apoyo técnico y se describen a continuación las realizadas por el gobierno de Chile mediante el Ministerio de Obras públicas; se establece 10 guías técnicas de apoyo, llamadas: TDRé Términos de Referencia Estandarizados con Parámetros de Eficiencia Energética y Confort Ambiental, de aplicación para licitaciones de diseño y obra.; la guía técnica de apoyo N°8 detalla estándares y parámetros objetivos para el cumplimiento del confort ambiental y eficiencia energética en las edificaciones, determina para el Confort lumínico su principal objetivo el máximo aprovechamiento de la luz natural disponible. Esta guía se aplica a edificios públicos de oficinas.

La guía considera los siguientes criterios fundamentales para el diseño de la iluminación interior a través de luz natural y/o artificial

**Iluminancia:** Se establece valores mínimos para diferentes tareas según el nivel de exigencia visual requerido, aceptados por la IESNA (Illuminating Engineering Society of North America), como se muestra en la Tabla 5.

Iluminancia mínima (lux)	Tipo de actividad Iluminación
30	Circulación en superficies públicas mal encendidas
50	Orientación rápida para visitas de corta duración
100	Tareas visuales estrcitamente ocasionales
300	Tareas con exigencias visuales simples
500	Tareas con exigencias visuales medias
1500 - 2000	Tareas con elevadas exigencias visuales
3000 a 10000	Tareas muy meticulosas

**Tabla 5. Actividad y valores mínimos de iluminancia recomendados**

Fuente: CITEC UBB (citado en TDRé)

**Contribución de la luz natural:** Se determina principalmente por las siguientes estrategias

- Área neta de superficie vidriada
- Coeficiente de transmisión luminosa de los vidrios
- Elementos de protección solar y control

El indicador para evaluar la contribución de la luz natural es la Autonomía de luz día (DA) que corresponde al porcentaje de tiempo en que el plano de trabajo está sobre la iluminancia

recomendada, se considera que sobre el 80 % de DA la luz artificial tiene un alto potencial de ahorro, entre el 50% y 79%, un mediano potencial y menor al 50% un bajo potencial.

### **CONFORT VISUAL**

Según el IESNA, el confort visual es una necesidad humana fundamental que puede afectar a la ejecución de tareas, la salud, la seguridad, el estado de ánimo y la atmósfera (IESNA 2000); otra definición es la establecida en la norma Europea EN 12665, define el confort visual como "una condición subjetiva de bienestar inducida por el entorno visual"(CEN 2012), pese a la dimensión psicológica del confort la norma EN 12464-1 establece que las propiedades físicas del entorno visual definen la calidad del confort con parámetros que inciden en las condiciones visuales como: distribución de luminancia, iluminancia y su uniformidad, deslumbramiento, color de la luz, reproducción del color, la tasa de parpadeo y la cantidad de la luz del día disponible (CEN 2011).

Según los TDRe el confort visual es la característica que manifiesta la ausencia de perturbaciones procedentes del entorno visual (Citec UBB, Chile y Decon UC 2012), ya que se han evaluado distintos indicadores del confort lumínico, que se encuentran en estándares de organismos internacionales, es importante evaluar otros factores que influyen en el confort lumínico, que van desde la percepción del ocupante hasta la disposición de los objetos que hacen parte del ambiente de trabajo.

La satisfacción visual resulta subjetiva si se tiene en cuenta los aspectos fisiológicos propios de cada individuo, la visibilidad depende, en gran medida, de la edad del trabajador, esto puede explicarse porque a medida que una persona envejece, la pupila se vuelve progresivamente más pequeña y el cristalino se vuelve más grueso y menos transparente. De manera que una persona de 50 años de edad necesita el doble de la iluminancia para desarrollar en una tarea que una persona con 20 años de edad,(IESNA 2000), sin embargo la literatura muestra una fuerte preferencia para la luz diurna y una amplia distribución en la relación con los niveles de iluminación preferidos en las oficinas con luz natural (Galasiu y Veitch 2006).

La sensación de confort en los ambientes interiores se ve intervenida por muchos factores, además de la iluminación diseñada, como: el tamaño de la habitación, las proporciones, el tipo de espacio, mobiliario, acabados utilizados, y el diseño de muebles. Las variaciones en la intensidad, la distribución y el tono de color de la iluminación ejercen cierta influencia en las impresiones

subjetivas tales como la amplitud, la relajación, la claridad visual, y simpatía. Estas influencias deben ser cuidadosamente consideradas como para diseñar adecuadamente teniendo en cuenta las características de reflexión de la luz de las superficies a utilizar.

Estudios realizados con especial interés en los ocupantes del edificio evalúan el entorno visual revelando que el uso de la luz natural en edificios de laboratorio es bien recibida por los ocupantes. reporta una calificación de satisfacción con el entorno visual, la luz natural se asocia con puntuaciones altas en comodidad, estimado mediante encuestas y mediciones en sitio (Hua, Oswald y Yang 2011), estudios realizados en edificios de oficina, pese a tratarse de otra latitud, evalúan la relación del confort visual con el confort térmico en oficinas equipadas con ventanas electrónicas controladas por un algoritmo previamente desarrollado con el uso de simulaciones dinámicas, demostrando que el acristalamiento propuesto eliminaría el exceso de iluminación en una oficina, manteniendo buena autonomía de la luz natural, excepto, cuando el cielo está nublado, la iluminación artificial se utiliza considerablemente y en los días soleados, si la luminancia del cielo es alta, existe el riesgo de deslumbramiento el cual se confirma por la medición DGPs por sus siglas en inglés Simplified Daylight glare probability, comprometiendo el confort visual de los ocupantes (Ajaji y André 2015).

### **POTENCIAL ENERGÉTICO DE LA ILUMINACION NATURAL**

El hombre ha evolucionado bajo la luz natural desde sus orígenes, siendo el fuego, por mucho tiempo su única fuente de luz en las horas oscuras, hasta el surgimiento y avance de la luz artificial en el siglo xx, es entonces la luz eléctrica un eslabón en el proceso evolutivo, sin embargo la luz natural constituye un elemento primordial para la salud humana y un elemento de estimable potencial energético desaprovechado (Gentile, Laike y Dubois 2014).

Varios estudios sugieren que la iluminación natural, puede reducir el consumo de iluminación artificial de 50 a 80%. El ahorro de energía además aporta a reducir las cargas internas del edificio, pudiendo ser de hasta un 40%, para acristalamientos que generalmente se usan en edificios de oficinas. distintos estudios mediante simulaciones, donde se habla de un 20 a 70% de ahorro de energía en iluminación y un 14 a 30 % de ahorro total de energía en el edificio, en estos casos no se encontraron diferencia en el consumo energético de calefacción y refrigeración procedente de la gestión de la iluminación (Bodart y De Herde 2002).

## Controles de iluminación

Se establece que el principal campo de aplicación de los sistemas de control de iluminación son los edificios de oficinas, su objetivo principal es reducir el consumo de energía mientras se mantiene un alto nivel en el confort de la iluminación, (Roisin et al. 2008), los controles de iluminación, generalmente electrónicos, están equipados para dos razones: el control estético, que coincide con la intensidad del brillo y por lo tanto controla la calidad del entorno visual, o para el control de gestión de la energía, lo que limita la aplicación de luz y por lo tanto reduce la energía de iluminación innecesaria, (IESNA 2000).

Algunos estudios que relacionan el ahorro obtenido con sistemas de control, donde los principales indicadores de rendimiento considerados fueron la iluminación del espacio y el consumo eléctrico de iluminación, mostraron resultados, bajo condiciones de cielo claro y sin persianas, los sistemas de control de iluminación reducen el consumo de energía en un promedio de 50-60% si se compara con las luces completamente encendidas en un horario de 06 a.m. a 6 p.m., (Galasiu, Atif y MacDonald 2004); estos ahorros cambian con el tipo de sistema que se evalúa, y depende de cada caso de estudio, presentando una amplia gama de variación, por ejemplo: se llegó a la conclusión de que un sensor de ocupación puede ahorrar hasta un 20% y un sistema de control de regulación luz del día hasta un 26% en comparación con cambio manual, (Jennings et al. 2000); por otro lado, para el sistema de encendido y apagado automático, disminuye a valores del 5 a 80% y para sistemas de regulación en 5 a 45%, y se considera que el potencial de ahorro es más significativo cuando se usan persianas capaces de ajustar su posición en respuesta directa a la variación de luz natural, (Galasiu, Atif y MacDonald 2004).

Se puede afirmar que el uso de sistemas de control proporciona mayor o menor ahorro según el caso, sin embargo pese al avance tecnológico que estos puedan presentar es el usuario quien finalmente potenciara el ahorro energético teórico en la etapa de uso del edificio, (R. Rodriguez y Pattini. 2010); este ahorro se verá beneficiado en mayor medida cuando el usuario se encuentre satisfecho, sin embargo, esta satisfacción presenta escaso desarrollo teórico y metodológico, para cuantificar este indicador fundamental de la calidad de Iluminación, se ha desarrollado investigaciones que relacionan directamente al usuario con los sistemas de control encontrando siempre que la mayor eficiencia resulta de aprovechar la luz natural disponible, los resultados indican que el interruptor manual con detector de ausencia logra un 75% de ahorro en

comparación con el detector de presencia; cuando estos sistemas de control se relacionan con la luz del día los ahorros aumentan a un 79%, no obstante para este caso, las condiciones de iluminación fueron consideradas inaceptables por los trabajadores de oficina; estos mismos, percibieron todos los controles automáticos como estresantes, (Gentile, Laike y Dubois 2014); llegando al extremo de causar tanto estrés que los sistemas de control son saboteados por los ocupantes, (Galasiu y Veitch 2006); generando además insatisfacción y por consiguiente reducción de productividad; por ello se considera la posibilidad de proporcionar a las personas el control del ambiente de trabajo, relacionando esto con la mejora en el confort visual y en general la satisfacción con la calidad del ambiente interior, delegar el control a los ocupantes y la posibilidad de personalizar el control, se considera que las soluciones de control pueden ser diferentes en los edificios y siempre se deben realizar sobre las particularidades de cada caso, (Frontczak y Wargocki 2011).

Anteriores investigaciones señalan que la mayoría de estos sistemas no proporcionan el ahorro de energía previsto cuando se instalan en los edificios reales a pesar de pruebas de laboratorio y prometedores resultados de las pruebas y simulaciones de ordenador, (Atif y Galasiu 2003), por tanto el análisis de la iluminación resulta difícil de aplicar a la realidad, pese a la aplicación de sistemas de control, la evaluación del estándar lumínico en edificios construidos sugiere la combinación de análisis simulados por computador, mediciones en sitio que permitan conocer la condición real de iluminación y la opinión de los ocupantes que pese a ser subjetiva constituye una herramienta para conocer posibles problemas que se presenten en los espacios de trabajo.

### **METRICAS PARA LA EVALUACION DE ILUMINACION**

Con el fin de cuantificar la luz disponible y su posible influencia en los espacios, se han desarrollado métricas de la Luz natural, una métrica es una combinación matemática de mediciones, dimensiones y condiciones representadas en una escala continua, (Mardaljevic, Heschong y Lee 2009), logrando predecir resultados de rendimiento y guiar la toma de decisiones.

El Factor Luz Diurna (DF: Daylighting Factor) es un indicador que expresa la relación entre la iluminancia horizontal en un punto dentro de un edificio y la iluminancia horizontal exterior simultánea, en un sitio perfectamente claro, para condición de cielo nublado. Este valor, todavía de uso frecuente, ya sea como un valor objetivo al diseñar un edificio o para evaluar la calidad ambiental de edificios en uso, fue en sus orígenes un valor mínimo a lograr según lo indicado en la

ley sobre acceso a la luz, (Bodart, Bustamante y Encinas 2010); la principal limitación es que la orientación y la hora del día no son consideradas en esta métrica, además se utiliza únicamente el cielo cubierto, condición no se ajusta a todos los climas; esto puede causar graves problemas de diseño al subestimar la disponibilidad de luz, diseñando fachadas con demasiado vidrio, lo que lleva a un sobrecalentamiento en el interior y deslumbramiento, (Piderit, Diaz y Cauwerts 2014).

Dadas las limitaciones del FLD como métrica estática de la iluminación, se prefieren las métricas dinámicas, la ventaja del uso de métricas dinámicas es que consideran la cantidad y el carácter de las variaciones diarias y estacionales de la luz del día, junto con los eventos meteorológicos irregulares, (Reinhart, Mardaljevic y Rogers 2006). Por lo tanto se ha desarrollado las métricas CBDM (Climate based Daylight modeling), que consisten en la predicción de diversas métricas luminosas usando condiciones de sol y cielo que se derivan de conjuntos de datos meteorológicos anuales estandarizados; se basa en la modelización del que dependen tanto de la configuración regional y la orientación, además de las propiedades de la geometría del espacio y materiales; también se puede modelar el funcionamiento del espacio y su estrategia de control (Mardaljevic, Heschong y Lee 2009), estas métricas son:

**DA Daylighting Autonomy:** La autonomía de luz día representa con un porcentaje de horas anuales durante el día en que un punto dado en un espacio está por encima de un nivel de iluminación especificada. Se propuso originalmente por la Association Suisse des Electriciens en 1989 y mejorado por Reinhart, esta métrica puede relacionarse con el ahorro de energía de iluminación eléctrica si el umbral definido por el usuario se establece en base a criterios de iluminación eléctrica. Esta métrica se ve restringida por dos razones: primero, la autonomía luz del día no considera la iluminancia por debajo del umbral, comúnmente 500 luxes, pudiendo desplazar estos valores en su totalidad o parcialmente a la iluminación eléctrica y en segundo lugar, no tiene en cuenta la los valores en que se supera el umbral, (Nabil y Mardaljevic 2006).

**UDI: Useful Daylight Illuminance:** La métrica UDI, por sus siglas en inglés, iluminancia útil de luz natural, entrega valores de iluminancia en tres rangos: 100-300 lux, 300-3000 lux, y más de 3000 lux, donde:

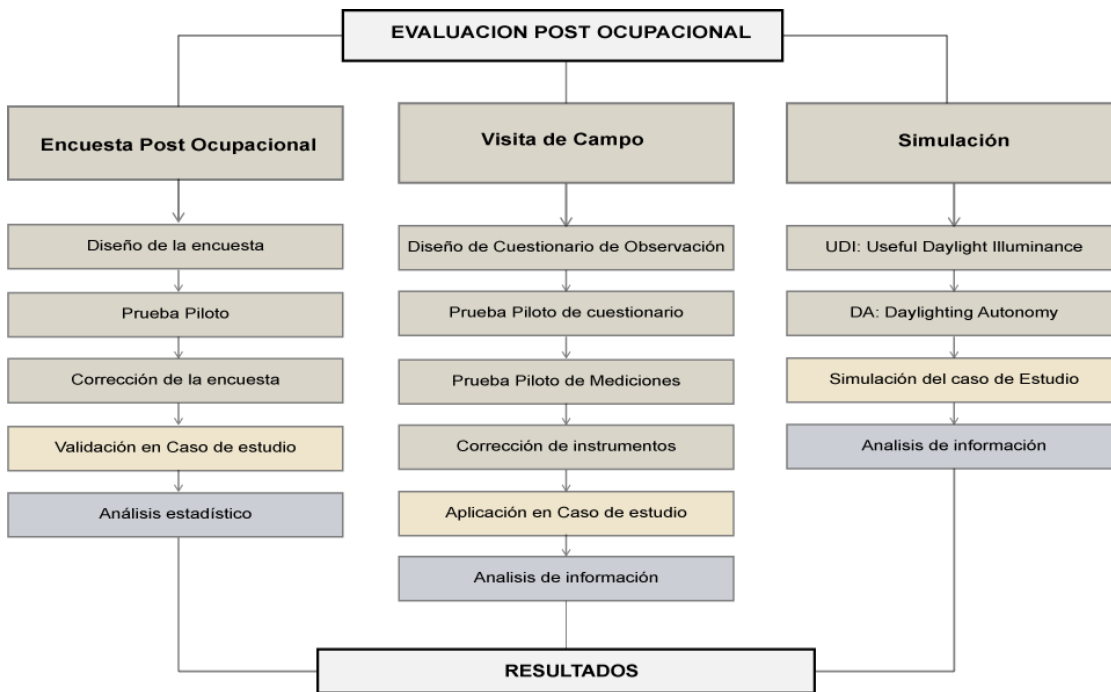
- La iluminancia es menos de 100 lux , el UDI es insuficiente
- La iluminancia es mayor a 100 lux y menor que 300 lux, el UDI es complementaria
- La iluminancia es mayor a 300 lux y menor que 3000 lux, el UDI es autónomo
- La iluminancia es mayor a 100 lux y menor que 3000 lux, el UDI es combinado

- La iluminancia es mayor a 3000 lux, el UDI es superado

Los rangos señalados UDI se basaron en los valores de las encuestas llevadas a cabo en los espacios de oficina, y muchos de ellos antes de pantallas LCD se convirtieron en un lugar común, (Mardaljevic et al. 2012).

### Capítulo 3. Metodología de Evaluación Post Ocupacional

Luego de la revisión bibliográfica se puede concluir que si bien la metodología usada en los estudios revisados es diversa y responde a las particularidades de cada estudio; para el caso de la evaluación de la iluminación, varias concuerdan en el uso de encuestas de satisfacción y la observación en el objeto de estudio; para el desarrollo de esta investigación se propone realizar una evaluación que incluya los aspectos anteriormente mencionados y se complemente con el análisis métrico de la iluminación en espacios de oficina mediante simulaciones, para lograr una completa comprensión del comportamiento lumínico, ésta metodología propuesta se validará en un caso de estudio y comprende las siguientes etapas:



**Gráfica 3. Metodología de Evaluación Post Ocupacional propuesta**  
 FUENTE: Elaboración propia

Como puede apreciarse en la Gráfica 3, la metodología propuesta para realizar la evaluación comprende 3 ejes principales que son: las encuestas post ocupacionales, La visita de Campo y las Simulaciones dinámicas; la formulación de estas tres actividades se estructurara de tal manera que permita su validación en el caso de estudio para finalmente presentar como producto los resultados y su análisis. En la aplicación de esta metodología por interés de un mandante el producto será un informe final en que se presente el análisis de dicha información y el concepto técnico de mejoramiento para el aprovechamiento de las partes interesadas.



## **Capítulo 4. Encuesta post ocupacional de satisfacción visual**

La aplicación de la encuesta responde al objetivo específico 1 que consiste en comprobar la satisfacción visual de los usuarios en el espacio de trabajo y su acercamiento a los sistemas de control de la luz artificial, en etapa de ocupación del edificio. La herramienta escogida para este objetivo es la encuesta, por ser un instrumento que permite obtener datos precisos para el análisis estadístico y que se ha utilizado anteriormente en estudios para determinar niveles de satisfacción en distintos aspectos referentes en el confort al interior de las edificaciones.

### **Antecedentes**

La evaluación del entorno construido es un diagnóstico sistemático de los componentes de diseño desde el punto de vista de los ocupantes, se utiliza para medir las contribuciones de la calidad ambiental interior a satisfacción de los empleados y el rendimiento en edificios de oficinas, (Alzubaidi et al. 2010), estudios previos se han realizado para determinar la satisfacción visual por medio de EPO (evaluaciones post ocupacionales) ya que permite centrarse en el punto de vista del usuario para comparar las diferencias entre el desempeño del edificio y las necesidades de los ocupantes; además se complementa con mediciones fotométricas encontrando que la iluminación se encuentra por debajo de la normativa local; los niveles de insatisfacción tienden a aumentar con respecto a las lecturas de iluminancia, observando que la insatisfacción se relaciona con el acceso a la luz natural (R. Rodríguez y Pattini. 2010). Estos estudios se realizan sobre distintas características de la iluminación como en el caso de un trabajo en que se enfatiza en el área de los sistemas inmóticos; ambiental, seguridad e iluminación, se evalúa la opinión del usuario respecto de su relación con la inmótica, y la posibilidad de accionar o intervenir en los sistemas para alcanzar las mejores situaciones de confort, concluyendo que para lograr el confort en las oficinas se debería contemplar desde el diseño la actitud de los usuarios y su voluntad de cambio ante las situaciones determinadas por los sistemas de automatización, (Hernández 2015).

De manera general las evaluaciones pueden hacerse tan extensas como su objetivo lo requiera, donde se evalúan todos los aspectos del confort al interior de las edificaciones, siempre sujetos a la subjetividad por tratarse de evaluaciones con factores humanos relativos; se realizó un estudio que presenta los resultados de la revisión literaria que tiene como objetivo explorar cómo el

ambiente interior en los edificios afecta el confort humano; se estudiaron las siguientes condiciones interiores: acústica, visual, térmica, y la calidad del aire, sugiriendo que se debe proporcionar a los ocupantes, la posibilidad de controlar el ambiente interior para mejorar el confort térmico y visual, también parece influir en mayor grado la satisfacción general con la calidad ambiental interior en comparación con el impacto de otras condiciones ambientales interiores; finalmente se concluye que la percepción del confort visual se ve influida por la edad y el tipo de trabajo, (Frontczak y Wargocki 2011).

#### 4.1. Ficha Técnica de la Encuesta- Diseño Muestral

**Universo:** Ocupantes en espacios de oficina en la ciudad de Bogotá

**Tamaño de la muestra:** 1 caso de estudio, 30 personas mínimo

**Tipo de Muestra:** El muestreo de la población es no probabilístico por conveniencia, los encuestados se seleccionan por la disponibilidad en los casos de estudio por tanto no se puede realizar afirmaciones de rigor que permitan conocer el error de la muestra o el nivel de confianza.

**Método de aplicación:** Encuesta presencial

**Análisis estadístico:** el análisis estadístico de tipo descriptivo se realizara con la herramienta SPSS (IBM SPSS *Statistical Package for the Social Sciences*), en que se realizara la correlación de variables y validación de datos.

#### FORMULACIÓN DE LA ENCUESTA

Inicialmente la encuesta propone recoger información demográfica que permita caracterizar la muestra con rango de edad y género, con el fin de establecer criterios que permitan asociarse con las respuestas del resto de la encuesta, puesto que la edad influye en la agudeza visual, las preguntas 1 y 2 permiten establecer grupos para el posterior análisis estadístico.

- **Pregunta 1 y 2**

1. Edad: \_\_\_\_\_

2. Sexo: M\_\_\_ F\_\_\_\_\_

Dado que la cercanía a las ventanas y el tipo de oficina son factores determinantes en la disponibilidad de luz para los puestos de trabajo, se propone la recolección de información que

permita caracterizar de manera general el puesto de trabajo de cada encuestado con las preguntas 3 y 4.

- **Pregunta 3**

3. *Escoja la opción que describa su tipo de oficina*

- oficina privada cerrada
- oficina cerrada compartida con otras personas
- cubículos con divisiones de 1.5 metros de altura o más
- cubículos con divisiones por debajo de 1.5 metros de altura
- Área de trabajo abierta sin divisiones
- Otro. ¿Cuál? \_\_\_\_\_

- **Pregunta 4**

4. *¿A qué distancia se encuentra su puesto de trabajo de las ventanas?*

- Inmediatamente al lado de la ventana
- A menos de 3 metros de la ventana
- Entre 3 y 6 metros de la ventana
- A más de 6 metros de la ventana

Las siguientes preguntas corresponden a afirmaciones en las que el usuario debe contestar según su nivel de acuerdo o desacuerdo según su percepción. La escala escogida para la administración de los datos estadísticos es **la escala de Likert** ya que permite evaluar el nivel de acuerdo o desacuerdo con respecto a un ítem, es usada para conocer las actitudes y el grado de conformidad para finalmente atribuir una puntuación total otorgando los siguientes valores entre muy de acuerdo y muy en desacuerdo.

Muy de acuerdo= 5

Moderadamente de acuerdo =4

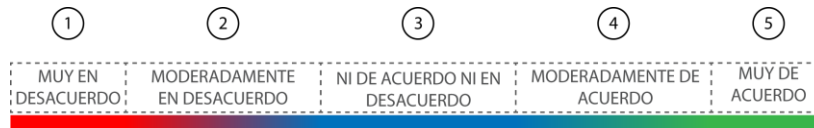
Ni de acuerdo ni en desacuerdo = 3

Moderadamente en desacuerdo= 2

Muy en desacuerdo= 1

Las preguntas 5 a 13 serán evaluadas para un rango de satisfacción máxima en que todas las preguntas son contestadas con 5 obteniendo un puntaje de 45. Se utiliza como referencia una

escala grafica de colores tipo semáforo, como se indica en la Imagen 3; para persuadir la comprensión de las afirmaciones presentadas; éstas están redactadas con tendencia positiva; es decir, las afirmaciones tienden a demostrar la satisfacción visual con una puntuación de 5; por tanto si una de estas afirmaciones resulta con puntajes de desacuerdo permitirá identificar rápidamente problemas puntuales en el puesto de trabajo.



**Imagen 3. Escala de Likert propuesta**

FUENTE: Elaboración Propia

- **Pregunta 5**

*La cantidad de luz en su puesto de trabajo le permite desarrollar sus actividades cómodamente*

Objetivo: Permite determinar subjetivamente el nivel de satisfacción de las personas con el nivel de iluminancia disponible en su puesto de trabajo. Una respuesta con 1 demostraría bajos niveles de iluminancia y 5 niveles aceptables, suficientes, o superiores a la iluminancia cómoda en el puesto de trabajo, un nivel superior o molesto de iluminancia podría corroborarse con la pregunta 7.

- **Pregunta 6**

*Su puesto de trabajo está libre de sombras molestas*

Objetivo: Permite determinar la uniformidad de la luz en el puesto de trabajo una respuesta en 1 demostraría algún riesgo de deslumbramiento, posible discontinuidad o contraste en los niveles de luz en el puesto de trabajo.

- **Pregunta 7**

*Su puesto de trabajo está libre de brillos o reflejos molestos*

Objetivo: Permite determinar si en el puesto de trabajo se presentan reflejos que principalmente se dan en pantallas digitales, en alguna superficie del mobiliario disponible o como situación externa del edificio que puede afectar directamente al ocupante.

- **Pregunta 8**

*La cercanía de su puesto de trabajo con las ventanas le permite desarrollar sus actividades con normalidad*

Objetivo: Indicar algún riesgo de deslumbramiento procedente de la excesiva disponibilidad de luz cerca a la ventana por la que el ocupante prefiere estar más lejos de ella o por el contrario disconformidad con la luz natural disponible por alejamiento de la ventana, este dato se puede comparar con la pregunta 4.

- **Pregunta 9**

*La vista al exterior disponible desde su ventana es agradable*

Objetivo: Ya que la certificación LEED sugiere que las vistas al exterior propician el aprovechamiento de la luz natural y generan efectos positivos en los ocupantes según (Reinhart, Mardaljevic y Rogers 2006) las vistas al exterior presentan deficiencias ya que dependen del contenido de las mismas y de objetos externos que puedan obstruir la conexión con el exterior. Un alto nivel de satisfacción demuestra la calidad de las vistas y se puede relacionar directamente con la cercanía a las ventanas de la pregunta 4.

- **Pregunta 10**

*La luz natural es mejor que la artificial para mantener niveles de iluminación cómodos en el puesto de trabajo*

Objetivo: Determinará la preferencia de la luz natural o artificial según el nivel de acuerdo, una respuesta en desacuerdo evidenciaría problemas relacionados con las preguntas 4, 8 y 9

- **Pregunta 11**

*Puedo trabajar cómodamente con algunas luces eléctricas apagadas*

Objetivo: Permite identificar si el usuario reconoce el potencial energético de la iluminación natural, una respuesta en 5 correspondería a un gran aporte de luz natural y una respuesta 1 demostraría que la mayor parte de la iluminación la aporta la luz artificial. Valores que serán reconocidos con la visita de campo.

- **Pregunta 12**

*Las luces eléctricas no son demasiado brillantes*

Objetivo: Permite identificar la satisfacción de los ocupantes con el diseño de la iluminación artificial identificando si existe demasiada de luz que pueda resultar molesto en los puestos de trabajo.

- **Pregunta 13**

*Al finalizar la jornada laboral no ha presentado algún síntoma de molestia o fatiga visual*

Objetivo: Permite identificar si anomalías en la iluminación del edificio están causando con frecuencia algún problema de salud en sus ocupantes, una respuesta 5 evidenciaría problemas de reflejos molestos, deslumbramiento o alto contraste en la iluminación relacionados con las preguntas 5, 6 y 7.

A partir de la pregunta 14 se propone el análisis de tipo descriptivo bivariado con respuesta SI o NO, a fin de determinar la situación de los usuarios con los sistemas de control de la iluminación artificial y su voluntad de cambio.

- **Pregunta 14**

*¿Conoce el sistema de control de la iluminación artificial presente en el edificio? SI ( ) NO ( )*

Objetivo: Ya que el usuario es quien finalmente potenciara el ahorro energético en la etapa de uso del edificio. (R. Rodriguez y Pattini. 2010) se propone reconocer mediante esta parte de encuesta el conocimiento acercamiento y voluntad de cambio que el mismo tiene con respecto a los sistemas de control automatizado presentes en el edificio.

- **Pregunta 15**

*¿Es posible para usted modificar las variables de control de la iluminación artificial en su puesto de trabajo? SI ( ) NO ( )*

Objetivo: Determina si las variables de iluminación eléctrica en el puesto de trabajo responden a la voluntad del usuario o a una configuración automatizada con respecto a otras variables que desconocen al usuario.

- **Pregunta 16**

*¿Desearía modificar las condiciones de luz artificial en su puesto de trabajo? SI ( ) NO ( )*

Objetivo: Determina la voluntad de cambio de las condiciones de luz que probablemente se deriven de problemáticas en la iluminación que se pueden evaluar en los puntos anteriores.

• **Pregunta 17**

¿Su puesto de trabajo tiene mecanismos de control de la luz natural como persianas o cortasoles?

**SI ( ) NO ( )**

Objetivo: Ya que las persianas o cortasoles generalmente se disponen en los edificios para controlar características térmicas del mismo derivadas a la gran superficie vidriada disponible, el uso de las mismas incide sobre la cantidad de luz disponible en el espacio de trabajo. Esta pregunta permite determinar si en el espacio se está controlando el ingreso de la luz y relacionado con las preguntas anteriores determinar si además estos obedecen al control del deslumbramiento

• **Pregunta 18**

¿Es posible accionarlos manualmente desde su puesto de trabajo? **SI ( ) NO ( )**

Objetivo: Permite conocer la situación de estos mecanismos de control de la luz y si el usuario puede adaptarlos a su situación en particular

• **Pregunta 19**

¿Desearía poder accionar los sistemas de control de la luz natural? **SI ( ) NO ( )**

Objetivo: Permite determinar si existe la voluntad de cambio por parte de los ocupantes para tener mayor comodidad en los niveles de luz o si su funcionamiento es correcto a pesar de ser automatizados.

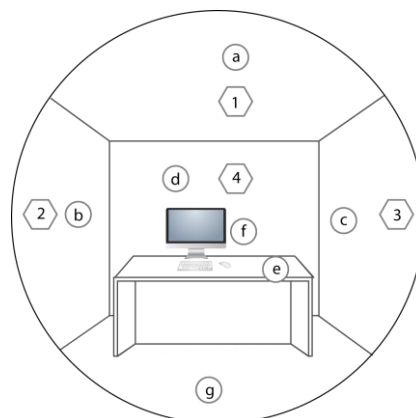
Posteriormente la encuesta propone 4 preguntas de selección múltiple que permitan recoger mayor información por parte de los ocupantes sobre fuentes de problemas, percepción general de la iluminación y posible voluntad de cambio de su situación actual.

• **Pregunta 20**

20. Según el grafico escoja la posible fuente de deslumbramiento y la superficie de reflejo en su puesto de trabajo dentro de su campo visual.

**SUPERFICIE DE REFLEJO:**

- a. Cielo raso
- b. Muro izquierdo
- c. Muro derecho
- d. Muro frontal
- e. Plano de trabajo
- f. Pantalla computador
- g. Piso



**FUENTE DE DESLUMBRAMIENTO:**

- 1. Ventana superior
- 2. Ventana izquierda
- 3. Ventana Derecha
- 4. Ventana Frontal

Objetivo: Mediante un gráfico de ubicación en el plano visual permite identificar la principal fuente de deslumbramiento y la superficie de reflejo que cause incomodidad por el exceso de luz en los puestos de trabajo.

- **Pregunta 21**

21. *Considera usted que la iluminación en su puesto de trabajo es:*

- a. *Adecuada*
- b. *Algo molesta*
- c. *Molesta*
- d. *Muy molesta*

Objetivo: reconocer la percepción general de la situación de la iluminación en el puesto de trabajo de los usuarios, respuesta que puede compararse con los resultados de los ítems anteriormente consultados.

- **Pregunta 22**

22. *Si usted pudiera regular la iluminación para estar más cómodo, preferiría tener:*

- a. *Más luz*
- b. *Sin cambio*
- c. *Menos luz*

Objetivo: reconocer la voluntad de cambio en la iluminación general del puesto de trabajo. La respuesta a. reflejaría bajos niveles de iluminación; la c. por el contrario altos niveles y la b. conformidad con la situación actual sin necesidad de cambio.

- **Pregunta 23**

23. *Seleccione la opción que describa su vista al exterior desde la ventana:*

- a. *Ventana con vista a la ciudad*
- b. *Ventana con vista a la naturaleza*
- c. *Ventana con vista al cielo*
- d. *Sin ventanas*

Objetivo: Permite la caracterización de las condiciones de trabajo, en el caso de las encuestas realizadas vía digital, en que no se tenga contacto con el encuestado permitiría obtener información sobre las características generales del puesto de trabajo.



- **Pregunta 24**

24. Agregue un comentario que considere relevante para mejorar las condiciones de iluminación en su puesto de trabajo:

---

---

Finalmente la encuesta deja un espacio abierto a la opinión ante posibles problemas o situaciones específicas que pueda presentarse en el puesto de trabajo o casos aislados que puedan presentar incomodidad visual, la pregunta 24 se formula como una pregunta simple de opinión que puede o no, ser respondida por el encuestado.

Esta primera formulación de la encuesta corresponde a la que se aplicara como prueba piloto en puestos de trabajo de oficina en un escenario similar al escogido para la validación.

#### **4.2. Prueba Piloto de Encuesta Post Ocupacional**

Se realiza un pre test de la encuesta propuesta con el fin de identificar falencias en la comprensión del instrumento, tiempo de realización para la futura reformulación y corrección de la misma. En un escenario similar al propuesto inicialmente como muestra, se desarrolla con el fin de evaluar 3 aspectos principales (URBANO y YUNI 2006):

1. Comprensión de las preguntas y las categorías de las respuestas
2. Orden de las preguntas
3. Duración de la encuesta

La prueba piloto se realiza a 10 personas que desempeñan labores de oficina en una empresa de abogados, divididas en dos grupos, el primero se encuentra en el piso 4 y el segundo en el piso 7 del mismo edificio, los resultados obtenidos se encuentran en el ANEXO 1.

#### **4.2. Corrección de la Encuesta Post Ocupacional**

La imagen 4 y 5 corresponden a la versión final de la encuesta cuyo formato se validará en el caso de estudio escogido para la realización de la evaluación post ocupacional, los principales cambios realizados fueron en el orden de las preguntas y el cambio de lenguaje para que el encuestado no presentara confusiones.

Capítulo 4. Encuesta post ocupacional de satisfacción visual



**ENCUESTA DE PERCEPCION DEL CONFORT VISUAL EN PUESTOS DE TRABAJO  
FONDO DE VIGILANCIA Y SEGURIDAD DE BOGOTÁ - EDIFICIO SAN MARTIN**

**OBJETIVO:** Comprobar la satisfacción visual de los usuarios en el espacio de trabajo y su acercamiento a los sistemas de control de la luz artificial. Con el fin de mejorar las condiciones de confort visual en los puestos de trabajo y resolver posibles problemas asociados a la iluminación.

Por favor lea cada una de las siguientes preguntas y responda a continuación

1. Edad: \_\_\_\_\_
2. Sexo: M ( ) F ( )
3. Escoja la opción que describa su tipo de oficina:
  - a. oficina privada cerrada
  - b. oficina cerrada compartida con otras personas
  - c. cubículos con divisiones de 1.5 metros de altura o más
  - d. cubículos con divisiones por debajo de 1.5 metros de altura
  - e. Área de trabajo abierta sin divisiones
  - f. Otro. ¿Cuál? \_\_\_\_\_
4. ¿A qué distancia se encuentra su puesto de trabajo de las ventanas?
  - a. Inmediatamente al lado de la ventana
  - b. A menos de 3 metros de la ventana
  - c. Entre 3 y 6 metros de la ventana
  - d. A más de 6 metros de la ventana
5. Seleccione la opción que describa su vista al exterior desde la ventana:
  - a. Ventana con vista a la ciudad
  - b. Ventana con vista a la naturaleza
  - c. Ventana con vista al cielo
  - d. Sin ventanas

Responda en una escala de 1 a 5 siendo 1 muy en desacuerdo y 5 muy de acuerdo, cada una de las siguientes afirmaciones con respecto a la situación de su puesto de trabajo:

	1	2	3	4	5
	MUY EN DESACUERDO	MODERADAMENTE EN DESACUERDO	NI DE ACUERDO NI EN DESACUERDO	MODERADAMENTE DE ACUERDO	MUY DE ACUERDO
	MUY EN DESACUERDO				MUY DE ACUERDO
6. La cantidad de luz en su puesto de trabajo le permite desarrollar sus actividades cómodamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Su puesto de trabajo está libre de sombras molestas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Su puesto de trabajo está libre de brillos o reflejos molestos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. La cercanía de su puesto de trabajo con las ventanas le permite desarrollar sus actividades con normalidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. La vista al exterior disponible desde su ventana es agradable	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11. La luz natural es mejor que la artificial para mantener niveles de iluminación cómodos en el puesto de trabajo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12. Puedo trabajar cómodamente con algunas luces eléctricas apagadas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
13. Las luces eléctricas no son demasiado brillantes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
14. Al finalizar la jornada laboral no ha presentado algún síntoma de molestia o fatiga visual	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Imagen 4. Encuesta Corregida Parte 1**

Fuente: elaboración propia

Capítulo 4. Encuesta post ocupacional de satisfacción visual

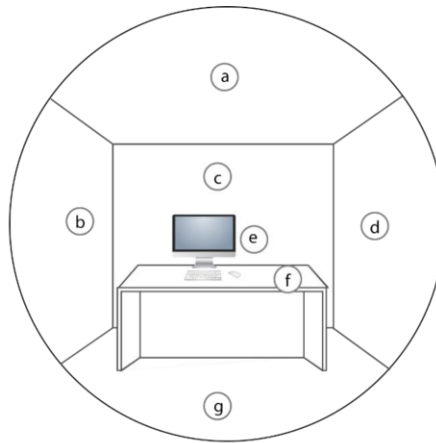
Responda Sí o No

15. ¿Conoce el sistema de control de luz artificial presente en su oficina? **SI ( ) NO ( )**
16. ¿Es posible para usted modificar las variables de control de la iluminación artificial en su puesto de trabajo? **SI ( ) NO ( )**
17. ¿Desearía modificar las condiciones de luz artificial en su puesto de trabajo? **SI ( ) NO ( )**
18. ¿Su puesto de trabajo tiene mecanismos de control de la luz natural como persianas o cortasoles? **SI ( ) NO ( )**
19. ¿Es Posible accionarlos manualmente desde su puesto de trabajo? **SI ( ) NO ( )**
20. ¿Desearía poder accionar los sistemas de control de la luz natural? **SI ( ) NO ( )**

Escoja una opción

21. Según el grafico escoja una o más superficies donde posiblemente se refleje el exceso de luz en su puesto de trabajo

- a. Cielo raso
- b. plano izquierdo
- c. plano frontal
- d. plano derecho
- e. Pantalla computador
- f. Plano de trabajo (escritorio)
- g. Piso
- h. otra, ¿Cuál? \_\_\_\_\_
- i. no existe reflejo de ningún tipo



22. Considera usted que la iluminación en su puesto de trabajo es:

- a. Adecuada
- b. Algo molesta
- c. Molesta
- d. Muy molesta

23. Si usted pudiera regular la iluminación para estar más cómodo, preferiría tener:

- a. Más luz
- b. Sin cambio
- c. Menos luz

24. Agregue un comentario que considere relevante para mejorar las condiciones de iluminación en su puesto de trabajo (opcional)

---



---



---



---

**Imagen 5. Encuesta Corregida Parte 2**

Fuente: elaboración propia

## Capítulo 5. Cuestionario de Visita Técnica y Reconocimiento

Como segunda parte de la metodología propuesta se realiza el diseño de un cuestionario que sirva de referencia en la visita técnica a realizar en el marco de una evaluación post ocupacional, que permita comprobar las condiciones de iluminación en los puestos de trabajo a analizar, la caracterización de los espacios y la indagación de aspectos que permitan integrarse con la encuesta realizada a los ocupantes además de aquellos que no sean posibles de evaluar por parte del ocupante.

La herramienta permite la observación y recolección de información relevante para su posterior análisis en la elaboración de un informe, incluidas las mediciones fotométricas con su respectivo registro fotográfico. Se realiza a manera de un formato que se utilizara simultáneamente en la prueba piloto de las encuestas ocupacionales a fin de validar la herramienta e identificar falencias o carencias en su aplicación o la necesidad de añadir más ítems para obtener información detallada de gran importancia.

Como se indica en el ANEXO 2, el cuestionario contiene instrucciones para la recolección de información sin embargo a continuación se retomaran los ítems propuestos con sus respectivos objetivos y estructura propuesta.

### 5.1. Formulación del Cuestionario

Se propone dividir el cuestionario en 3 partes que comprenden la caracterización del espacio de trabajo y los distintos factores que influyen en el confort visual, a fin de facilitar la recolección de la información y disponer de un orden en la misma:

1. Entorno
2. Espacio de trabajo
3. Mediciones y Fotografías

A manera de encabezado se propone indicar la fecha, hora de inicio y final de la visita y detalles de nombre y dirección del edificio para identificar el formulario en el caso que se realice en más de un objeto de estudio

Fecha: \_\_\_\_\_

Hora de inicio: \_\_\_\_\_

Hora final: \_\_\_\_\_

Nombre del Edificio: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

## 1. ENTORNO

### Registro de condiciones exteriores

Se sugiere el registro fotográfico de las condiciones del cielo al momento de realizar la evaluación, además de proponer opciones múltiples para su caracterización rápida; e identificar las obstrucciones exteriores mediante un croquis general de localización donde se enfatiza en identificar las características de los elementos cercanos al área de estudio que puedan modificar, alterar y/o obstruir la entrada de luz a la zona de estudio, también tener la referencia de la orientación del edificio. Se sugiere realizar un gráfico sin embargo ésta información puede ser consultada con anterioridad, para facilitar la caracterización de los espacios interiores.

- **Tipo de Cielo:** *Registre las condiciones del cielo al momento de realizar la evaluación mediante Imagen del cielo con lente ojo de pez, frente a la fachada del edificio. Escoja la condición cercana al tipo de cielo:*
  - Despejado     Mayormente despejado     Parcialmente nublado     Mayormente nublado
  - Nublado
- **Obstrucciones Exteriores** *(Realizar un croquis general de la localización del edificio y señale en él los elementos exteriores significativos que influyan en la entrada de luz al interior, como: muros, vegetación, lotes de parqueo, edificios adyacentes de gran altura, etc. Indicar la superficie de la de los elementos y el norte mediante una flecha)*

## 2. ESPACIO DE TRABAJO

Dado que la evaluación se realizara principalmente sobre un piso tipo, se propone la recolección de información desde los aspectos generales hasta escoger los puestos de trabajo representativos del área de estudio. Esta información puede consultarse con anterioridad con la administración del edificio a analizar para facilitar el reconocimiento de los puestos de trabajo, se sugiere realizar el registro fotográfico de cada puesto de trabajo a analizar, ya que los mismos son los que se

utilizaran para realizar las mediciones; sin embargo cada caso de evaluación puede presentar particularidades y no se puede tener acceso a todos los puestos de trabajo, en ese caso se propone identificar los puestos de trabajo representativos en su ubicación, mobiliario tipo y actividad para tener un panorama general de la organización de la oficina en el espacio de trabajo.

- *Plano general de ubicación de los puestos de trabajo en el área de estudio*

Se sugiere un espacio para realizar un gráfico a manera de croquis que puede ser consultado con anterioridad. Cada puesto de trabajo se identificara como estación, donde se realizara el registro fotográfico, las mediciones y la recolección de información

## **VENTANA**

Dado que el principal acceso de la luz al interior de las edificaciones es la superficie de ventana, el formulario presenta una lista de chequeo, tablas para facilitar la redacción de la información donde se identifica el tipo, dimensiones de ventanas y antepecho, el tipo de superficie de marco de ventana y tipo de vidrio para su posterior uso en el análisis de la información, como lo indica la Tabla 6, siempre apoyado en el registro fotográfico ya que estos espacios serán objeto de simulaciones lumínicas y toda esta información es relevante para este paso de la Evaluación post ocupacional.

- **Acceso de la iluminación natural**
  - Iluminación cenital*  *ventanas lateral*  *ambas*
- **Altura piso- techo:** \_\_\_\_\_
- **Altura antepecho:** \_\_\_\_\_
- **Tipo de protección Solar:**
  - Persianas exteriores*
  - Cortasoles exteriores*
  - Voladizos*
  - Muro cortina*
  - Persiana manual interior*
  - Persiana automática interior*
  - Cortina enrollable traslucida*
  - Roller (Blackout)*

Características	Material	Color
Marco de Ventana		
Superficie Vidriada		
Protección Solar		

**Tabla 6. Características de Ventana**

Fuente: Elaboración propia

- **Superficies del área de estudio**

Se sugiere el uso de una tabla que permita el registro de material, color textura y condición de mantenimiento de las superficies, información relevante para su posterior uso en las simulaciones y que mediante la observación es importante para identificar alguna problemática de reflejos molestos provenientes de las superficies en el puesto de trabajo del área de estudio, como lo indica la Tabla 7.

Superficies del área de estudio	Material	Color	Textura	Condición de la Superficie		
				Limpia	Media	Sucia
Cielo Raso						
Paredes						
Antepecho						
Piso						
Superficie de trabajo						

**Tabla 7. Superficies del área de estudio**

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se proponen 3 preguntas de opción múltiple que permiten la caracterización del puesto de trabajo, el tipo de oficina a evaluar, actividad que se realiza en el espacio y la distancia a la ventana para su posterior análisis

- **Tipo de puesto de trabajo:**

- oficina privada cerrada*
- oficina cerrada compartida con otras personas*
- cubículos con divisiones de 1.5 metros de altura o más*
- cubículos con divisiones por debajo de 1.5 metros de altura*
- Área de trabajo abierta sin divisiones*
- Otro. ¿Cuál? \_\_\_\_\_*

- **Distancia de la ventana:**

- Inmediatamente al lado de la ventana*
- A menos de 3 metros de la ventana*
- Entre 3 y 6 metros de la ventana*
- A más de 6 metros de la ventana*

• **Actividad:**

- Trabajo en papel (lectura, escritura, formularios)
- Trabajo del ordenador
- Control de equipo de oficina (fotocopiadora, fax)
- Reuniones (trabajo en Grupo)
- Otro: \_\_\_\_\_

Ya que se considera de gran relevancia la correlación entre instrumentos propuestos, la siguiente parte del cuestionario propone retomar la evaluación mediante la escala de Likert en que el evaluador toma el papel de encuestado y responde consideraciones de iluminación como si fuera un ocupante del espacio de trabajo. Se divide en dos partes, la primera evalúa la iluminación natural y la segunda evalúa la artificial.

• **Evaluación Subjetiva de la Iluminación Natural**

Responda las siguientes consideraciones en una escala de 1 a 5 (siendo 1 muy en desacuerdo y 5 muy de acuerdo) como si usted fuera un ocupante, basándose en su experiencia y en la relación con las condiciones de iluminación, como lo indica la Gráfica 4.

	MUY EN DESACUERDO	1	2	3	4	5	MUY DE ACUERDO
• La luz natural es suficiente para iluminar el espacio de trabajo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• La luz natural no es demasiado brillante y no causa molestias visuales o de resplandor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• Soy capaz de hacer mi trabajo sin problema de brillos o reflejos molestos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• La vista al exterior es agradable y no existen reflejos provenientes del exterior	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• No existe probabilidad de reflejos molestos en pantallas de computador provenientes de ventanas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• No existe probabilidad de reflejos molestos en superficies de muro o mobiliario	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• Puedo realizar actividades en este puesto de trabajo con algunas luces eléctricas apagadas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• La luz natural es uniforme y no genera sombras molestas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• Puedo regular la entrada de luz natural mediante persianas o cortinas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

**Gráfica 4. Evaluación subjetiva Iluminación Natural**

Fuente: elaboración Propia



• **Evaluación Subjetiva de la Iluminación Artificial**

Responda las siguientes consideraciones en una escala de 1 a 5 (siendo 1 muy en desacuerdo y 5 muy de acuerdo) como si usted fuera un ocupante, basándose en su experiencia y en la relación con las condiciones de iluminación, como lo indica la Gráfica 5.

	MUY EN DESACUERDO	1	2	3	4	5	MUY DE ACUERDO
• La luz eléctrica en el puesto de trabajo es suficiente		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• Las luces eléctricas no son demasiado brillantes y no causan molestias visuales o resplandor		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• Las luces eléctricas permiten una percepción adecuada de los colores según la tarea realizada		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• La luz artificial no causa reflejos molestos sobre las pantallas de computador		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• La luz artificial es uniforme y no genera sombras molestas		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

**Gráfica 5. Evaluación subjetiva de la iluminación artificial**

Fuente: Elaboración propia

• **Recolección de Información**

A continuación se propone la recolección de información correspondiente a la caracterización de la luz artificial presente en el espacio evaluado, como características de las luminarias, sistemas de control y algunos problemas derivados de las mismas que puedan afectar el confort visual de los ocupantes, como lo indican las tablas 8 y 9.

<b>Iluminación artificial</b>				
Tipo de Luminarias				
Bombillas por luminaria				
Numero de luminarias				
Numero de Filas				
Luminarias por fila				
Altura de Montaje				
Condición de las luminarias	Limpia		Medio	Sucio
Efectos Estroboscópicos	SI		NO	
Parpadeos Molestos	SI		NO	
Bombillas fundidas	SI		NO	

**Tabla 8. Iluminación Artificial**

Fuente: Elaboración propia

¿Existe un sistema Control Automático de la Iluminación Artificial?				
SI		NO	General	Individual
Atenuadores				
Sensores de presencia				
Temporizadores				
Persianas automáticas				
Otros:				

**Tabla 9. Control automático de luz artificial**

Fuente: Elaboración propia

Se proponen preguntas con respuesta SI ò NO que permitan identificar características puntuales de la iluminación en los puestos de trabajo así como fuentes de deslumbramiento que afecten a los usuarios y finalmente características del campo visual, la visualización de las tareas en el plano de trabajo, y algunas sugerencias rápidas que surjan en el momento de la evaluación a fin de mejorar el entorno de la iluminación a manera de preguntas abiertas que el evaluador responde según sea el caso

*Responda las siguientes preguntas de acuerdo al puesto de trabajo en evaluación*

- ¿Existe iluminación complementaria sobre el plano de trabajo? **SI**  **NO**

Tipo \_\_\_\_\_

- ¿Existen fuentes de deslumbramiento o incomodidad visual en el espacio de trabajo?

**SI**  **NO**

*Especifique el origen y la principal superficie de reflejo según el caso:*

\_\_\_\_\_

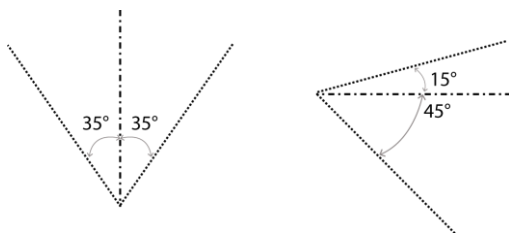
- ¿Existen obstáculos dentro del campo visual que dificulten la visualización de las tareas en el puesto de trabajo? **SI**  **NO**

**¿Cuáles?** \_\_\_\_\_

- ¿Los elementos de visualización están dentro de los siguientes límites?

Plano horizontal: **SI**  **NO**

Plano Vertical: **SI**  **NO**



- Describa otras deficiencias observadas que afecten la comodidad visual en el puesto de trabajo:

\_\_\_\_\_

- Sugiera como podría mejorarse el aprovechamiento de la luz natural en el espacio:

\_\_\_\_\_

### 3. MEDICIONES Y FOTOGRAFÍAS

Como lo indican las tablas 10 y 11, se propone una tabla para el registro ordenado de las mediciones y fotografías en la visita de campo. Modificable a las necesidades y número de puntos de medida.

- **MEDIDA DE ILUMINANCIA EN LOS PUESTOS DE TRABAJO**

Requisitos mínimos del luxómetro:

- Corrección de coseno
- Límite de error  $\pm 10\%$

Realizar un croquis del área de trabajo mostrando la ubicación del trabajador y los lugares donde se efectúan las medidas. Registre los datos obtenidos en la siguiente tabla:

HORA	ZONA O PUNTO DE MEDIDA	Altura puesto de trabajo	NIVEL DE ILUMINANCIA			OBSERVACIONES
			PLANO			
			VERTICAL	HORIZONTAL	INCLINADO	

Tabla 10. Formato de registro mediciones fotométricas

Fuente: Elaboración propia

- **REGISTRO FOTORAFICO**

El registro fotográfico debe realizarse al exterior e interior de la edificación y los puestos de trabajo evaluados, permitiendo el respaldo gráfico de los puntos anteriormente documentados.

FOTO No.	Descripción	Lugar

Tabla 11. Formato de registro fotográfico

Fuente: Elaboración propia

## **5.2. Prueba Piloto de Cuestionario de Visita**

La prueba piloto del cuestionario se realiza en dos escenarios que pese a encontrarse en el mismo edificio y corresponder a la misma empresa tienen características totalmente distintas por ello se utilizaron cuestionarios diferentes para registrar la caracterización del objeto de estudio; esta visita también sirvió para realizar los ajustes necesarios al instrumento diseñado como guía para las mediciones y la visita de campo.

La visita inició a las 8 am junto con el inicio de la jornada laboral se realizaron las mediciones en cada puesto de trabajo encuestado. Las condiciones de cielo resultaron variables en el rango de tiempo que se realizaron las mediciones y se efectuó el registro fotográfico de las mismas. La visita se realizó al mismo tiempo que las encuestas, en este caso por tratarse de un espacio reducido, el tiempo utilizado fue 1 hora, los resultados obtenidos se encuentran en el ANEXO 2, luego de las correcciones pertinentes el Cuestionario definitivo para la validación en el caso de estudio se encuentra en el ANEXO 4.

## Capítulo 6. Validación EPO en caso de estudio

### 6.1. Aplicación de la Encuesta Post Ocupacional

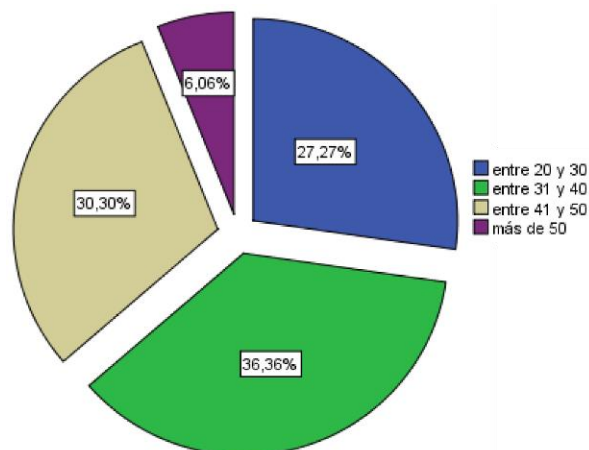
Se realiza la aplicación presencial de la encuesta a 33 ocupantes de puestos de trabajo del piso 34 del Edificio San Martín, cuya actividad principal es realizar funciones administrativas para el Fondo de Vigilancia y Seguridad de Bogotá, obteniendo los siguientes resultados, analizados mediante la herramienta de análisis estadístico SPSS (IBM SPSS *Statistical Package for the Social Sciences*), organizados en orden de preguntas según el formato de encuesta y finalmente la relación entre ellas.

#### 1. Edad

El personal de las oficinas se encuentra mayoritariamente entre los 20 y 50 años, representando el 93,95% de la muestra, como lo indican la Tabla 12 y la Gráfica 6.

RANGO DE EDAD	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
entre 20 y 30	9	27,3	27,3
entre 31 y 40	12	36,4	63,6
entre 41 y 50	10	30,3	93,9
más de 50	2	6,1	100
Total	33	100	

**Tabla 12. Rango de Edad**  
Fuente: Elaboración Propia



**Gráfica 6. Rango de edad agrupado**  
Fuente: Elaboración Propia

## 2. Sexo

Según la Tabla 13, de los 33 encuestados 18 corresponden a mujeres representando el 54.5 % del total de la muestra.

Sexo	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Masculino	15	45,5	45,5
Femenino	18	54,5	100
Total	33	100	

**Tabla 13. Sexo**

Fuente: Elaboración Propia

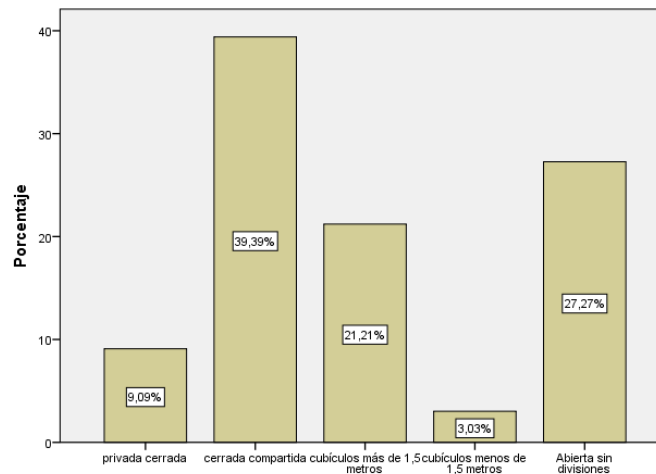
## 3. Tipo de oficina

El 39.4% de los encuestados se encuentra en oficinas cerradas compartidas, mientras que el 48.5% declara estar en oficinas abierta sin divisiones y cubículos de menos de 1.5mts, como lo indican la Tabla 14y la Gráfica 7, debido a las características del mobiliario la gran mayoría de las oficinas son compartidas en el mismo espacio en que cambia el número de personas de acuerdo a las dimensiones del mismo.

Tipo de Oficina	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
privada cerrada	3	9,1	9,1
cerrada compartida	13	39,4	48,5
cubículos más de 1,5 metros	7	21,2	69,7
cubículos menos de 1,5 metros	1	3	72,7
Abierta sin divisiones	9	27,3	100
Total	33	100	

**Tabla 14. Tipo de Oficina**

Fuente: Elaboración Propia

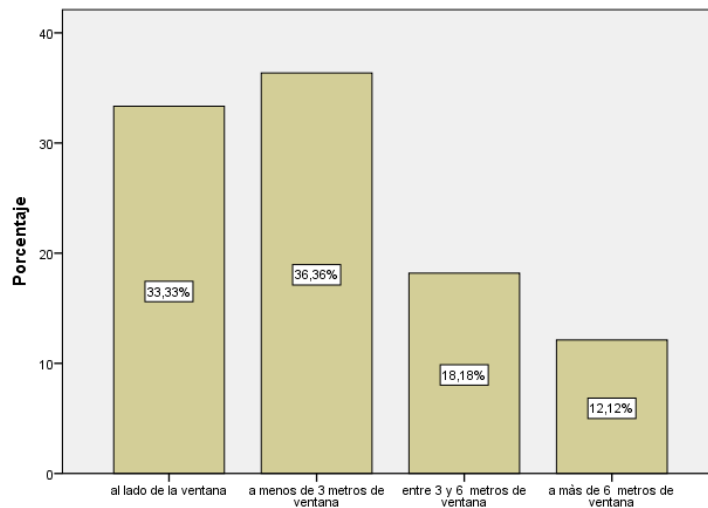


**Gráfica 7. Porcentaje según tipo de oficina**

Fuente: Elaboración Propia

#### 4. Distancia de la ventana

Según la Gráfica 8 , de los 33 encuestados sólo el 12.1 % se encuentra a más de 6 metros de ventana, probablemente son aquellos no tienen una ventana dentro de su campo visual.

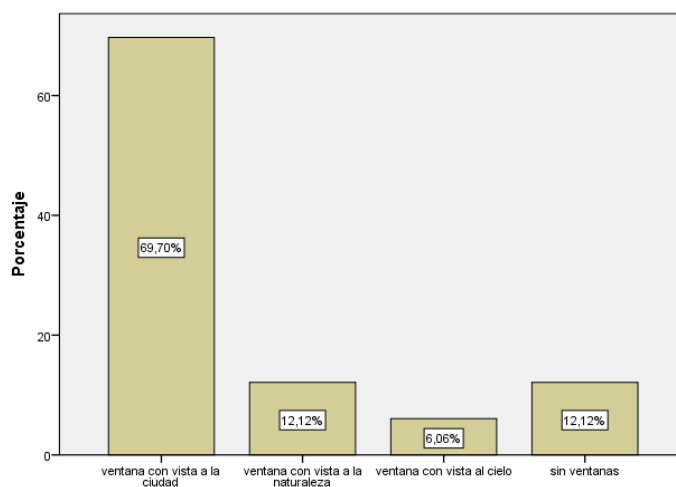


**Gráfica 8. Distancia a la ventana.**

Fuente: Elaboración Propia

#### 5. Vista al exterior desde la ventana

Como se muestra en la Gráfica 9, De los 33 encuestados, 4 de ellos que representan el 12.1% no tienen ventana ni vistas al exterior corroborando la información obtenida en la pregunta N° 4, el resto de ellos describe la vista desde su ventana según su ubicación con vista a la ciudad, la naturaleza para el caso del paisaje de los cerros orientales y vista al cielo por la altura de las ventanas en algunos espacios cuyo antepecho sobrepasaba los 1.50 mts de alto.



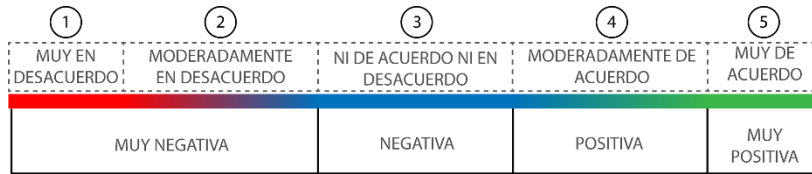
**Gráfica 9. Vista al exterior desde la ventana**

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se realiza la descripción de la satisfacción general y las 9 preguntas que proponen la escala de Likert para su valoración, en una escala de 1 a 5 siendo 1, muy en desacuerdo y 5 muy de acuerdo; para calificar el nivel de satisfacción con las condiciones de iluminación en el puesto de trabajo.

**SATISFACCION GENERAL**

Para determinar un indicador de satisfacción se sitúan los puntajes obtenidos de 1 a 5 en una escala de valoración que comprende 4 rangos: muy negativa, negativa, positiva y muy positiva, como lo indica la Imagen 6.



**Imagen 6. Indicador de Satisfacción según escala de Likert**

Fuente: Elaboración Propia

Estadísticos descriptivos de la escala general de Satisfacción								
	N	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desviación estándar	Asimetría	
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar
total	33	19	45	1106	33,52	6,18	-0,491	0,409

**Tabla 15. Datos Estadísticos descriptivos de la escala General de Satisfacción**

Fuente: Elaboración Propia

Estadísticos descriptivos para el promedio de la Satisfacción								
	N	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desviación estándar	Asimetría	
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar
TOTAL1	33	2,11	5	122,89	3,7239	0,68669	-0,491	0,409

**Tabla 16. Datos Estadísticos descriptivos del promedio de Satisfacción**

Fuente: Elaboración Propia

Para evaluar la satisfacción general del total de los encuestados, se encuentra un indicador mediante la sumatoria estadística del total de las respuestas obtenidas en la escala de Likert y la división por el puntaje total posible así:

$$\text{TOTAL POSIBLE} = \text{Puntaje máx. (Ítem)} * \text{Número de personas encuestadas} * \text{Numero de preguntas}$$

$$\text{TOTAL POSIBLE} = 5 * 33 * 9 = 1485$$

$$\text{INDICADOR TOTAL DE SATISFACCIÓN} = \frac{1106}{1485} = 0.7447$$



Este indicador se puede confirmar encontrando la media de las medias para el total de los encuestados y dividiéndola por el puntaje máximo de la escala, así:

$$\text{Media de las medias} = \frac{\text{media estadística}}{\text{numero de preguntas}}$$

$$\text{Media de las medias} = \frac{33.52}{9} = 3.7239$$

Luego,

$$\text{INDICADOR TOTAL DE SATISFACCIÓN} = \frac{\text{Media de las medias}}{\text{puntaje máximo (item)}} = 0.7447$$

Por lo tanto se puede concluir que el 74.47 % de los encuestados se encuentra satisfecho con los ítems propuestos para la evaluación del puesto de trabajo, ubicando el indicador en la misma escala propuesta el resultado sería positivo, por ello la evaluación de cada uno de las preguntas permitirá identificar problemáticas puntuales a distintos aspectos de la iluminación.

**6. La cantidad de luz en el puesto de trabajo le permite desarrollar sus actividades cómodamente**

De acuerdo a la Tabla 17, El 63.6% del total de los encuestados presenta valoraciones positivas en la calificación de la cantidad de luz mientras que el 36.4% presenta valoraciones negativas, 2 de los 33 encuestados califica con muy en desacuerdo, evidenciando problemas de exceso o falta de luz que más adelante se analizaran.

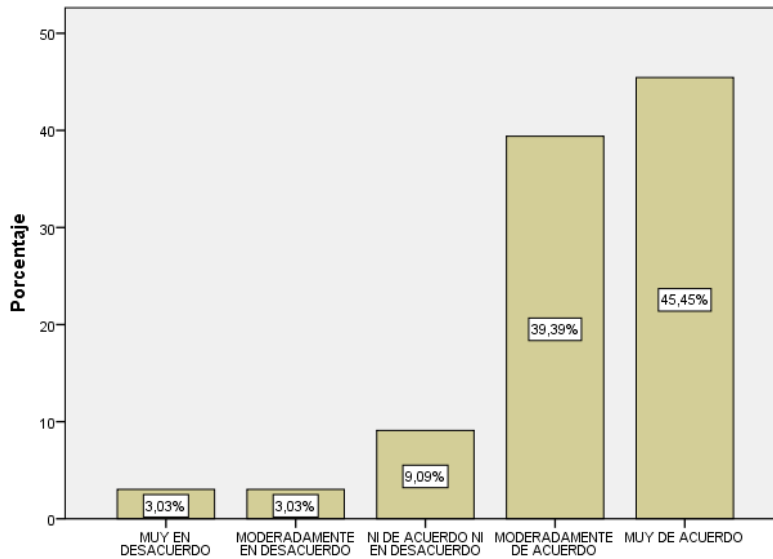
Pregunta 6. Cantidad de luz	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
MUY EN DESACUERDO	2	6,1	6,1
MODERADAMENTE EN DESACUERDO	5	15,2	21,2
NI DE ACUERDO NI EN DESACUERDO	5	15,2	36,4
MODERADAMENTE DE ACUERDO	10	30,3	66,7
MUY DE ACUERDO	11	33,3	100
Total	33	100	

**Tabla 17. Resultados Pregunta 6. Escala Likert**

Fuente: Elaboración Propia

**7. Su puesto de trabajo está libre de sombras molestas**

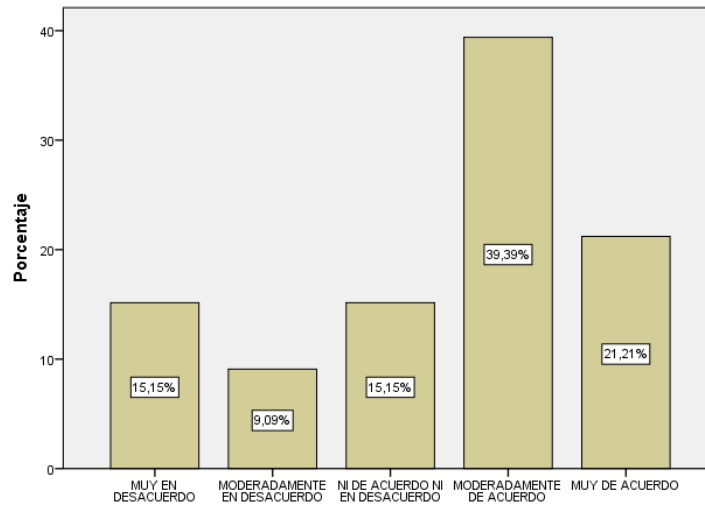
El 84.9% de los encuestados responde a valoraciones entre positivas y muy positivas, 4 y 5 para la escala de Likert, considerando que no existen problemas ocasionados por sombras molestas en el puesto de trabajo, como lo indica la Gráfica 10.



**Gráfica 10. Resultados pregunta 7. Escala Likert**  
Fuente: Elaboración Propia

**8. Su puesto de trabajo está libre de brillos o reflejos molestos**

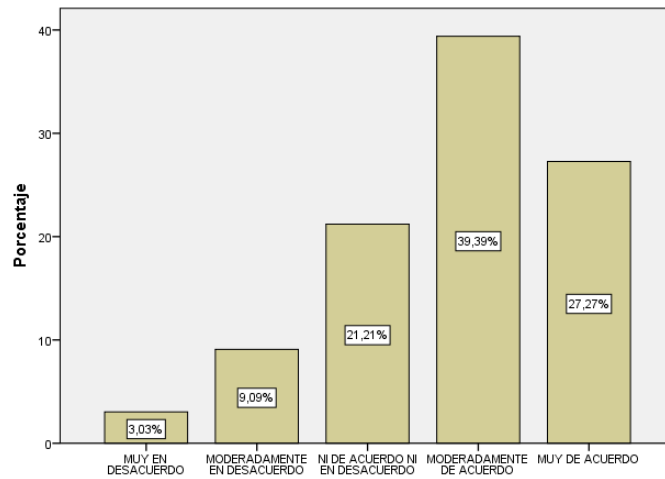
El 60.6% de los encuestados se encuentra de acuerdo con que su puesto está libre de reflejos molestos o deslumbramientos, sin embargo el 39.4% corresponde a 13 puestos de trabajo evaluados que se encuentran cercanos a zonas de iluminación natural y artificial sin ningún tipo de control posible, como lo indica la Gráfica 11.



**Gráfica 11. Resultados pregunta 8. Escala Likert**  
Fuente: Elaboración Propia

**9. La cercanía de su puesto de trabajo con las ventanas le permite desarrollar actividades con normalidad.**

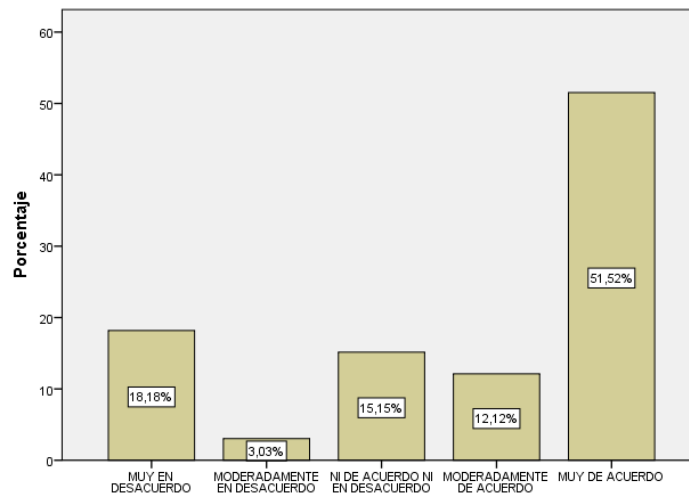
Según la Gráfica 12, el 33.3% de los encuestados declara que la cercanía de su puesto de trabajo con las ventanas no le permite estar cómodo con sus actividades, dato que coincide con el ítem anterior ya que considera que 11 encuestados presentan una valoración negativa de esta situación.



**Gráfica 12. Resultados pregunta 9. Escala Likert**  
Fuente: Elaboración Propia

**10. La vista al exterior desde su ventana es agradable**

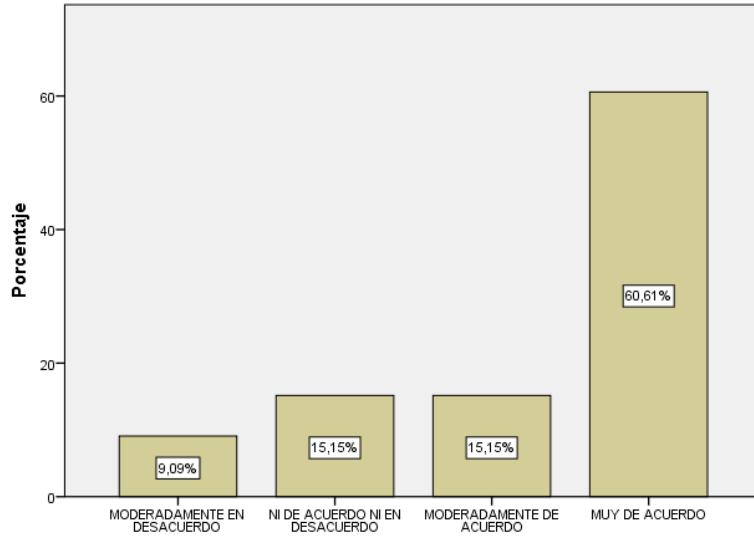
Como indica la Gráfica 13, el 63.6 % de los encuestados tiene una calificación agradable de su vista al exterior, el 36.4 % está en desacuerdo con calificar como agradable la vista desde su ventana ya que no permite visualizar ningún elemento por su ubicación y su altura con respecto al campo visual como puede comprobarse en el registro fotográfico.



**Gráfica 13. Resultados pregunta 10. Escala Likert**  
Fuente: Elaboración Propia

**11. La luz natural es mejor que la artificial para mantener niveles de iluminación cómodos en el puesto de trabajo**

El 75.8% de los encuestados valora positivamente la preferencia de la luz natural sobre la artificial, el 24.2 % restante considera una valoración negativa de la luz natural por los problemas asociados por su cercanía a la ventana, como lo indica la Gráfica 14.

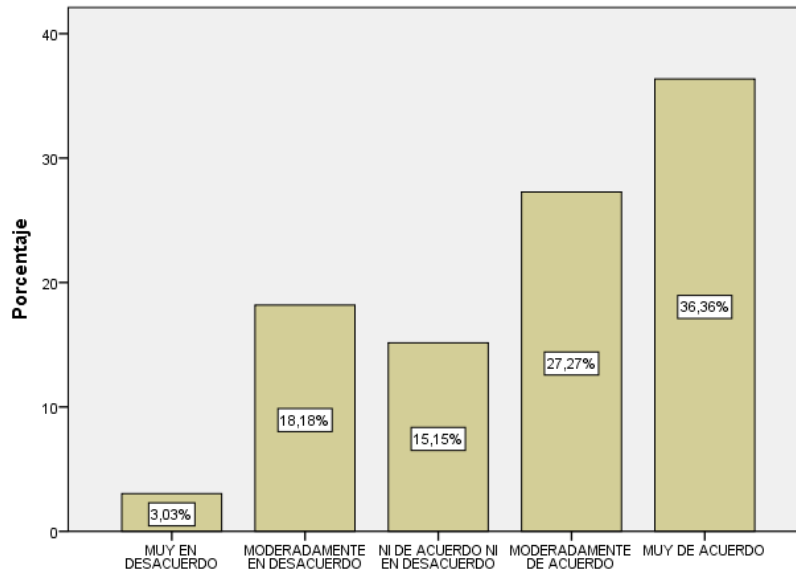


**Gráfica 14. Resultados pregunta 11. Escala Likert**

Fuente: Elaboración Propia

**12. Puedo trabajar cómodamente con algunas luces eléctricas apagadas**

El 63.7% de los encuestados considera que la luz natural es suficiente para trabajar cómodamente en sus puestos de trabajo, como lo indica la Gráfica 15.

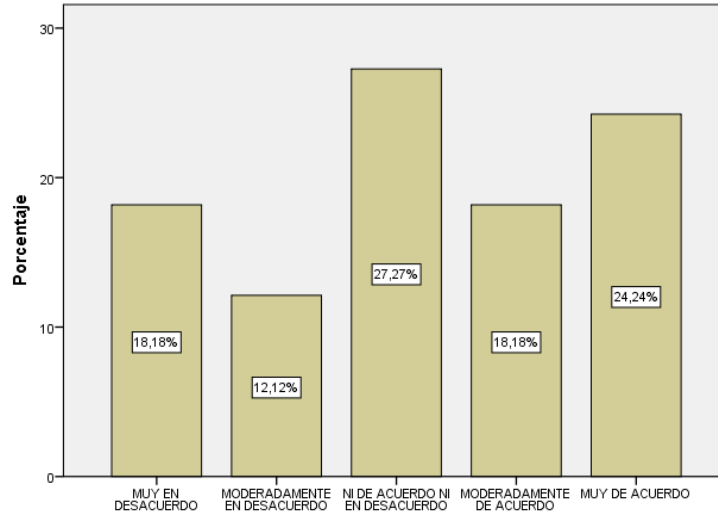


**Gráfica 15. Resultados pregunta 12. Escala Likert**

Fuente: Elaboración Propia

**13. Las luces eléctricas son demasiado brillantes**

El 57.6 % de los encuestados considera que la luz artificial no es demasiado brillante mientras que el 42.4% de ellos considera que la luz genera incomodidad en su puesto de trabajo debido a su brillo, como lo indica la Gráfica 16.

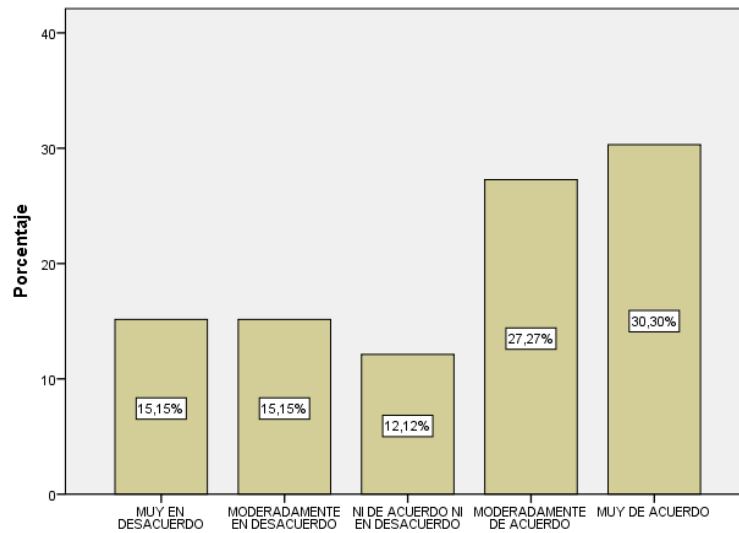


**Gráfica 16. Resultados pregunta 13. Escala Likert**

Fuente: Elaboración Propia

**14. Al finalizar la jornada laboral no ha presentado algún síntoma de molestia o fatiga visual**

El 42.4 % de los encuestados ha presentado algún síntoma de molestia o fatiga visual, que afecte su bienestar en el puesto de trabajo, como lo indica la Gráfica 17.

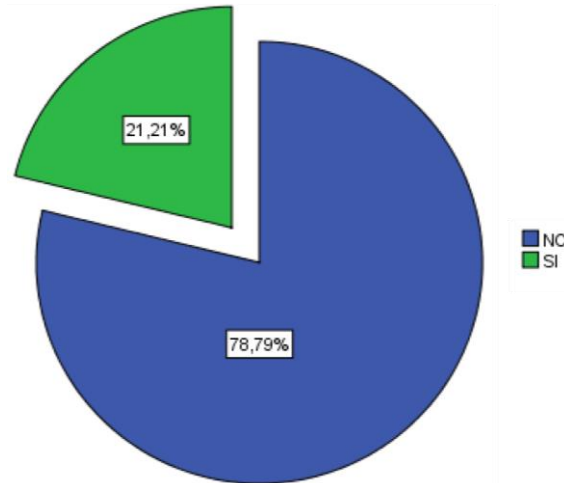


**Gráfica 17. Resultados pregunta 14. Escala Likert**

Fuente: Elaboración Propia

**15. ¿Conoce el sistema de control de luz artificial presente en su oficina?**

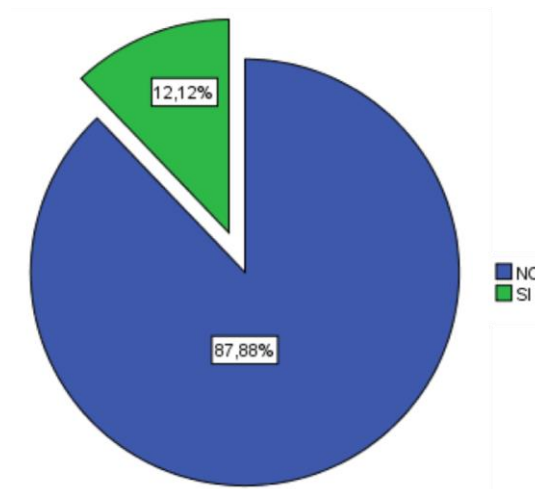
Como indica la Gráfica 18, el 78.8 % de los encuestados no conoce el control de luz artificial, el 21.2% restante considera conocerlo, sin embargo el control de luz artificial consiste en interruptores de la luz que no permiten ningún tipo de atenuación o dimerización de la misma.



**Gráfica 18. Resultados pregunta 15**  
Fuente: Elaboración Propia

**16. ¿Es posible para usted modificar las variables de control de la iluminación artificial en su puesto de trabajo?**

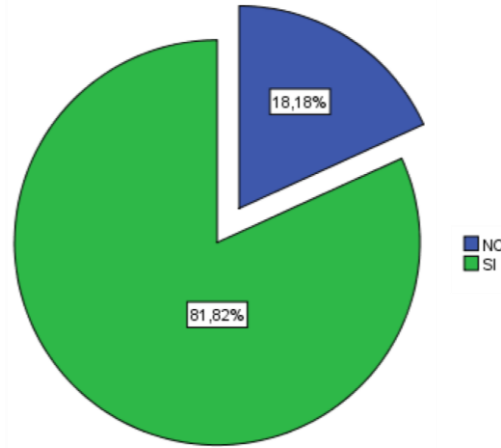
Como muestra la Gráfica 19, el 87.9% de los encuestados considera que no puede modificar las variables de iluminación artificial ya que la misma está diseñada para permanecer encendida todas las horas de uso bajo la misma intensidad, en el caso de algunas oficinas privadas, es posible acceder a controlar mediante interruptor la elección entre luz natural y artificial.



**Gráfica 19. Resultados pregunta 16**  
Fuente: Elaboración Propia

**17. ¿Desearía modificar las condiciones de luz artificial en su puesto de trabajo?**

Según la Gráfica 20, el 81.8% de los encuestados desearía poder modificar las condiciones de luz artificial en su puesto de trabajo debido a alguna molestia ocasionada por la misma, el 18.2% restante presenta conformidad con la iluminación en su puesto de trabajo.

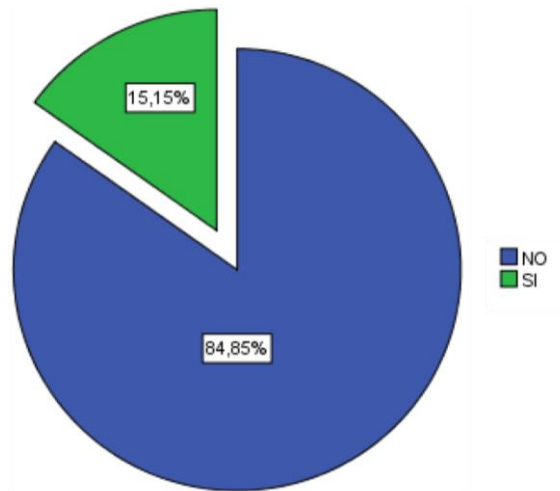


**Gráfica 20. Resultados pregunta 17**

Fuente: Elaboración Propia

**18. ¿Su puesto de trabajo tiene mecanismos de control de la luz natural como persianas o cortasoles?**

El 84.8 % de los encuestados responde que su puesto de trabajo carece de elementos de control de luz natural, como indica la Gráfica 21, sin embargo ninguno de los espacios visitados presenta persianas o cortasoles por lo que el 15.2% restante puede tratarse de puestos de trabajo donde no existe conexión con alguna ventana o la misma se encuentra a más de 6 metros del mismo

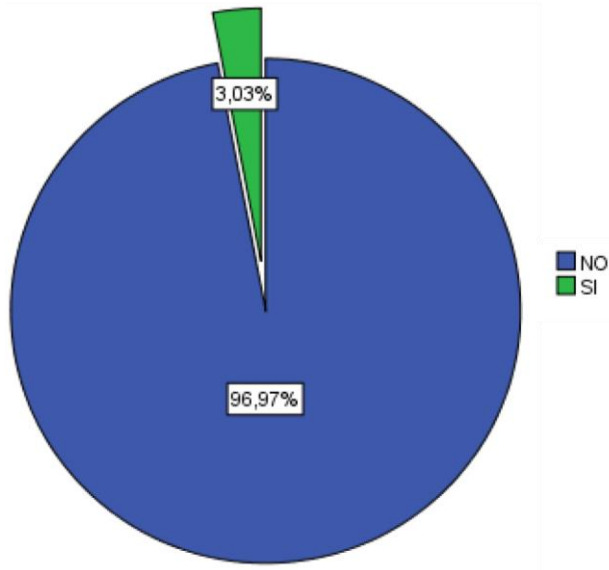


**Gráfica 21. Resultados pregunta 18**

Fuente: Elaboración Propia

**19. ¿Es Posible accionarlos manualmente desde su puesto de trabajo?**

Como indica la Gráfica 22, el 97% de los encuestados no puede accionar manualmente ningún elemento de protección de la luz natural desde su puesto de trabajo ya que estos no se encuentran presentes en el edificio analizado.

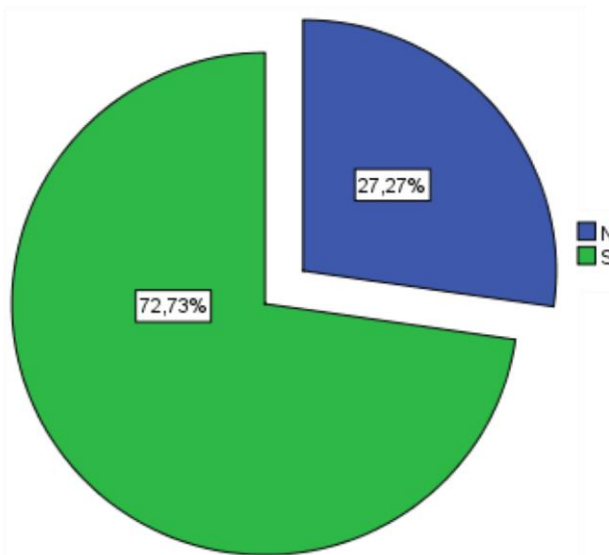


**Gráfica 22. Resultados pregunta 19**

Fuente: Elaboración Propia

**20. ¿Desearía poder accionar los sistemas de control de la luz natural?**

El 72,7% de los encuestados desearía poder accionar y en este caso contar con sistemas de control de la luz natural en su puesto de trabajo, como muestra la Gráfica 23.



**Gráfica 23. Resultados pregunta 20**

Fuente: Elaboración Propia



**21. Según el grafico escoja una o más superficies donde posiblemente se refleje el exceso de luz en su puesto de trabajo**

Este interrogante que permite señalar más de una respuesta puesto que los reflejos molestos pueden presentarse en más de una superficie dentro del campo visual tuvo como principal respuesta “el cielo raso”, exceso de luz proveniente de la luz artificial para un total de 11 respuestas, como indica la Tabla 18, significando el 26.8% del total de 41 respuestas y el 33.3 % del total de 33 encuestas realizadas, la segunda respuesta con mayor porcentaje es: “ninguna”, significando el 24.2% de la encuesta, en la que el encuestado considera no tener reflejos de ningún tipo, seguida de la pantalla de computador que obtuvo 7 respuestas. Las respuestas obtenidas en plano derecho, izquierdo y frontal consideran exceso de luz proveniente de las ventanas adyacentes.

Superficies de Reflejo	Respuestas		Porcentaje de casos
	N	Porcentaje	
Cielo raso	11	26,80%	33,30%
Plano izquierdo	6	14,60%	18,20%
Plano frontal	6	14,60%	18,20%
Plano derecho	3	7,30%	9,10%
Pantalla computador	7	17,10%	21,20%
Ninguna	8	19,50%	24,20%
Total	41	100,00%	124,20%

**Tabla 18. Resultados pregunta 21**

Fuente: Elaboración Propia

**22. Considera usted que la iluminación en su puesto de trabajo es:**

El 60.6% de los encuestados presenta respuestas que se derivan de la incomodidad en algún aspecto de la iluminación calificándola como algo molesta por 14 de 33 encuestados, molesta y muy molesta evidenciando tres niveles de insatisfacción. El 39.4% de los encuestados manifiesta como adecuada la situación de la iluminación en su puesto de trabajo, como se muestra en la Tabla 19.

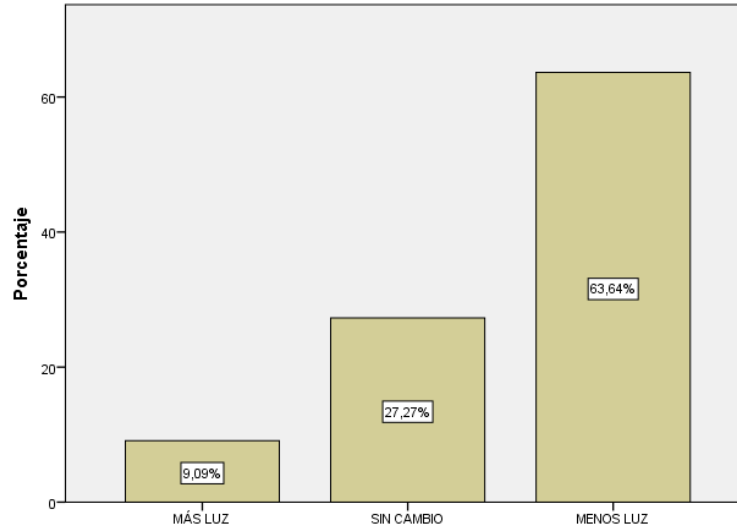
22. Considera usted que la iluminación en su puesto de trabajo es:	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
ADECUADA	13	39,4	39,4
ALGO MOLESTA	14	42,4	81,8
MOLESTA	2	6,1	87,9
MUY MOLESTA	4	12,1	100
Total	33	100	

**Tabla 19. Resultados pregunta 22**

Fuente: Elaboración Propia

### 23. Si usted pudiera regular la iluminación para estar más cómodo preferiría tener

Como se muestra en la Gráfica 24, el 63.6 % de los 33 encuestados preferiría tener menos luz en su puesto de trabajo, y solo el 9.1% de los encuestados desearía tener más luz, los cuales coinciden con los puestos de trabajo que no tienen acceso a ventana y el 27.3% tiene una aceptación con las condiciones de su puesto de trabajo.



**Gráfica 24. Resultados pregunta 23**

Fuente: Elaboración Propia

### 24. Comentarios

Se recibieron comentarios de 15 encuestados que significan el 45.45% de la muestra evidenciando mayormente su preferencia de la luz natural sobre la artificial, indicando problemas de salud como lagrimeo, dolor de cabeza, malestar en los ojos y manchas en la piel; por otro lado se manifiesta incomodidad por el color de la luz ya que al ser blanca resulta demasiado molesta para los ocupantes, además se sugiere tener control de la luz natural con protección solar para los puestos de trabajo adyacentes a las ventanas y regulación de la luz artificial ya que se considera como “demasiada”. Los comentarios obtenidos evidencian problemas en la salud de las personas y coincide con los resultados en la pregunta 14 donde el 42.4 % de los encuestados ha presentado algún síntoma de molestia o fatiga visual, que afecte su bienestar en el puesto de trabajo, como se muestra en la Imagen 7.

Persianas, cortinas o blackout para proteger del sol cuando pasa por las ventanas.
Poder regular la luz.
Sería mucho mejor poder trabajar con luz natural ya que con la que contamos, la artificial, es muy incomoda y dañina para la salud.
Control de luz blanca, molesta los ojos.
Considero que la luz natural es más que suficiente en mi puesto de trabajo, por lo tanto, no se requiere encender las luces artificiales.
Estoy conforme con la iluminación de mi puesto de trabajo, aunque uso lentes para el computador y la luz de las lamparas debido a que me irrita los ojos en ocasiones.
De pronto que los escritorios quedaran con más luz natural.
Falta cortinas, modificar el color luz (amarilla). Que todo el lugar tenga luz controlable.
Sería bueno, que cambiara la iluminación de color blanca ya que es algo incomoda por la de color amarillo, menos agotante para la visión.
Más luz natural.
La luz me ha manchado la cara y cuando termino mi jornada laboral, los ojos me duelen y tengo lagrimeo.
Me está molestando la visión y ocasionando manchas en la piel.
Demasiadas luminarias y sin control individual, con la luz natural es suficiente.
No cumple la oficina con los programas de seguridad industrial.
Mucha luz me genera constantes dolores de cabeza.

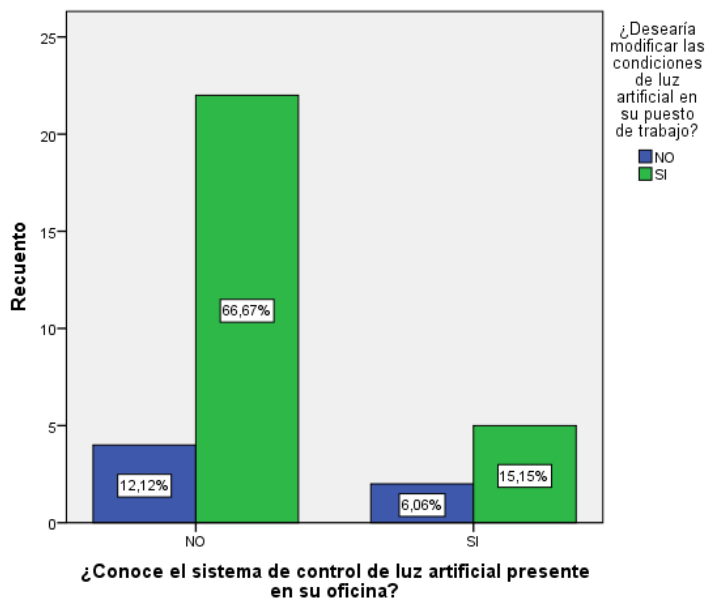
**Imagen 7. Comentarios pregunta 24**

Fuente: Elaboración Propia

Para profundizar el análisis y establecer relaciones entre los resultados obtenidos se propone realizar una tabulación cruzada que permita interpretar los resultados de varias preguntas.

**1. Pregunta 15 con pregunta 17: ¿Conoce el sistema de control de luz artificial presente en su oficina? \*¿Desearía modificar las condiciones de luz artificial en su puesto de trabajo?**

El 66.67 % de encuestados que no conoce el sistema de control de luz natural, desearía cambiar las condiciones de iluminación artificial en su puesto de trabajo, que sumado al 15.15% de aquellos que si declaran conocer el sistema de control, un total de 81.82 % de encuestados presentan voluntad de cambio en la iluminación artificial, como lo indica la Gráfica 25.

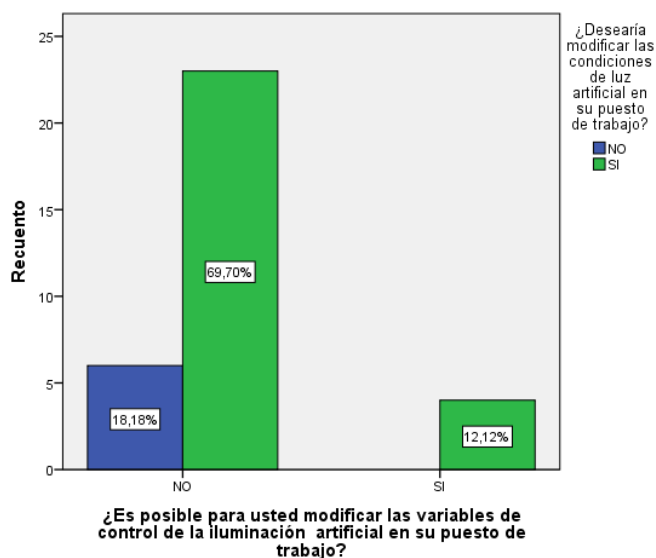


**Gráfica 25. Correlación pregunta 15 con 17**

Fuente: Elaboración Propia

**6. Pregunta 16 con pregunta 17: ¿Es posible para usted modificar las variables de control de la iluminación artificial en su puesto de trabajo?\*** ¿Desearía modificar las condiciones de luz artificial en su puesto de trabajo?

El 69.70% de los encuestados que no puede modificar las variables de iluminación desearía poder hacerlo, de igual manera la totalidad de los encuestados que si puede modificarlas. El 18.18 % del total de la encuesta, no tiene la posibilidad ni desearía modificar las condiciones de iluminación en su puesto de trabajo, como indica la Gráfica 26.

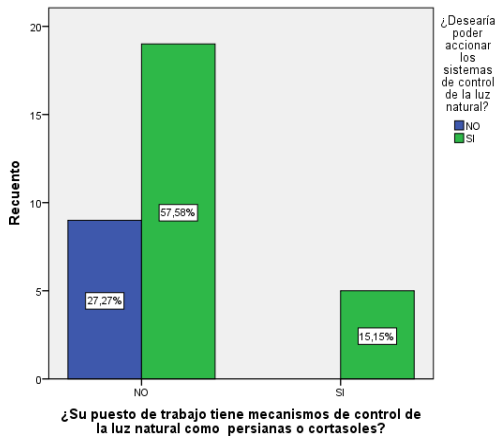


**Gráfica 26. Correlación pregunta 16 con 17**

Fuente: Elaboración Propia

**7. Pregunta 18 con pregunta 20: ¿Su puesto de trabajo tiene mecanismos de control de la luz natural como persianas o cortasoles? \*¿Desearía poder accionar los sistemas de control de la luz natural?**

Como indica la Gráfica 27, el 57.58% de los encuestados que no cuenta con mecanismos de control de luz natural desearía poder accionarlos de igual manera la totalidad de los que responde sí tener mecanismos de control, presenta voluntad para accionarlos; el 27.27% de los encuestados no cuenta con mecanismos de control ni desea accionarlos presentando conformidad con su situación actual.

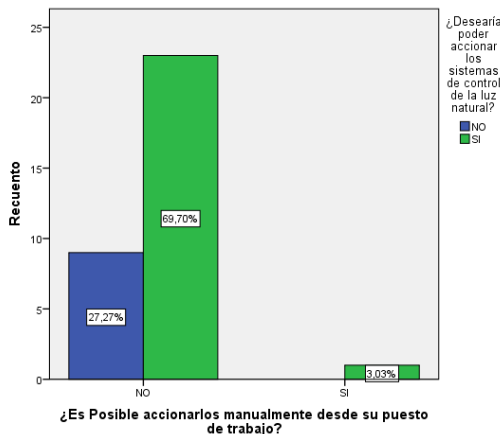


**Gráfica 27. Correlación pregunta 18 con 20**

Fuente: Elaboración Propia

**8. Pregunta 19 con pregunta 20: ¿Es Posible accionarlos manualmente desde su puesto de trabajo? \*¿Desearía poder accionar los sistemas de control de la luz natural?**

El 69.70% de los encuestados que no puede accionar sistemas de control de luz natural desearía poder hacerlo, de igual manera el 3.03% de los que sí puede accionarlos; el 27.27% de los encuestados no puede accionarlo ni desearía hacerlo, como lo indica la Gráfica 28.

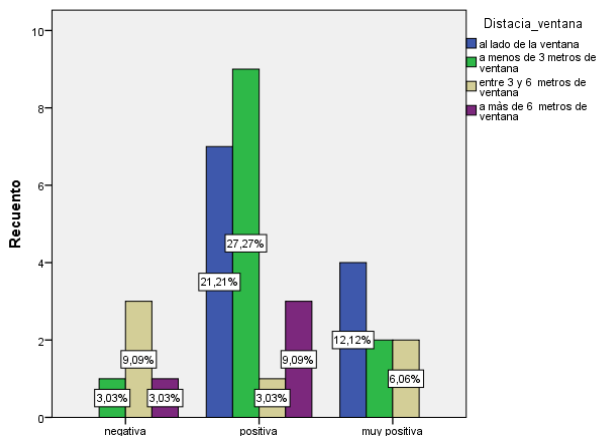


**Gráfica 28. Correlación pregunta 19 con 20**

Fuente: Elaboración Propia

### 9. Satisfacción general con distancia ventana

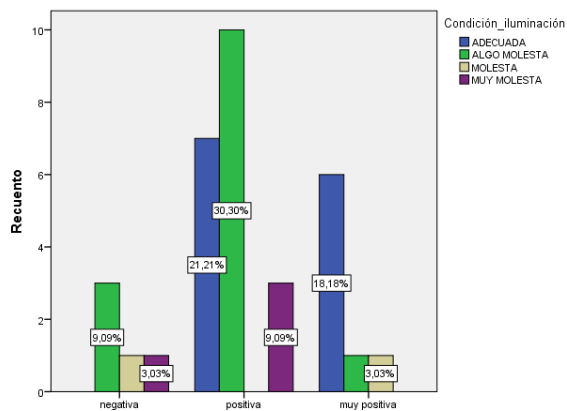
El 33.33% de los encuestados que se encuentra alado de la ventana, presentan una calificación de satisfacción general entre positiva y muy positiva, no existen puestos de trabajo al lado de la ventana con calificación negativa. El mayor porcentaje de satisfacción negativa se encuentra en puestos de trabajo cuya ventana más cercana esta entre 3 y 6 metros de distancia significando el 9.9% del total de encuestados, según lo indica la Gráfica 29.



**Gráfica 29. Correlación Satisfacción general con distancia de la ventana**  
Fuente: Elaboración Propia

### 10. Satisfacción general con condición de iluminación

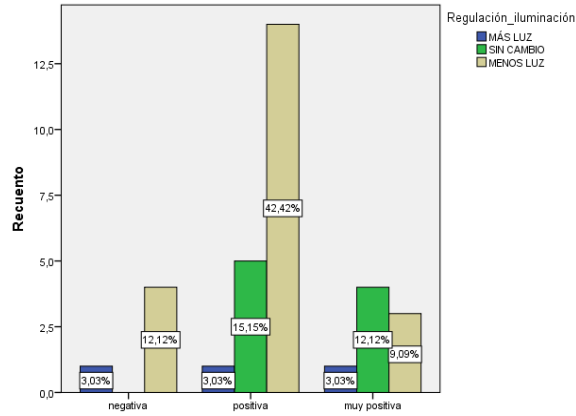
Como muestra la Gráfica 30, el 39.39% de los encuestados que califica como adecuada la condición de iluminación, se encuentra dentro de niveles de satisfacción entre positiva y muy positiva, por el contrario el 15.15% del total de la encuesta que tuvo niveles de satisfacción negativa en la escala de Likert califica la iluminación como algo molesta, molesta y muy molesta. Se presentan incongruencias al cruzar la satisfacción positiva ya que existe un porcentaje de 9.09% del total de la encuesta y consideran la iluminación como muy molesta.



**Gráfica 30. Correlación Satisfacción general con Condición de iluminación**  
Fuente: Elaboración Propia

**11. Satisfacción general con Pregunta 23: “Si usted pudiera regular la iluminación para estar más cómodo preferiría tener”**

El 51.51 % de los encuestados que desearía regular la iluminación para tener menos luz se ubica entre niveles de satisfacción positiva y muy positiva, el 27.27 % de personas que no requiere ningún cambio de iluminación se encuentra en rangos de satisfacción positiva; el principal cambio que desean el 12.12% de los encuestados que se encuentran en valoración negativa es tener menos luz, como lo indica la Gráfica 31.



**Gráfica 31. Correlación Satisfacción general con Regulación de la iluminación**

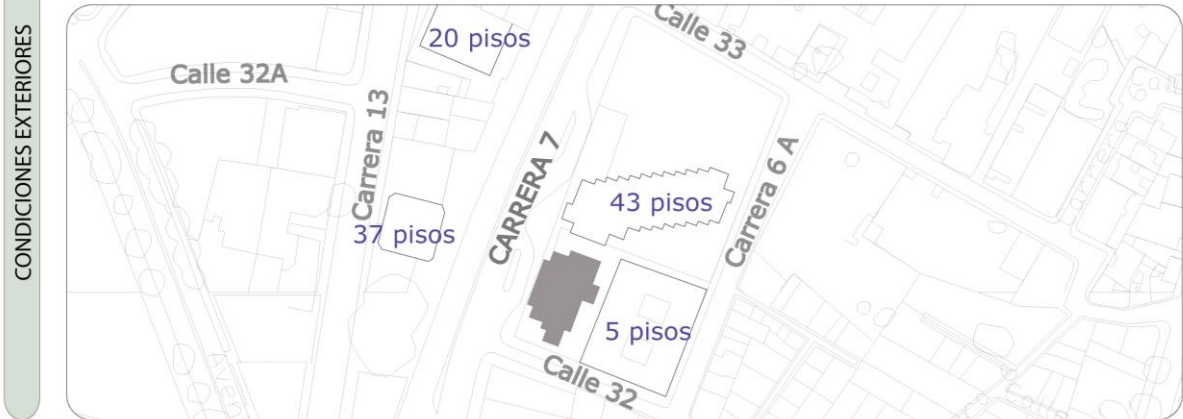
Fuente: Elaboración Propia

**6.2. Cuestionario de Evaluación de condiciones físicas del Caso de estudio.**

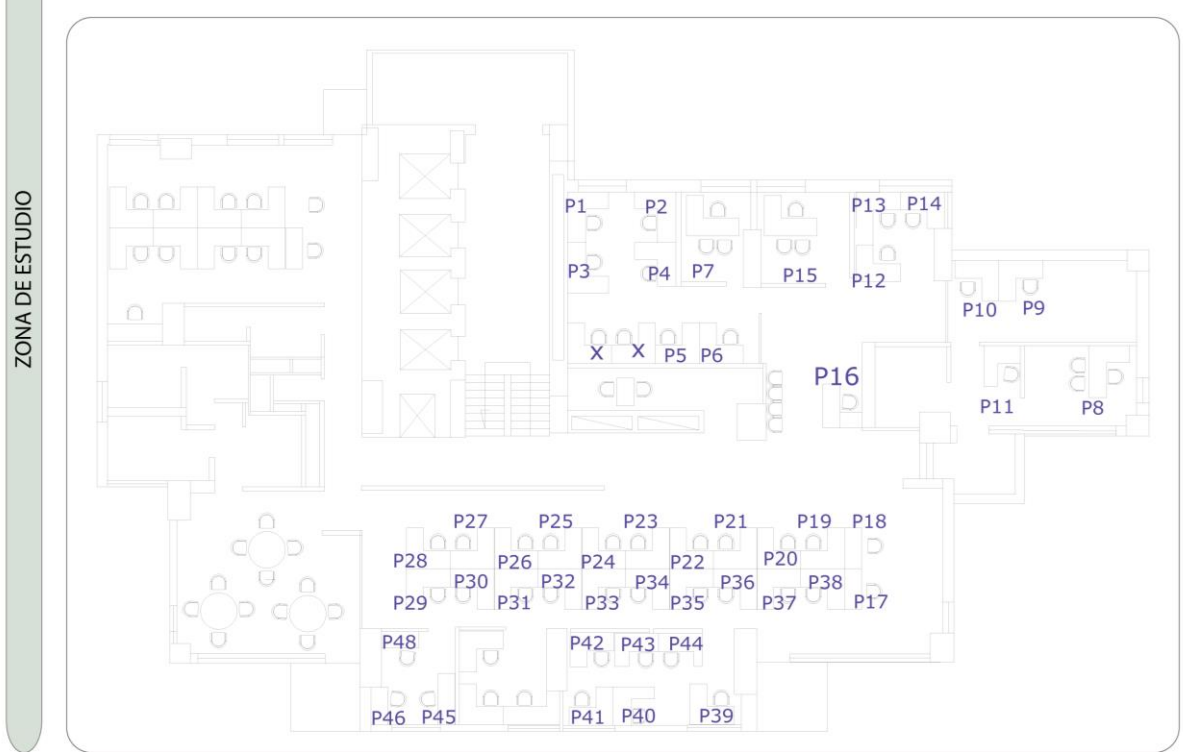
**CUESTIONARIO DE EVALUACION TECNICA DE LA ILUMINACIÓN**

Fecha: 01/07/2016 Hora de inicio: 08:40 Hora final: 11:40 Evaluador: Anna Ramirez  
 Nombre del edificio: Edificio San Martín- Fondo de Vigilancia y Seguridad de Bogotá. Piso 34 Dirección: Carrera 7 #32-28

Registre las condiciones del cielo al momento de realizar la evaluación mediante Imagen con lente ojo de pez. Escoja:  
 Despejado  Mayormente despejado  Parcialmente nublado  Mayormente nublado  Nublado  
 Realice un esquema de localización indicando las alturas más importantes de los edificios adyacentes al objeto de estudio. Indique el norte mediante una flecha. indique obstrucciones exteriores como vegetación, sombras exteriores, etc.



Realice un plano general de ubicación de los puestos de trabajo en el área de estudio, identificando los puntos de estudio con códigos p1, p2, p3..



**Imagen 8. Cuestionario Ed. San Martín – Parte 1**

Fuente: Elaboración Propia





**CUESTIONARIO DE EVALUACION TECNICA DE LA ILUMINACIÓN**

Responda las siguientes consideraciones en una escala de 1 a 5 (siendo 1 muy en desacuerdo y 5 muy de acuerdo) como si usted fuera un ocupante, basándose en su experiencia y en la relación con las condiciones de iluminación.

	1	2	3	4	5
• La luz natural es suficiente para iluminar el espacio de trabajo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
• La luz natural no es demasiado brillante y no causa molestias visuales o de resplandor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• Soy capaz de hacer mi trabajo sin problema de brillos o reflejos molestos	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• La vista al exterior es agradable y no existen reflejos provenientes del exterior	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
• No existe probabilidad de reflejos molestos en pantallas de computador provenientes de ventanas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
• No existe probabilidad de reflejos molestos en superficies de muro o mobiliario	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
• Puedo realizar actividades en este puesto de trabajo con algunas luces eléctricas apagadas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• La luz natural es uniforme y no genera sombras molestas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• Puedo regular la entrada de luz natural mediante persianas o cortinas	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Responda las siguientes consideraciones en una escala de 1 a 5 (siendo 1 muy en desacuerdo y 5 muy de acuerdo) como si usted fuera un ocupante, basándose en su experiencia y en la relación con las condiciones de iluminación.

	1	2	3	4	5
• La luz eléctrica en el puesto de trabajo es suficiente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
• Las luces eléctricas no son demasiado brillantes y no causan molestias visuales o resplandor	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• Las luces eléctricas permiten una percepción adecuada de los colores según la tarea realizada	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• La luz artificial no causa reflejos molestos sobre las pantallas de computador	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
• La luz artificial es uniforme y no genera sombras molestas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Condición de las luminarias**    Limpia    Medio    Sucio

**Efectos Estroboscópicos**    SI    NO

**Parpadeos Molestos**    SI    NO

**Bombillas fundidas**    SI    NO

¿Existe un sistema Control Automático de la Iluminación Artificial?  
 SI    NO

**Tipo de Luminarias**  

**Bombillas por luminaria**  

**Numero de luminarias**  

**Numero de Filas**  

**Luminarias por fila**  

**Altura de Montaje**

**ZONA DE ESTUDIO**

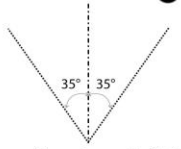
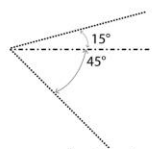
Responda las siguientes consideraciones:

• ¿Existe iluminación complementaria sobre el plano de trabajo?    SI    NO  
Tipo

• ¿Existen fuentes de deslumbramiento o incomodidad visual en el espacio de trabajo?    SI    NO  
Especifique el origen y la principal superficie de reflejo según el caso:

• ¿Existen obstáculos dentro del campo visual que dificulten la visualización en el puesto?    SI    NO  
¿Cuáles?

• ¿Los elementos de visualización están dentro de los siguientes límites?  
Plano horizontal:  SI    NO      Plano Vertical:  SI    NO

• Describa otras deficiencias observadas que afecten la comodidad visual en el puesto de trabajo:  
*el excesivo brillo y color de la luz artificial instalada, no distingue la cercanía de su instalación con fuentes de luz natural y la falta de control sobre las dos, ha llevado a algunos ocupantes a bloquear la entrada de luz por las ventanas con elementos como papeles opalizados, algunos espacios de trabajo no tienen acceso a la luz natural*

• Sugiera como podría mejorarse el aprovechamiento de la luz natural en el espacio:  
*El principal problema de la luz en los puestos de trabajo es que la iluminación natural junto con la artificial genera gran incomodidad en los ocupantes puesto que no tienen acceso a control de ninguna de las dos, la iluminación artificial puede regularse para que en algunos lugares donde la luz sea suficiente se pueda elegir la fuente principal y evitar el exceso de luz que pueda resultar molesto*

**EVALUACIÓN SUBJETIVA IL. NATURAL**

Imagen 10. Cuestionario Ed. San Martín – Parte 3

Fuente: Elaboración Propia

CUESTIONARIO DE EVALUACION TECNICA DE LA ILUMINACIÓN

MEDIDA DE ILUMINANCIA EN LOS PUESTOS DE TRABAJO

Requisitos mínimos del luxómetro:

- Corrección de coseno
- Límite de error ± 10%

Realizar un croquis del área de trabajo mostrando la ubicación del trabajador y los lugares donde se efectúan las medidas. Registre los datos obtenidos en la siguiente tabla:

MEDICIÓN FOTOMETRICA

HORA	ZONA O PUNTO DE MEDIDA	Altura puesto de	NIVEL DE ILUMINANCIA			PROMEDIO	OBSERVACIONES.
			VERTICAL	HORIZONTAL	INCLINADO		
8:40	P1	75	403	310	402	372	Luz natural + artificial.
8:43	P2	75	320	360	430	370	Luz natural + artificial.
8:47	P3	75	293	306	337	312	Luz natural + artificial.
8:50	P4	75	312	455	484	417	Luz natural + artificial.
8:53	P5	75	115	229	160	168	Luz natural + artificial.
8:56	P6	75	229	256	245	243	Luz natural + artificial.
9:00	P7	75	299	210	250	253	Solo luz natural.
9:03	P8	75	350	813	838	667	Luz natural + artificial.
9:06	P9	75	167	240	165	191	Luz natural + artificial.
9:10	P10	75	260	598	502	453	Luz natural + artificial.
9:13	P11	75	620	830	930	793	Luz natural + artificial.
9:16	P12	75	416	348	425	396	Luz natural + artificial.
9:19	P13	75	439	304	460	401	Luz natural + artificial.
9:22	P14	75	421	531	490	481	Luz natural + artificial.
9:24	P15	75	634	1028	930	864	Luz natural + artificial.
9:28	P15	75	450	428	601	493	Solo luz natural.
9:31	P16	75	158	480	380	339	Luz natural + artificial.
9:34	P17	75	411	458	420	430	Luz natural + artificial.
9:37	P18	75	313	320	350	328	Luz natural + artificial.
9:41	P19	75	340	768	750	619	Luz natural + artificial.
9:43	P20	75	280	740	740	587	Luz natural + artificial.
9:46	P21	75	186	315	270	257	Luz natural + artificial.
9:50	P22	75	250	472	397	373	Luz natural + artificial.
9:53	P23	75	117	280	209	202	Luz natural + artificial.
9:56	P24	75	205	497	510	404	Luz natural + artificial.
10:00	P25	75	158	231	250	213	Luz natural + artificial.
10:03	P26	75	260	594	603	486	Luz natural + artificial.
10:07	P27	75	144	271	236	217	Luz natural + artificial.
10:11	P28	75	235	441	325	334	Luz natural + artificial.
10:14	P29	75	320	573	590	494	Luz natural + artificial.
10:17	P30	75	160	316	230	235	Luz natural + artificial.
10:21	P31	75	422	670	660	584	Luz natural + artificial.
10:25	P32	75	200	160	248	203	Luz natural + artificial.
10:29	P33	75	332	750	650	577	Luz natural + artificial.
10:33	P34	75	190	530	320	347	Luz natural + artificial.
10:36	P35	75	390	574	603	522	Luz natural + artificial.
10:41	P36	75	250	301	290	280	Luz natural + artificial.
10:45	P37	75	460	750	875	695	Luz natural + artificial.
10:50	P38	75	501	706	680	629	Luz natural + artificial.
10:53	P39	75	390	950	850	730	Luz natural + artificial.
10:57	P40	75	250	760	530	513	Luz natural + artificial.
11:01	P41	75	890	1800	1750	1480	Luz natural + artificial.
11:05	P42	75	227	323	378	309	Luz natural + artificial.
11:09	P43	75	430	440	560	477	Luz natural + artificial.
11:13	P44	75	606	613	813	677	Luz natural + artificial.
11:17	P45	75	300	700	650	550	Luz natural + artificial.
11:21	P46	75	249	250	350	283	Luz natural + artificial.
11:25	P47	75	150	498	630	426	Luz natural + artificial.

- MENOS DE 300 LUXES
- ENTRE 300 -700 LUXES
- MAS DE 700 LUXES

Imagen 11. Cuestionario Ed. San Martín – Parte 4

Fuente: Elaboración Propia

CUESTIONARIO DE EVALUACION TECNICA DE LA ILUMINACIÓN

El registro fotográfico debe realizarse al exterior e interior de la edificación y los puestos de trabajo evaluados, permitiendo el respaldo gráfico de los puntos anteriormente documentados. Relacione el listado de fotografías en la siguiente tabla

REGISTRO FOTOGRAFICO

FOTO N°	DESCRIPCIÓN	LUGAR
1.	Vista puesto de trabajo 1, 2, 3 y 4.	
2.	Puesto de trabajo 5 y 6.	
3.	Puesto de trabajo sin uso.	
4.	Medición junto a la ventana	
5.	Medición en puesto de trabajo 4	
6.	Medición puesto de trabajo 7.	
7.	Vista desde puesto de trabajo 7.	
8.	Vista al exterior desde el puesto de trabajo 7.	
9.	Puesto de trabajo 8	
10.	Puesto de trabajo 9 y 10.	
11.	Puesto de trabajo 11.	
12.	Mediciones en puesto de trabajo 12, 13 y 14.	
13.	Vista al exterior desde ventana puesto de trabajo 14.	
14.	Medición en puesto de trabajo 15.	
15.	Vista al exterior desde puestos de trabajo 17-23.	
16.	Medición en puesto de trabajo 22.	
17.	Puestos de trabajo 24-33.	
18.	Puestos de trabajo 18-38	
19.	Ventana puesto de trabajo 39.	
20.	Puesto de trabajo 40.	
21.	Vista puesto de trabajo 45	

Imagen 12. Cuestionario Ed. San Martín – Parte 5

Fuente: Elaboración Propia

### 6.3. Simulación de Iluminación en Caso de Estudio.

Se realiza la simulación del piso 34 del Edificio San Martín, excluyendo la zona de ascensores y escaleras. El software utilizado para el cálculo de los indicadores de desempeño de la iluminación natural fue Daysim 3.1 basado en Radiance, cuyos cálculos realizados fueron importados y visualizados en el software Ecotect v5.

#### Parámetros de Simulación

Inicialmente se realiza el modelo a analizar utilizando como base la planimetría del piso 34 correspondiente a las oficinas de Fondo de Vigilancia y Seguridad de Bogotá, por tratarse de uno de los últimos pisos del edificio, no presentan obstrucciones de ningún tipo provenientes del exterior, se modela un bloque sin características materiales representando los pisos 1 a 33 para darle la altura requerida al modelo.

Las superficies utilizadas en la simulación según la información recolectada en la visita son las siguientes:

- Ventana tipo: Vidrio opalizado dorado con Transmisión de luz visible: 0.452
- Muro Perimetral: acabado exterior en mampostería y acabado interior en pintura blanca mate
- Divisiones interiores: muros divisorios con acabado en pintura blanca mate y división en vidrio opalizado neutro
- Piso: Madera laminada gris claro
- Techo: Cielo falso con acabado pintura blanca mate

La Enciclopedia De Salud Y Seguridad En El Trabajo, realizada por el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales en España establece las siguientes características en la reflectividad de la materialidad para espacios de trabajo:

**Techos:** debe ser lo más blanca posible, con un factor de reflexión del 75 %, para permitir el reflejo de la luz de manera difusa. (Guasch et al. 1998)

**Paredes y suelos:** sugiere los colores pálidos con factores de reflexión del 50 al 75 % suelen ser adecuados, con acabado mate o semibrillante. (Guasch et al. 1998).

Ante los anteriores valores presentados la superficie que no cumple con estos rangos es el techo que presenta un 10 % más del factor de reflexión recomendado para oficinas, las demás superficies se encuentran dentro de lo admisible.

La reflectividad usada para las simulaciones se toma de la Tabla 20, según las materialidades anteriormente descritas.

Color o Acabado	% de Luz Reflejada	Color o acabado	% de Luz Reflejada
Blanco	85	Gris Oscuro	30
Crema Claro	75	Rojo Oscuro	13
Gris Claro	75	Café Oscuro	10
Amarillo Claro	75	Azul Oscuro	8
Verde Claro	65	Verde Oscuro	7
Azul Claro	65	Madera Medio	63
Amarillo Medio	65	Madera satinada	34
Gris Medio	55	Concreto	55
Verde medio	52	Cartón	30
Azul Medio	35	Negro	5

**Tabla 20. Reflectividad de los Colores**

Fuente: Elaboración propia, Tomado de Ingeniería Industrial. Métodos, Tiempos y Movimientos. Pág. 235 (Niebel 1996)

De acuerdo a lo anterior los valores usados en el software de iluminación fueron:

- Piso: 0.5
- Pared: 0.75
- Techo: 0.85
- División vidrio: 0.83

Posteriormente, se realiza una malla de análisis en el modelo con una separación de 0.5 metros para un total de 736 sensores para la evaluación de la iluminación. Se exportan los datos modelados al programa Daysim y se realiza la simulación considerando los siguientes parámetros:

**Ocupación:** lunes a viernes de 8:00 a 17:00. El ocupante sale de la oficina tres veces durante el día (30 minutos por la mañana, 1 hora al mediodía, y 30 minutos de la tarde).

**Horas totales anuales de ocupación:** 1569

La oficina no tiene sistema de sombreado dinámico instalado. El ocupante realiza una tarea que requiere un nivel de iluminación mínima de 450 lux, este valor es considerado mediante el

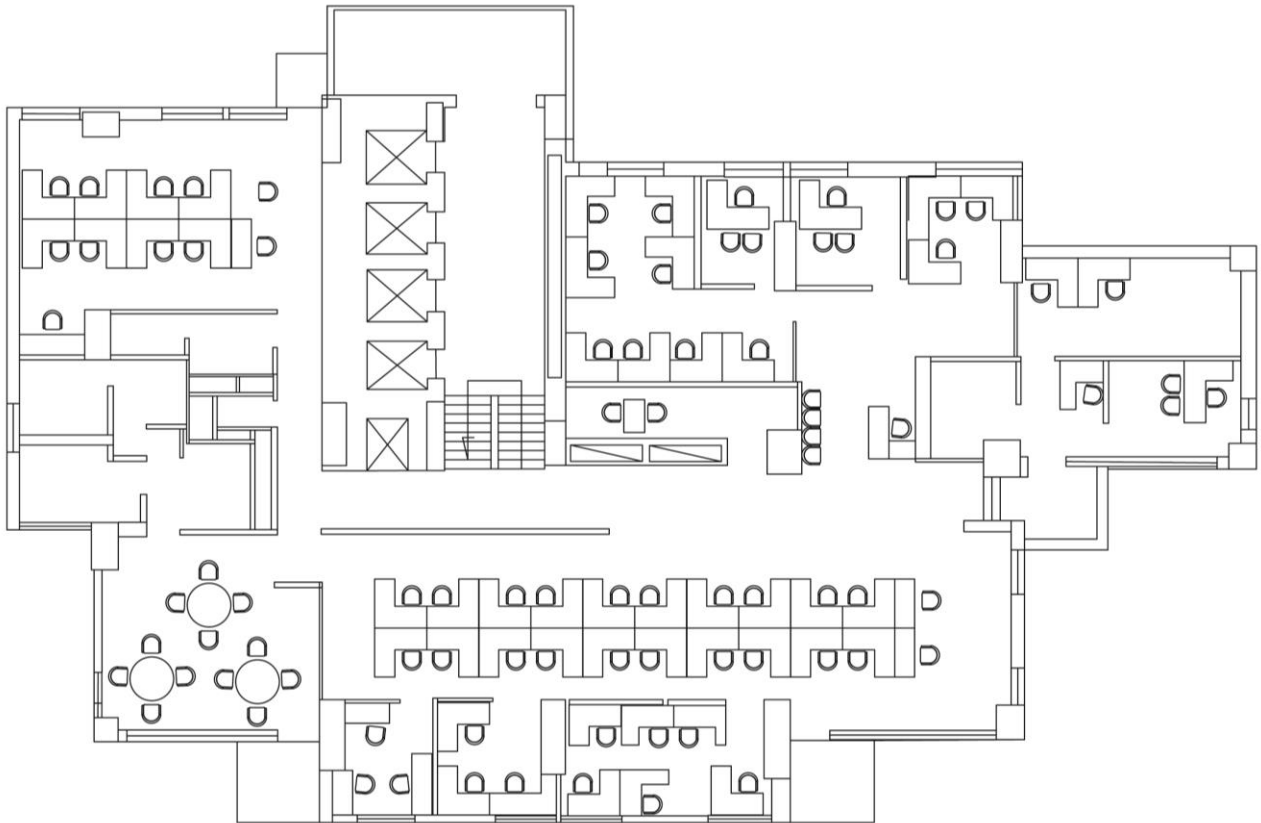
promedio de los valores recomendados en la revisión de guías y normas revisado para espacios de oficina como se indica en la Tabla 21. **Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

GUIA O NORMA	AUTOR	MINIMO	RECOMENDADO	MAXIMO
EN 12464-1	Comité Europeo de Normalización (CEN)	300	500	750
9th Lighting Handbook	IESNA	-	-	500
NOM-025-STPS-2008	Norma Oficial Mexicana	200	300	750
GTC 8	Guía Técnica Colombiana - ICONTEC	300	500	750

**Tabla 21. Revisión Normativa iluminación**

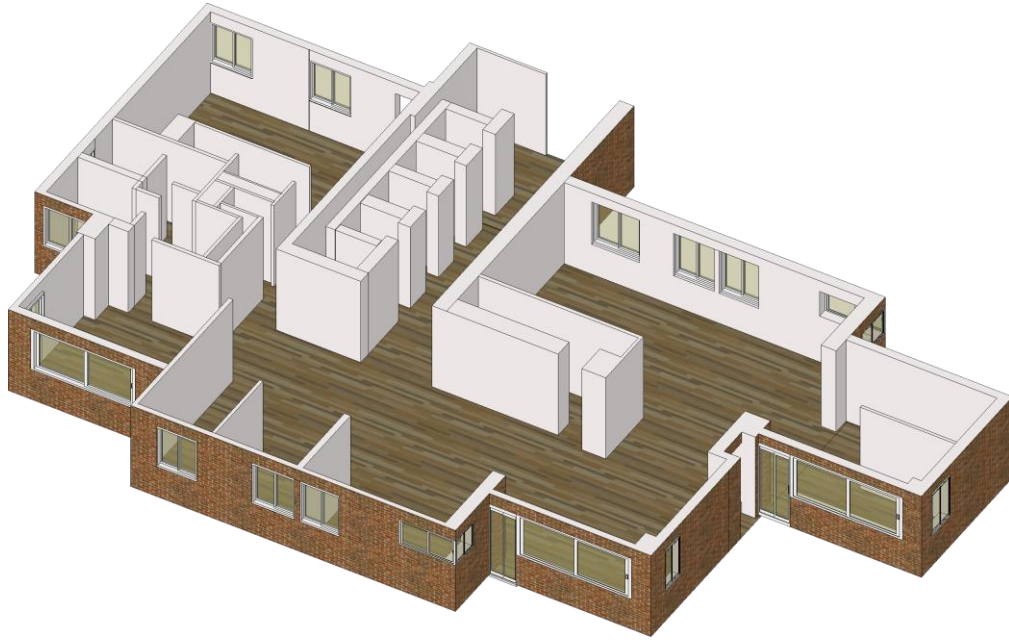
Fuente: Elaboración propia

Se realiza la simulación en el piso 34 de oficinas a la zona visitada y la zona a la que no se tuvo acceso para realizar un análisis completo de la oficina. Las características y ubicación de las ventanas de la zona de estudio pueden apreciarse en la Imagen 13. Imagen 14.



**Imagen 13. Planimetría piso 34 Ed. San Martín**

Fuente: Elaboración propia

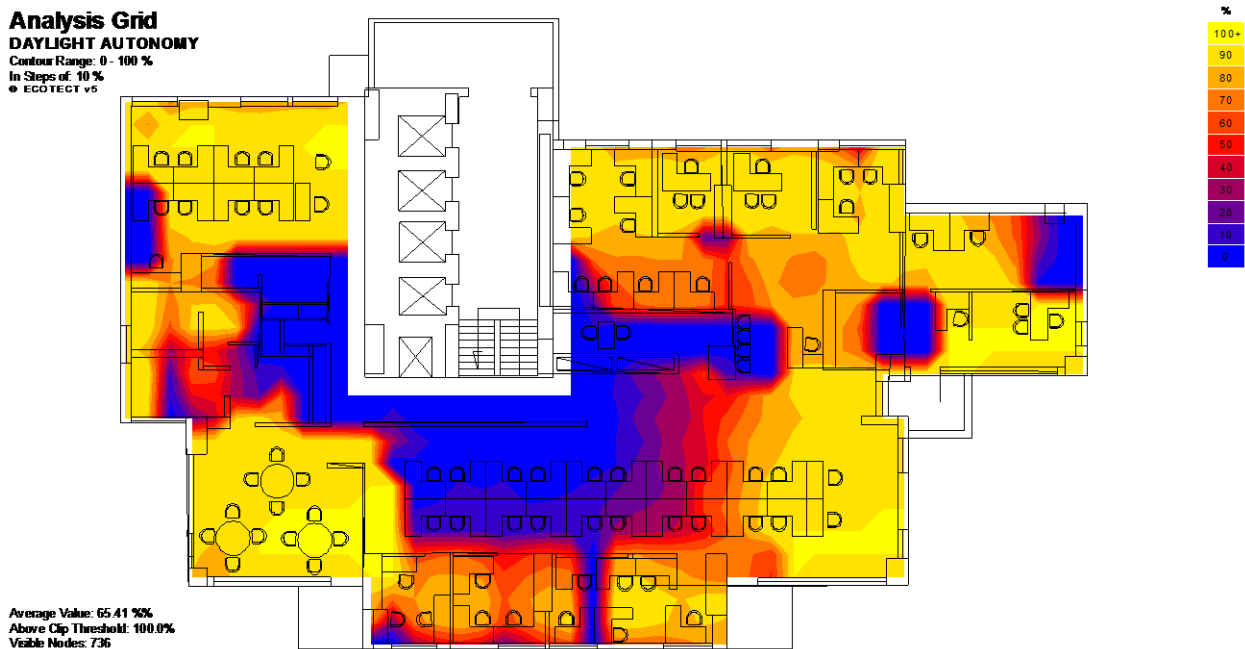


**Imagen 14. Axonometría materialidades zona de estudio**  
Fuente: Elaboración propia



### Autonomía de luz natural- Daylight Autonomy DA

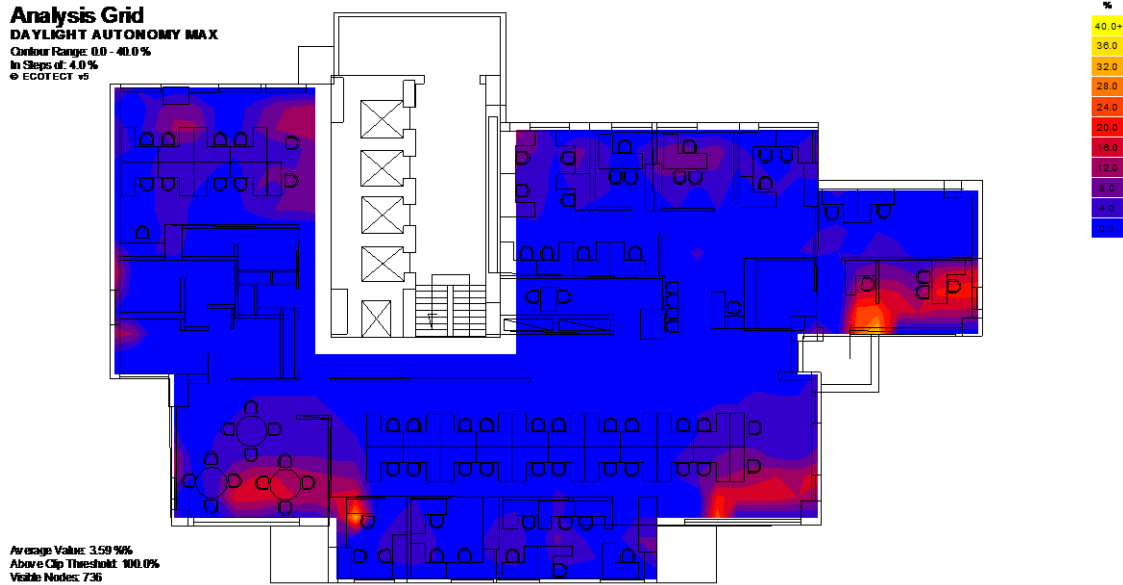
Como lo indica la Imagen 15, las zonas adyacentes a las ventanas presentan un porcentaje de 100% de autonomía de luz natural, logrando cumplir con los 450 luxes propuestos sin necesidad de complementar con luz natural la totalidad del tiempo de ocupación, las zonas con menor autonomía corresponden al centro de la planta que presentan valores de 0 a 20% del tiempo; logrando un promedio total de 65.41% del tiempo en que la luz natural es suficiente para mantener niveles de luz natural recomendados para actividades de oficina, lo cual es considerado como un mediano potencial de ahorro correspondiente al gasto energético por luz artificial.



**Imagen 15. Autonomía de luz natural- Daylight Autonomy**  
Fuente: Elaboración propia

### Autonomía de luz natural máxima- Daylight Autonomy max DAMax

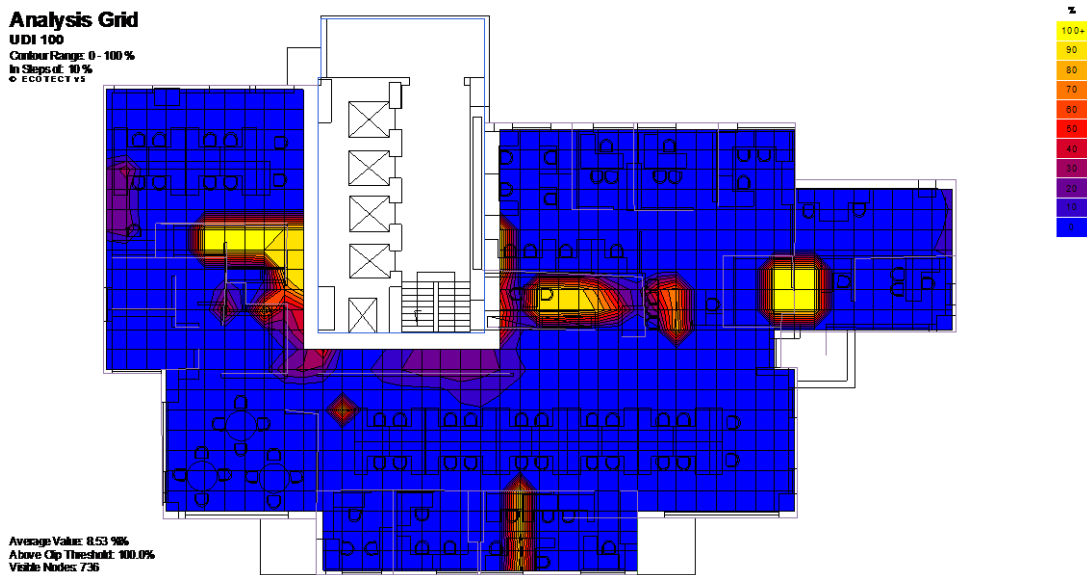
Como indica la Imagen 16, en una escala de 0 a 40% se puede observar que algunas zonas correspondientes a la fachada occidente del edificio, el 20 % del tiempo de ocupación los niveles de iluminación sobrepasan los 4500 luxes considerando este valor como un indicativo de deslumbramiento. Sobre la fachada oriental del edificio puede observarse que, en puestos de trabajo adyacentes a las ventanas presentan valores hasta de 10% de tiempo ocupación con el mismo nivel de iluminación considerando que puede resultar incómodo para los ocupantes



**Imagen 16. Autonomía de luz natural máxima- Daylight Autonomy max**  
Fuente: Elaboración propia

**Useful Daylight Illuminance (UDI) 0-100 lux**

El análisis de la iluminancia útil en el rango de 0 a 100 luxes presenta valores entre 80 y 100 % del tiempo de ocupación en espacios sin acceso a ventana correspondiente a baños y zonas cercanas al punto fijo de circulación que están definidas por muros de piso a techo sin acceso a luz natural, para un promedio del total del área de estudio del 8.53% del tiempo de ocupación, como se indica en la Imagen 17.



**Imagen 17. Useful Daylight Illuminance (UDI) 0-100 lux**  
Fuente: Elaboración propia

### Useful Daylight Illuminance (UDI) 100-2000lux

El valor UDI entre 100 y 2000 luxes considerado como útil para el aporte de luz natural, se encuentra en un promedio de 76.47% del tiempo de ocupación de las oficinas principalmente para las zonas de puestos de trabajo, con excepción de aquellos espacios sin acceso a ventana correspondiente a baños y zonas cercanas al punto fijo de circulación que están definidas por muros de piso a techo sin acceso a luz natural; las zonas cercanas a las ventanas de la fachada oriental presentan valores entre el 60 y 90% y en la fachada occidental entre el 30 y 40% cuyo porcentaje restante correspondería a valores de iluminación que sobrepasen los 2000 luxes, como se indica en la Imagen 18.

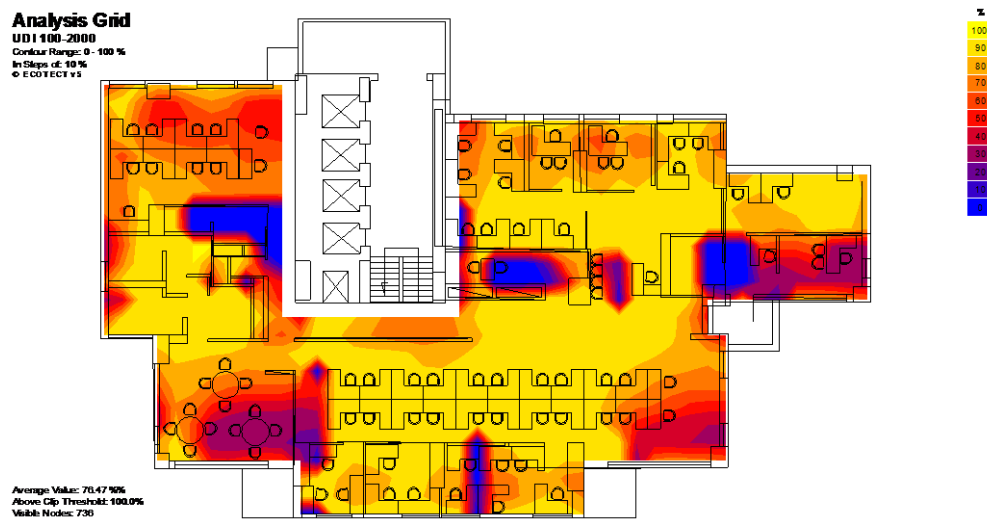


Imagen 18. Useful Daylight Illuminance (UDI) 100-2000lux

Fuente: Elaboración propia

### Useful Daylight Illuminance (UDI) más de 2000lux

El valor UDI mayor de 2000 luxes, se encuentra en un promedio de 14.43% del tiempo de ocupación para el total del área de estudio, principalmente para las zonas de puestos de trabajo cercanas a ventanas de la fachada occidental donde el porcentaje alcanza el 80 %, en la fachada oriental alcanza el 60 % y hacia el centro de la planta en ningún momento sobrepasa los 2000 luxes, como indica la Imagen 19.

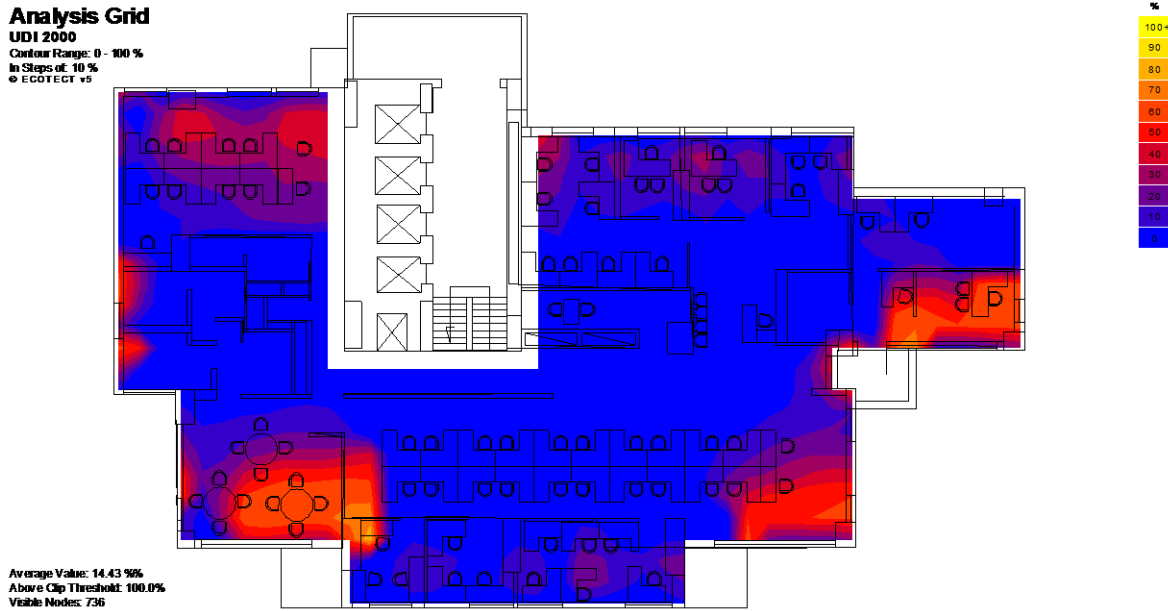


Imagen 19. Useful Daylight Illuminance (UDI) más de 2000lux  
Fuente: Elaboración propia

## 6.4. Resultados

La aplicación de la encuesta en los ocupantes del edificio San Martín, concluyó que para la evaluación en la escala Likert general utilizada para medir la satisfacción de los ocupantes con aspectos de la iluminación; el 74.47 % de los encuestados se encuentra satisfecho con los ítems propuestos, considerando el resultado como positivo, sin embargo preguntas puntuales que complementaban la encuesta y los comentarios que los ocupantes agregaron, dan cuenta de problemas asociados a la iluminación que están afectando su bienestar tales como: fatiga visual y manchas en la piel, también se encuentra una fuerte preferencia por la luz natural y la tendencia en la voluntad de cambio de las situaciones de iluminación, el deseo de control sobre sistemas de control solar; además ante la inexistencia de mecanismos de control de la luz natural, la mayoría de los ocupantes reflejan su incomodidad.

En la visita realizada y la realización de las mediciones se encontró niveles de iluminación que dividida en tres mediciones (horizontal, vertical e inclinada), se encuentra el promedio aritmético y se clasifica en tres rangos que caracterizan la condición de iluminación de los puestos de trabajo, las mediciones fueron realizadas la mayoría de los casos con el ocupante realizando sus actividades cotidianas, sin interferir en ellas y cuidando de no generar sombra sobre la celda de medición; el 65.35% de los puestos de trabajo registran una iluminancia entre 300 y 700 luxes que

según las normas consultadas se encuentran entre el mínimo y máximo recomendado para oficinas; el 25.63 % de los espacios registran mediciones con valores por debajo de los 300 Luxes lo cual se encuentra por debajo del mínimo recomendado, éstos corresponden a puestos de trabajo que no tienen acceso a ventanas de ningún tipo y podría decirse que su aporte de luz depende en gran parte de la luz artificial; finalmente el 8.51 % de los 47 puestos evaluados registra valores superiores a los 700 luxes en puestos contiguos a las ventanas.

Todas las mediciones se realizaron con las luces eléctricas encendidas, a excepción del puesto de trabajo 15 en el que se tuvo la oportunidad de realizar la medición con la luz eléctrica apagada por tratarse de una oficina privada, encontrando que solo con luz natural se registra 493 luxes y al encender la luz se duplica su valor a 864 luxes. Lastimosamente la regulación del encendido y apagado de la luz artificial solo es posible en las oficinas privadas, por lo que las demás, según lo observado y mediante la declaración de los ocupantes, reciben el aporte de la luz artificial, la totalidad de la jornada sin tener en cuenta las condiciones exteriores de iluminación, ocasionando en algunos casos incomodidades, especialmente en lo puestos de trabajo donde se exceden los 700 luxes como lo indica la Imagen 20, en que se sobreponen los valores obtenidos en las mediciones con la simulación de autonomía de luz natural.



**Imagen 20. Rangos de iluminancia en puestos de trabajo**  
Fuente: Elaboración propia

Las simulaciones realizadas, demuestran que el aporte de luz natural, en las condiciones actuales del edificio utilizado como caso base de esta investigación, tiene un potencial de ahorro de energía que puede considerarse significativo si se tiene en cuenta que la iluminación artificial permanece encendida la totalidad del tiempo de ocupación; el análisis de autonomía lumínica demuestra que la zona de estudio presenta un 65.41% de tiempo de ocupación en que la luz natural es suficiente para alcanzar los 450 luxes indicados como recomendados.

Se considera como perjudicial el exceso de luz aportada por la luz artificial, pese a que las mediciones y la visita se realizaron en un día nublado, puede apreciarse que el diseño de la iluminación artificial representa un aporte de luz que en el caso de los puestos de trabajo más cercanos a la ventana, resulta inapropiado y que también se relaciona con incomodidades de tipo térmico, ante esta situación, los ocupantes han regulado de manera individual tapando las ventanas con papeles opalizados que permiten regulen el aporte de luz natural principalmente en los días más soleados, en contraposición a esta situación, algunos puestos de trabajo situados en zonas donde no hay acceso a ninguna fuente de luz que no sean las luminarias fluorescentes de color blanco, están ante la imposibilidad de regular alguna condición de su espacio.

## Capítulo 7. Conclusiones

La tipología arquitectónica característica de los edificios de oficina que muchas veces se diseñan sin tener conocimiento de quien va a ser su usuario final y el uso frecuente de grandes fachadas acristaladas, constituye para el caso de la iluminación un problema que puede derivar en el exceso de luz causando incomodidades y deslumbramiento; en busca de la protección solar ya sea por control lumínico o para evitar ganancias solares, el potencial energético de la iluminación natural puede verse afectado, dejando la tarea de la iluminación condicionada a las características de la luz artificial; el desarrollo de esta investigación en la ciudad Bogotá, el centro administrativo y económico del país, con un crecimiento en el parque constructivo de uso de oficinas, sirve de referencia para la aplicación en edificios existentes de características similares.

Mediante el planteamiento y validación de la metodología de Evaluación post ocupacional en la ciudad de Bogotá Colombia, se considera de gran relevancia el potencial de ahorro energético de la luz natural, en un clima estático no estacional donde las intervenciones para su aprovechamiento resultan útiles para todas las épocas del año, la evaluación realizada en un edificio tradicional de oficinas, de alta densidad ocupacional, evidencia que pese a no tener en cuenta ningún tipo de protección solar, o automatización de la luz artificial, la luz natural resulta suficiente para iluminar la mayoría de espacios de trabajo aportando además todos los beneficios de la luz natural en el bienestar de las personas; este potencial está siendo desperdiciado ante la imposición de un sistema luz artificial típico que no considera las condiciones exteriores de iluminación.

Siendo los ocupantes de los edificios el punto central por el que surgen las evaluaciones post ocupacionales, inicialmente desde las ciencias sociales, con el objetivo de determinar la percepción del usuario sobre diversos criterios, la evaluación fundamentada en el determinante humano puede resultar subjetiva, ya que como indica la hipótesis de la presente investigación, los usuarios tienden a calificar su situación como positiva pese a las problemáticas que se puedan presentar, debido a su adaptación al entorno y conformidad con el mismo; es por ello que complementar las EPO con herramientas que permitan medir los criterios a evaluar reconoce de manera objetiva y cuantificable los aspectos que varían significativamente en la percepción de una persona a otra; de la misma manera una EPO fundamentada solo en parámetros técnicos y

medibles puede dejar de lado el discernimiento que el usuario puede hacer de su entorno, ya que es él quien vive a diario las características de diseño resultantes, que, para el caso de los edificios de oficinas, son ocupadas gran parte del día; la percepción de los usuarios es igual de apreciable que los datos métricos que se obtienen en la evaluación y son complementarios entre sí.

El estudio realizado dio muestra de la importancia de obtener resultados por los tres distintos medios: mediciones, encuestas y simulaciones, ya que otorgan datos complementarios que al juntarse se pueden comparar con diversas normativas, permitiendo ver un panorama general del estado de la edificación, teniendo en cuenta la mayor cantidad posible de variables que influyen en el confort visual, con el fin de generar propuestas integrales de la iluminación, y con ello, la disminución del consumo energético; esto a su vez constituye un aspecto de evaluación puesto que no siempre el cumplimiento de la normativa o de una guía de diseño, cumple con la satisfacción de los ocupantes.

Cabe resaltar la importancia de realizar Evaluaciones Post Ocupacionales periódicamente, ya que su uso, que inicialmente puede considerar la mejora de las condiciones interiores de la edificación para beneficio de la comodidad del usuario, debe mantenerse en continuo control y actualización por las características propias del mantenimiento, desgaste, limpieza de luminarias, cerramiento acristalado de fachada; el uso de la información histórica de los resultados obtenidos en las EPO puede ser usado para establecer parámetros a usar en normativas de salud ocupacional a fin de evitar riesgos laborales, para el caso colombiano actualmente, estas normativas están más avanzadas que el uso de las EPO, con fines de ahorro energético, sin embargo, la información obtenida puede usarse para diversos fines, siempre primando el bienestar del usuario de los edificios.

Las EPO pueden extenderse tanto como los recursos técnicos y humanos lo permitan, por un lado obtener la información por parte de los usuarios puede ser complicado debido a que puede interferir en sus labores diarias o que simplemente no se tiene el interés que permita lograr información confiable, por otro lado el uso de instrumentos de medición, para el caso de la iluminación pueden ser mayormente específicos y actualizados con el avance tecnológico y la disponibilidad de los mismos, podría usarse equipos para determinar el riesgo de deslumbramiento, la incidencia de la implementación de sistemas de control automatizado de la luz artificial, control solar en la fachada mediante diversos sistemas disponibles en el mercado; el



uso de sistemas de monitoreo que pueden ir más allá del tema lumínico y extenderse a los cuatro aspectos del confort al interior de las edificaciones; confort lumínico, térmico, acústico y de la calidad del aire.

Se debe complementar la metodología propuesta para permitir hallazgos importantes en la correlación de datos cuantitativos y cualitativos debido a su carácter diferenciador, ya que como se observó en esta investigación la interacción entre los elementos permite la comprensión integral de la información validada y comparable entre sí; que ayude a ver aspectos difíciles de encontrar con la utilización de un solo instrumento.

### **Futuras líneas de investigación**

La aplicación de la metodología de evaluación post ocupacional realizada en la presente investigación puede aplicarse a edificios de oficina, en distintas ciudades del país, puesto que la formulación de los instrumentos utilizados en la misma se diseñaron de manera que abordara la mayor cantidad de aspectos que afectan el confort visual en oficinas, de igual manera, su aplicación puede extenderse a edificios que aparentemente no presenten problemáticas de iluminación y que incluyan estrategias de aprovechamiento de la luz natural, permitiendo evaluar su influencia en la satisfacción personal de los ocupantes y su alcance energético en la disminución de la demanda de luz artificial.

El uso de la herramienta SPSS, utilizada en la presente investigación para la administración de los resultados de las encuestas de satisfacción visual, resultó limitado por el corto número de encuestados, se sugiere que para futuros trabajos se aporte información que permita tener una muestra representativa a fin de concluir aspectos de tipo estadístico en la caracterización de las condiciones de iluminación en edificios de oficina para la ciudad de Bogotá.

Finalmente y con el objetivo de aprovechar el máximo beneficio que la luz natural provee a los ocupantes y sus características de potencial energético, se sugiere que para futuras investigaciones, se aborde la etapa de proposición de mejoras que permitan el máximo ahorro energético proporcionado por la luz natural, siempre al juicio de los resultados obtenidos por la percepción de los ocupantes, que sean esas mismas mejoras evaluadas, y que, en un escenario de

aplicación, sean consideradas por los ocupantes, mediante la retroalimentación de información, logrando su máximo aprovechamiento en la etapa de uso de la edificación.

## Capítulo 8. Bibliografía

- AJAJI, Y. y ANDRÉ, P., 2015. Thermal Comfort and Visual Comfort in an Office Building Equipped with Smart Electrochromic Glazing: An Experimental Study. *Energy Procedia* [en línea], vol. 78, no. BARBHUIYA, S. y BARBHUIYA, S., 2013. Thermal comfort and energy consumption in a UK educational building. *Building and Environment* [en línea], vol. 68, pp. 1–11. [Consulta: 16 febrero 2016]. ISSN 03601323. DOI 10.1016/j.buildenv.2013.06.002. Disponible en, pp. 2464–2469. ISSN 18766102. DOI 10.1016/j.egypro.2015.11.230. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610215019621>.
- ALZUBAIDI, S., ROAF, S., BANFILL, P.F.G., TALIB, R.A., AL-ANSARI, A., BODART, M., DENEYER, A., DAVIS, G., LEE, Y.S., GUERIN, D.A. y KIM, S.-K., 2010. Indoor environmental quality differences between office types in LEED-certified buildings in the US. *Building and Environment* [en línea], vol. 45, no. 5, pp. 1104–1112. ISSN 03601323. DOI 10.1016/j.buildenv.2009.10.019. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2009.10.019>.
- ARSENAULT, H., HÉBERT, M. y DUBOIS, M.-C., 2012. Effects of glazing colour type on perception of daylight quality, arousal, and switch-on patterns of electric light in office rooms. *Building and Environment* [en línea], vol. 56, pp. 223–231. [Consulta: 22 marzo 2016]. ISSN 03601323. DOI 10.1016/j.buildenv.2012.02.032. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132312000777>.
- ATIF, M.R. y GALASIU, A.D., 2003. Energy performance of daylight-linked automatic lighting control systems in large atrium spaces: Report on two field-monitored case studies. *Energy and Buildings*, vol. 35, no. 5, pp. 441–461. ISSN 03787788. DOI 10.1016/S0378-7788(02)00142-1.
- BODART, M., BUSTAMANTE, W. y ENCINAS, F., 2010. Iluminación natural de edificios de oficina. *ARQ (Santiago)*, pp. 44–49. ISSN 07160852. DOI 10.4067/S0717-69962010000300007.
- BODART, M. y DE HERDE, A., 2002. Global energy savings in offices buildings by the use of daylighting. *Energy and Buildings*, vol. 34, no. 5, pp. 421–429. ISSN 03787788. DOI 10.1016/S0378-7788(01)00117-7.
- BOLDÚ, J. y PASCAL, I., 2005. Enfermedades relacionadas con los edificios. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, vol. 28, no. SUPPL. 1, pp. 117–121. ISSN 11376627. DOI 10.4321/S1137-66272005000200015.
- BOYCE, P., HUNTER, C. y HOWLETT, O., 2003. The Benefits of Daylight through Windows. *Lighting Research Center*, vol. 1, no. 1, pp. 1–88. DOI 12180-3352.

- CABEZA, M.A., CORREDOR, E., CABEZA, M.E. y SÁNCHEZ, E., 2008. Evaluación De Los Riesgos Por Iluminación En Las Oficinas De Una Empresa Petrolera Risk Evaluation for Lighting in an Oil Company Offices. , pp. 191–198. ISSN 1316-4821.
- CITEC UBB, CHILE, M.G. de y DECON UC, 2012. TÉRMINOS DE REFERENCIA ESTANDARIZADOS TDRE CONFORT AMBIENTAL Y EFICIENCIA ENERGERICA. ,
- COLE, R.J., 2005. Building environmental assessment methods: redefining intentions and roles. *Building Research & Information*, vol. 33, no. 5, pp. 455–467. ISSN 0961-3218. DOI 10.1080/09613210500219063.
- COMITE EUROPEO DE NORMALIZACION, 2011. *NORMA ESPAÑOLA: UNE-EN 12464-1 ILUMINACION DE LOS LUGARES DE TRABAJO*. 2011. S.l.: s.n.
- COMITE EUROPEO DE NORMALIZACION, 2012. *NORMA ESPAÑOLA UNE-EN 12665 Iluminación. Términos básicos y criterios para la especificación de los requisitos de alumbrado*. 2012. S.l.: s.n.
- FISK, W.J., 2002. How IEQ affects health, productivity. *ASHRAE Journal* [en línea], vol. 44, no. 5. ISSN 00012491. Disponible en: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0036565368&partnerID=tZOtx3y1>.
- FRIEDMANN, A., ZIMRING, C. y ZUBE, E.H., 1978. *Environmental design evaluation*. S.l.: New York, NY: Plenum Press.
- FRONTCZAK, M. y WARGOCKI, P., 2011. Literature survey on how different factors influence human comfort in indoor environments. *Building and Environment* [en línea], vol. 46, no. 4, pp. 922–937. ISSN 03601323. DOI 10.1016/j.buildenv.2010.10.021. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.10.021>.
- GALASIU, A.D., ATIF, M.R. y MACDONALD, R.A., 2004. Impact of window blinds on daylight-linked dimming and automatic on/off lighting controls. *Solar Energy*, vol. 76, no. 5, pp. 523–544. ISSN 0038092X. DOI 10.1016/j.solener.2003.12.007.
- GALASIU, A.D. y VEITCH, J.A., 2006. Occupant preferences and satisfaction with the luminous environment and control systems in daylight offices: a literature review. *Energy and Buildings*, vol. 38, no. 7, pp. 728–742. ISSN 03787788. DOI 10.1016/j.enbuild.2006.03.001.
- GENTILE, N., LAIKE, T. y DUBOIS, M.C., 2014. Lighting control systems in peripheral offices rooms at high latitude: Measurements of electricity savings and users preferences. *Energy Procedia*, vol. 57, pp. 1987–1996. ISSN 18766102. DOI 10.1016/j.egypro.2014.10.063.
- GUASCH, J., FORSTER, R., RAMOS, F., HERNÁNDEZ, A. y SMITH, A., 1998. 46. Iluminación.

- Enciclopedia De Salud Y Seguridad En El Trabajo - Volumen II* [en línea], pp. 46.1 – 46.19.  
 Disponible en:  
<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/46.pdf>.
- HERNÁNDEZ, S., 2015. Automatización o control: La percepción de los usuarios de edificios de oficinas inmóticos. *Revista Hábitat Sustentable* [en línea], vol. 2, no. 2, pp. 45–58. ISSN 0719-0700. Disponible en: <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RHS/article/view/420>.
- HIRNING, M.B., ISOARDI, G.L., COYNE, S., GARCIA HANSEN, V.R. y COWLING, I., 2013. Post occupancy evaluations relating to discomfort glare: A study of green buildings in Brisbane. *Building and Environment* [en línea], vol. 59, pp. 349–357. ISSN 03601323. DOI 10.1016/j.buildenv.2012.08.032. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.08.032>.
- HUA, Y., OSWALD, A. y YANG, X., 2011. Effectiveness of daylighting design and occupant visual satisfaction in a LEED Gold laboratory building. *Building and Environment* [en línea], vol. 46, no. 1, pp. 54–64. ISSN 03601323. DOI 10.1016/j.buildenv.2010.06.016. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.06.016>.
- IESNA, 2000. *The IESNA Lighting handbook* [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 0-87-995-150-8. Disponible en: Rea, Mark V.
- JENNINGS, J.D., RUBINSTEIN, F.M., DIBARTLOLMEO, D. y BLANC, S.L., 2000. Comparison of control options in private offices in an advanced lighting controls testbed. *Journal of the Illuminating Engineering Society* [en línea], vol. 29, no. April, pp. 39. ISSN 0099-4480. DOI 10.1080/00994480.2000.10748316. Disponible en: <http://btech.lbl.gov/papers/43096.pdf>.
- KONIS, K., 2013. Evaluating daylighting effectiveness and occupant visual comfort in a side-lit open-plan office building in San Francisco, California. *Building and Environment* [en línea], vol. 59, pp. 662–677. ISSN 03601323. DOI 10.1016/j.buildenv.2012.09.017. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.09.017>.
- KOOYMANS, R. y HAYLOCK, P., 2006. Post Occupancy Evaluation and Workplace Productivity Post Occupancy Evaluation and Workplace Productivity. *PRRES Conference*, pp. 15.
- LEE, Y.S. y KIM, S.-K., 2008. Indoor Environmental Quality in LEED-Certified Buildings in the U.S. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, vol. 7, no. November, pp. 293–300. ISSN 1346-7581. DOI 10.3130/jaabe.7.293.
- LIANG, H.H., CHEN, C.P., HWANG, R.L., SHIH, W.M., LO, S.C. y LIAO, H.Y., 2014. Satisfaction of

- occupants toward indoor environment quality of certified green office buildings in Taiwan. *Building and Environment* [en línea], vol. 72, pp. 232–242. ISSN 03601323. DOI 10.1016/j.buildenv.2013.11.007. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.11.007>.
- MARDALJEVIC, J., ANDERSEN, M., ROY, N. y CHRISTOFFERSEN, J., 2012. Daylighting Metrics: Is There a Relation Between Useful Daylight Illuminance and Daylight Glare Probability? *Ibpsa-England Bso12*, no. September, pp. 189–196.
- MARDALJEVIC, J., HESCHONG, L. y LEE, E., 2009. Daylight metrics and energy savings. *Lighting Research and Technology* [en línea], vol. 41, no. 3, pp. 261–283. [Consulta: 20 enero 2016]. ISSN 1477-1535. DOI 10.1177/1477153509339703. Disponible en: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-70149120713&partnerID=tZOtx3y1>.
- NABIL, A. y MARDALJEVIC, J., 2006. Useful daylight illuminances: A replacement for daylight factors. *Energy and Buildings*, vol. 38, no. 7, pp. 905–913. ISSN 03787788. DOI 10.1016/j.enbuild.2006.03.013.
- NIEBEL, B.W., 1996. *Ingeniería industrial: métodos, tiempos y movimientos*. Mexico D.F.: Alfaomega. ISBN 9701502175.
- PEI, Z., LIN, B., LIU, Y. y ZHU, Y., 2015. Comparative study on the indoor environment quality of green office buildings in China with a long-term field measurement and investigation. *Building and Environment* [en línea], vol. 84, pp. 80–88. ISSN 03601323. DOI 10.1016/j.buildenv.2014.10.015. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.10.015>.
- PIDERIT, M.B., DIAZ, M. y CAUWERTS, C., 2014. Definition of the CIE standard skies and application of high dynamic range imaging technique to characterize the spatial distribution of daylight in Chile. *Revista de la Construcción*, vol. 13, no. 2, pp. 22–30.
- PREISER, W.F., 2002. Toward universal design evaluation. *17th Conference International Association for people-environment studies; culture, quality of life and globalization: problems and challenges for the new millennium, Corunna, Spain*. S.l.: s.n.,
- PREISER, W.F., RABINOWITZ, H.Z. y WHITE, E.T., 1998. *Post-occupancy evaluation*. 1998. S.l.: s.n.
- PREISER, W.F.E., 1995. Post occupancy evaluation: how to make buildings work better. *Facilities* [en línea], vol. 13, no. 11, pp. 19–28. [Consulta: 22 mayo 2016]. ISSN 0263-2772. DOI 10.1108/02632779510097787. Disponible en: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-9144261246&partnerID=tZOtx3y1>.

- PREISER, W.F.E., 2001. The evolution of post occupancy evaluation. *In: Federal Facilities Council, editor. Learning from our buildings*. [En línea]. Washington D.C: National Academy Press, pp. 9–22. ISBN 9780309076111. Disponible en:  
[https://www.researchgate.net/profile/Jacqueline\\_Vischer/publication/236144016\\_Post-Occupancy\\_Evaluation\\_A\\_Multifaceted\\_Tool\\_for\\_Building\\_Improvement/links/55db38a208aeb38e8a8b7da1.pdf?origin=publication\\_detail&ev=pub\\_int\\_prw\\_xdl&msrp=U0ueTnA5zGME Tn73hzbPl](https://www.researchgate.net/profile/Jacqueline_Vischer/publication/236144016_Post-Occupancy_Evaluation_A_Multifaceted_Tool_for_Building_Improvement/links/55db38a208aeb38e8a8b7da1.pdf?origin=publication_detail&ev=pub_int_prw_xdl&msrp=U0ueTnA5zGME Tn73hzbPl).
- R. RODRIGUEZ y PATTINI., A., 2010. Determinación de satisfacción visual por medio de evaluaciones post ocupacionales en edificios no residenciales. El caso de oficinas. , vol. 14, pp. 57–64.
- REINHART, C., MARDALJEVIC, J. y ROGERS, Z., 2006. Dynamic Daylight Performance Metrics for Sustainable Building Design. *LEUKOS: The journal of the illuminating Engineering Society of North America* [en línea], vol. 3, no. 1, pp. 7–31. ISSN 15502724. DOI 10.1582/LEUKOS.2006.03.01.001. Disponible en:  
[http://www.arch.mcgill.ca/prof/sampson/arch447/fall2007/Readings/2-Dynamic Daylight Metrics.pdf](http://www.arch.mcgill.ca/prof/sampson/arch447/fall2007/Readings/2-Dynamic%20Daylight%20Metrics.pdf).
- RIES, R., BILEC, M.M., GOKHAN, N.M. y NEEDY, K.L., 2006. *The Economic Benefits of Green Buildings: A Comprehensive Case Study*. S.l.: s.n. ISBN 0013791060.
- ROISIN, B., BODART, M., DENEYER, A. y D'HERDT, P., 2008. Lighting energy savings in offices using different control systems and their real consumption. *Energy and Buildings*, vol. 40, no. 4, pp. 514–523. ISSN 03787788. DOI 10.1016/j.enbuild.2007.04.006.
- TÉLLEZ, L., VILLAREAL, L., ARMENTA, C., PONSEN, R. y BREMER, M., 2014. Situación de la Edificación Sostenible en América Latina. *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente*, pp. 1–119.
- URBANO, C. y YUNI, J., 2006. *Técnicas para investigar 2*. S.l.: Brujas.
- WONG, L.T., MUI, K.W. y HUI, P.S., 2008. A multivariate-logistic model for acceptance of indoor environmental quality (IEQ) in offices. *Building and Environment*, vol. 43, no. 1, pp. 1–6. ISSN 03601323. DOI 10.1016/j.buildenv.2007.01.001.
- ZIMRING, C., 2002. Postoccupancy evaluation: Issues and implementation. *Handbook of environmental psychology*. S.l.: s.n., pp. 306–319.

### PAGINAS WEB CONSULTADAS

- <http://patternguide.advancedbuildings.net/using-this-guide/analysis-methods/daylight-autonomy> consultada el 10/03/2016
- [http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ceed/bol\\_ceed\\_IIItrim15.pdf](http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ceed/bol_ceed_IIItrim15.pdf) consultada el 12/03/2016
- <http://www.usgbc.org/node/1732570?return=/credits/schools---new-construction/v2009> consultada el 18/03/2016
- <http://www.usgbc.org/node/1732592?return=/credits> consultada el 18/03/2016
- [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a8/Ciudadela\\_San\\_Martin\\_TSur.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a8/Ciudadela_San_Martin_TSur.jpg) consultada el 11/06/2016



## Capítulo 9. ANEXOS

### ANEXO 1. Prueba Piloto de Encuesta

#### ENCUESTA DE PERCEPCION DEL CONFORT VISUAL EN PUESTOS DE TRABAJO EDIFICIO DE OFICINAS

**OBJETIVO:** Comprobar la satisfacción visual de los usuarios en el espacio de trabajo y su acercamiento a los sistemas de control de la luz artificial, Con el fin de mejorar las condiciones de confort visual en los puestos de trabajo y resolver posibles problemas asociados a la iluminación.

Por favor lea cada una de las siguientes preguntas y responda a continuación

1. Edad: \_\_\_\_\_
2. Sexo: M ( ) F ( )
3. Escoja la opción que describa su tipo de oficina
  - a. oficina privada cerrada
  - b. oficina cerrada compartida con otras personas
  - c. cubículos con divisiones de 1.5 metros de altura o más
  - d. cubículos con divisiones por debajo de 1.5 metros de altura
  - e. Área de trabajo abierta sin divisiones
  - f. Otro. ¿Cuál? \_\_\_\_\_
4. ¿A qué distancia se encuentra su puesto de trabajo de las ventanas?
  - a. Inmediatamente al lado de la ventana
  - b. A menos de 3 metros de la ventana
  - c. Entre 3 y 6 metros de la ventana
  - d. A más de 6 metros de la ventana

Responda en una escala de 1 a 5 siendo 1 muy en desacuerdo y 5 muy de acuerdo, cada una de las siguientes afirmaciones con respecto a la situación de su puesto de trabajo:



	MUY EN DESACUERDO	1	2	3	4	5	MUY DE ACUERDO
5. La cantidad de luz en su puesto de trabajo le permite desarrollar sus actividades cómodamente		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
6. Su puesto de trabajo está libre de sombras molestas		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
7. Su puesto de trabajo está libre de brillos o reflejos molestos		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
8. La cercanía de su puesto de trabajo con las ventanas le permite desarrollar sus actividades con normalidad		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
9. La vista al exterior disponible desde su ventana es agradable		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
10. La luz natural es mejor que la artificial para mantener niveles de iluminación cómodos en el puesto de trabajo.		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
11. Puedo trabajar cómodamente con algunas de las luces eléctricas apagadas		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
12. Las luces eléctricas no son demasiado brillantes		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
13. Al finalizar la jornada laboral no ha presentado algún síntoma de molestia o fatiga visual		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

Responda Si o No

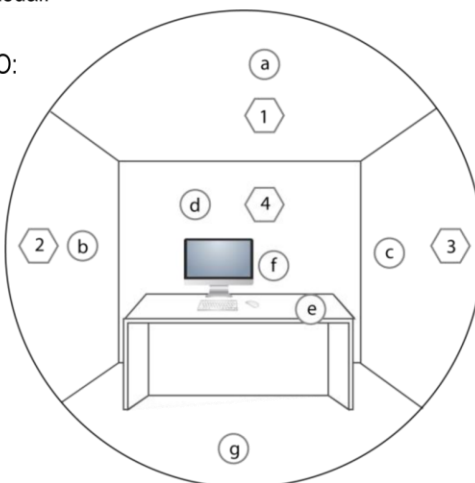
14. ¿Conoce el sistema de control de iluminación artificial presente en el edificio? **SI ( ) NO ( )**
15. ¿Es posible para usted modificar las variables de control de la iluminación artificial en su puesto de trabajo? **SI ( ) NO ( )**
16. ¿Desearía modificar las condiciones de luz artificial en su puesto de trabajo? **SI ( ) NO ( )**
17. ¿Su puesto de trabajo tiene mecanismos de control de la luz natural como persianas o cortasoles? **SI ( ) NO ( )**
18. ¿Es Posible accionarlos manualmente desde su puesto de trabajo? **SI ( ) NO ( )**
19. ¿Desearía poder accionar los sistemas de control de la luz natural? **SI ( ) NO ( )**

Escoja una opción

20. Según el grafico escoja la posible fuente de deslumbramiento y la superficie de reflejo en su puesto de trabajo dentro de su campo visual.

SUPERFICIE DE REFLEJO:

- a. Cielo raso
- b. Muro izquierdo
- c. Muro derecho
- d. Muro frontal
- e. Plano de trabajo
- f. Pantalla computador
- g. Piso



FUENTE DE DESLUMBRAMIENTO:

- 1. Ventana superior
- 2. Ventana izquierda
- 3. Ventana Derecha
- 4. Ventana Frontal

21. Considera usted que la iluminación en su puesto de trabajo es:
- a. Adecuada
  - b. Algo molesta
  - c. Molesta
  - d. Muy molesta
22. Si usted pudiera regular la iluminación para estar más cómodo, preferiría tener:
- a. Más luz
  - b. Sin cambio
  - c. Menos luz
23. Seleccione la opción que describa su vista al exterior desde la ventana:
- a. Ventana con vista a la ciudad
  - b. Ventana con vista a la naturaleza
  - c. Ventana con vista al cielo
  - d. Sin ventanas
24. Agregue un comentario que considere relevante para mejorar las condiciones de iluminación en su puesto de trabajo (opcional)

---



---



---

## Resultados prueba Piloto de encuesta

### Comprensión de las preguntas y categorías de las respuestas

Algunas palabras como “deslumbramiento o reflejos” resultaron confusas para las personas encuestadas y fueron el principal motivo de consulta. La pregunta que presentó mayores inconvenientes de comprensión fue la número **20** que cuestionaba la fuente de deslumbramiento y la principal superficie de reflejo, generó algunas confusiones ya que algunos puestos de trabajo se encontraban de espaldas a la ventana y en otros se consideraba que no existía tal deslumbramiento por lo tanto la opción de “ninguna” se sugiere para tener en cuenta mayor cantidad de escenarios, además la formulación de la pregunta resultaba confusa porque evalúa dos aspectos diferentes en una misma pregunta y aunque el gráfico asociado a la misma recreaba de manera didáctica el escenario de respuesta, los encuestados hicieron expresas sus dudas al momento de llegar al ítem 20.

A continuación se describen los resultados obtenidos para las 10 encuestas realizadas:

**1. Edad:** El rango de edad total de los encuestados se encuentra entre 19 y 60 años; distribuidos en rangos de edad como se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Rango de Edad	Número de Encuestados
19 a 30 años	4
30 a 50 años	3
más de 50 años	3

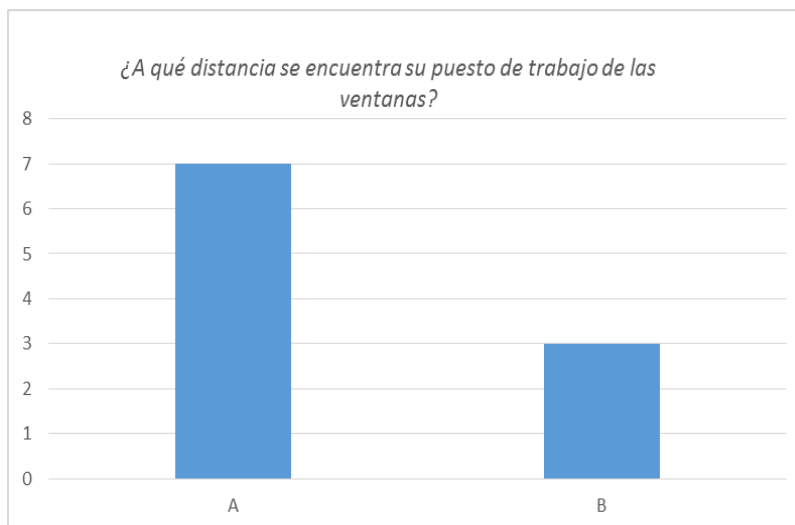
#### Edad de los encuestados

FUENTE: Elaboración propia

**2. Sexo:** De los 10 encuestado, el 50% pertenece al género femenino y el 50% al masculino.

**3. Pregunta 3:** La totalidad de los encuestados escogieron la opción “*b. oficina cerrada compartida con otras personas*”

**4. Pregunta 4:** De los 10 encuestados 7 se encuentran inmediatamente al lado de una ventana y 3 se encuentran a menos de 3 metros de la ventana, como se muestra en la gráfica, Considerando la reducida dimensión de las oficinas en que se realizó la prueba piloto de la encuesta.



**Resultados pregunta 4 Prueba piloto de encuesta**

FUENTE: Elaboración propia

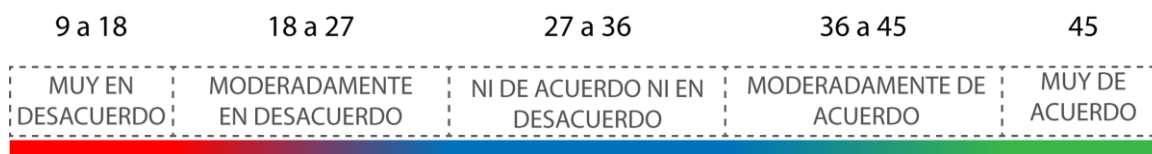
**5. Preguntas 5 a 13. Evaluación mediante escala de Likert.**

ENCUESTADO	AFIRMACIONES DE SITUACION EN EL PUESTO DE TRABAJO										SUMATORIA GENERAL
	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
1	5	5	5	5	5	5	1	3	3	3	37
2	4	4	3	4	3	5	5	3	2	3	33
3	5	5	4	4	4	5	4	4	3	3	38
4	4	2	3	5	2	4	2	3	4	4	29
5	5	5	5	5	1	4	1	5	3	3	34
6	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	34
7	5	4	4	5	3	5	4	4	3	3	36
8	4	2	2	4	1	4	4	2	3	3	26
9	5	5	5	5	3	5	5	3	4	4	40
10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	45

**Resultados escala de Likert preguntas 5 a 13**

FUENTE: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla, cada respuesta se le ha asignado un valor en la escala de Likert para finalmente realizar una sumatoria que permita clasificar el nivel de acuerdo o desacuerdo en que 45 es el puntaje máximo y 9 el mínimo; demostrando inconformidad en todos los aspectos evaluados, así.



**Sumatoria de respuestas en escala de Likert**

FUENTE: Elaboración propia

Los resultados obtenidos muestran que el 50% de los encuestados presentan una sumatoria mayor a 36, calificando la satisfacción general considerada en las afirmaciones propuestas entre moderadamente de acuerdo y de acuerdo, el 40% de los encuestados se encuentra entre 29 y 34 de sumatoria general ocupando una posición neutra con respecto a la satisfacción y el 10% presenta un puntaje de 26 demostrando la opinión menos favorable de la muestra. Las afirmaciones que presentaron mayor desacuerdo entre los encuestados fueron la 9 que evalúa la satisfacción con las vistas al exterior y la 11 que valora la posibilidad de trabajar con algunas luces eléctricas apagadas demostrando que el mayor aporte de iluminación lo hace la iluminación artificial especialmente en el piso 4.

**6. Preguntas 14 a 16:** Las respuestas a la pregunta 14 que cuestiona si el encuestado conoce el sistema de control de la iluminación presente en el edificio, fueron negativas para un 70% de la población y el 30% positivas.

La pregunta 15 que cuestiona si existe la posibilidad de modificar las variables de control de la iluminación, se obtuvo resultados iguales que en la anterior donde un 70% resulto negativa y un 30 % positiva y ante la pregunta 16 que pregunta si existe voluntad de cambio de las condiciones de luz artificial en el puesto de trabajo el 70% de las personas encuestadas responde que sí y el 30% que NO.

**7. Preguntas 17 a 19:** La pregunta 17 que investiga si el puesto de trabajo tiene mecanismos de control de la luz natural como persianas o cortasoles, el 100% de los encuestados respondieron que SI; ante la pregunta 18, que cuestione si es posible accionarlos manualmente desde el puesto de trabajo solo el 20% respondió de forma negativa y ante la pregunta 19, que indaga la voluntad de accionarlos, el 30% respondió NO, probablemente porque estén en conformidad con su condición de iluminación, el 70% restante desearía poder accionar las persianas para regular el ingreso de luz natural.

**8. Pregunta 20:** La pregunta 20 presenta un gráfico que contiene un esquema del plano de trabajo y el encuestado debía responder la superficie de reflejo y la fuente de deslumbramiento, lo que genero varias inquietudes debido a su formulación, que para algunas personas resulto confusa, en

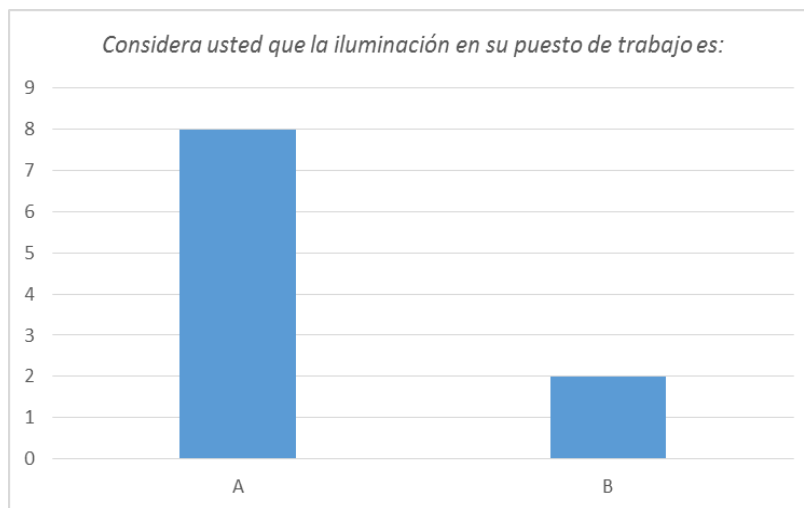
muchos casos se respondió más de una opción en la fuente de deslumbramiento y algunas personas adicionaron opciones nuevas como “ninguna” por no considerar que exista riesgo de deslumbramiento o “ventana” trasera por la ubicación del mobiliario con respecto a su puesto de trabajo. Se concluye que esta pregunta debe redactarse de manera que permita su comprensión y respuesta válida, separando los ítems evaluados anteriormente.

Encuestado	Respuesta
1	NINGUNA
2	LUZ ARTIFICIAL SUPERIOR
3	CIELO RAZO-VENTANA IZQUIERDA
4	PANTALLA COMPUTADOR- VENTANA DERECHA
5	CIELO RAZO-PLANO DE TRABAJO -VENTANA DERECHA
6	PANTALLA COMPUTADOR- VENTANA FRONTAL
7	PLANO DE TRABAJO-PANTALLA COMPUTADOR-VENTANA SUPERIOR
8	PLANO DE TRABAJO-VENTANA TRASERA
9	MURO FRONTAL - VENTANA FRONTAL
10	MURO FRONTAL

**Respuestas pregunta 20. Prueba piloto encuesta**

FUENTE: Elaboración propia

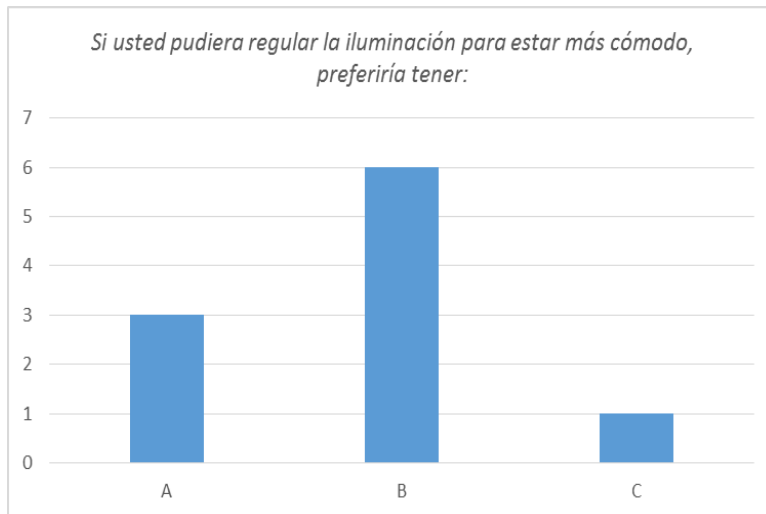
**9. Pregunta 21:** El 80% de los encuestados califico la iluminación en su puesto de trabajo como “adecuada” y el 20% considero que es algo molesta como se muestra en la gráfica, resultado que coincide con las menores valoraciones realizadas en las preguntas anteriores mediante escala de Likert.



**Resultado pregunta 21 prueba piloto encuesta**

FUENTE: Elaboración propia

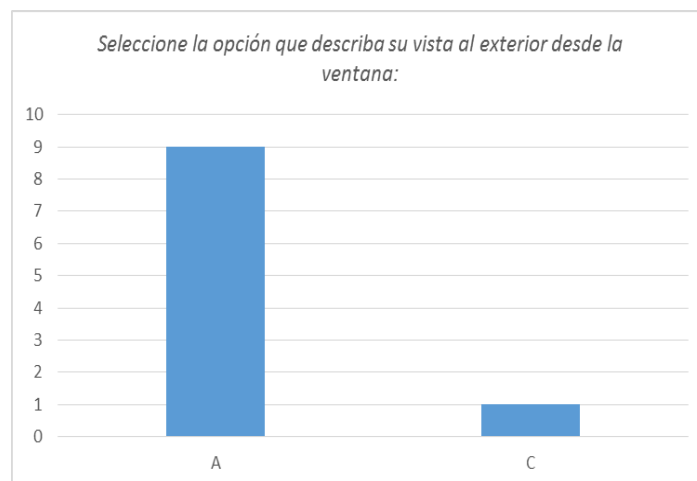
**10. Pregunta 22:** La pregunta 22 cuestiona sobre los posibles cambios que los ocupantes preferirían en su puesto de trabajo, el 60% de los encuestados responde “sin cambio” demostrando conformidad con su situación actual, el 30% preferiría tener más luz y el 10% preferiría tener menor luz.



**Resultado pregunta 22 prueba piloto encuesta**

FUENTE: Elaboración propia

**11. Pregunta 23:** La pregunta 23 pide al encuestado escoger la opción que describa su vista al exterior desde la ventana, el 90% de los encuestados responde “ventana con vista a la ciudad” y el 10 % responde “ventana con vista al cielo”



**Resultado pregunta 23 prueba piloto encuesta**

FUENTE: Elaboración propia

**12. Pregunta 24:** Pese a ser una pregunta abierta y opcional que pide un comentario que considere relevante para mejorar las condiciones de iluminación en su puesto de trabajo, se recibieron comentarios como:

- “Que no se prenda la luz artificial y trabajemos con la luz apagada. Utilizar más la natural dependiendo de la hora y así cuidamos el medio ambiente”.
- “Utilizar muebles en materiales de tonos claros”.
- “Me gustaría tener una fuente de luz constante que no se tenga que modificar en el día”.
- “Se podrían colocar unas persianas en las ventanas para que el sol no incomode en ocasiones”.

**Orden de las preguntas:** Se considera que el orden de las preguntas resulta adecuado excepto la pregunta 23 que por tratarse de una pregunta de caracterización del espacio de trabajo debería encontrarse en la parte inicial de la encuesta

**Duración de la encuesta:** El tiempo ocupado en responder las 24 preguntas propuestas fue de aproximadamente 10 minutos, tiempo mayor al estimado, en el que se incluye el espacio en que los encuestados expresan sus inquietudes y son resueltas las dudas para continuar con las siguientes preguntas.

Se puede concluir luego de evaluar las respuestas obtenidas en la prueba piloto que se debe realizar ajustes en la formulación de algunas preguntas para facilitar su comprensión y evitar palabras que puedan resultar desconocidas para los encuestados.



## ANEXO 2. Cuestionario de Evaluación técnica de la iluminación para prueba piloto

**Objetivo:** comprobar las condiciones de iluminación en los puestos de trabajo a analizar, el presente cuestionario permitirá la caracterización de los espacios y la indagación de aspectos que permitan integrarse con la encuesta realizada a los ocupantes y los que no sean posible de evaluar por parte del ocupante. La herramienta permite la observación y recolección de información relevante para su posterior análisis en la elaboración de un informe, incluidas las mediciones fotométricas y el registro fotográfico.

**Instrucciones:** el presente formulario se divide en 3 partes que comprenden la caracterización del espacio de trabajo y los distintos factores que influyen en el confort visual.

4. Entorno
5. Espacio de trabajo
6. Mediciones y Fotografías

**Fecha:** \_\_\_\_\_

**Hora de inicio:** \_\_\_\_\_

**Hora final:** \_\_\_\_\_

**Nombre del Edificio:** \_\_\_\_\_

**Dirección:** \_\_\_\_\_

### 3. ENTORNO

#### Registro de condiciones exteriores

- **Tipo de Cielo:** Registre las condiciones del cielo al momento de realizar la evaluación mediante Imagen del cielo con lente ojo de pez, frente a la fachada del edificio. *Escoja la condición cercana al tipo de cielo:*

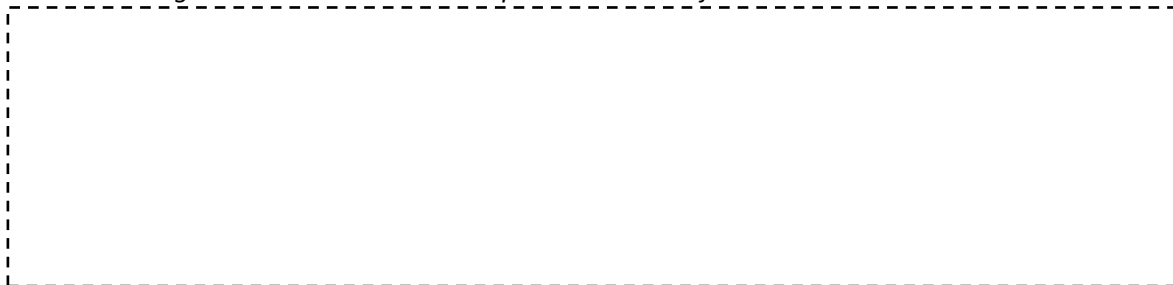
Despejado     Mayormente despejado     Parcialmente nublado     Mayormente nublado     Nublado

- **Obstrucciones Exteriores** (*Realizar un croquis general de la localización del edificio y señale en él los elementos exteriores significativos que influyan en la entrada de luz al interior, como: muros, vegetación, lotes de parqueo, edificios adyacentes de gran altura, etc. Indicar la superficie de la de los elementos y el norte mediante una flecha*)

#### 4. ESPACIO DE TRABAJO

Dado que la evaluación se realizara principalmente sobre un piso tipo, se propone la recolección de información desde los aspectos generales hasta escoger los puestos de trabajo representativos del área de estudio.

- Plano general de ubicación de los puestos de trabajo en el área de estudio



Cada puesto de trabajo se identificara como estación, donde se realizara el registro fotográfico, las mediciones y la recolección de información

#### VENTANA

- Acceso de la iluminación natural
  - Iluminación cenital  ventanas lateral  ambas

- Altura piso- techo:

\_\_\_\_\_

- Altura antepecho:

\_\_\_\_\_

- Tipo de protección Solar:

- Persianas exteriores
- Cortasoles exteriores
- Voladizos
- Muro cortina
- Persiana manual interior
- Persiana automática interior
- Cortina enrollable traslucida
- Roller (Blackout)

Características	Material	Color
Marco de Ventana		
Superficie Vidriada		
Protección Solar		

- Superficies del área de estudio

Superficies del área de estudio	Material	Color	Textura	Condición de la Superficie		
				Limpia	Media	Sucia
Cielo Raso						
Paredes						
Antepecho						
Piso						
Superficie de trabajo						

- **Tipo de puesto de trabajo:**
  - oficina privada cerrada
  - oficina cerrada compartida con otras personas
  - cubículos con divisiones de 1.5 metros de altura o más
  - cubículos con divisiones por debajo de 1.5 metros de altura
  - Área de trabajo abierta sin divisiones
  - Otro. ¿Cuál? \_\_\_\_\_
  
- **Distancia de la ventana:**
  - Inmediatamente al lado de la ventana
  - A menos de 3 metros de la ventana
  - Entre 3 y 6 metros de la ventana
  - A más de 6 metros de la ventana
  
- **Actividad:**
  - Trabajo en papel (lectura, escritura, formularios)
  - Trabajo del ordenador
  - Control de equipo de oficina (fotocopiadora, fax)
  - Reuniones (trabajo en Grupo)
  - Otro: \_\_\_\_\_
  
- **Evaluación Subjetiva de la Iluminación Natural:**

Responda las siguientes consideraciones en una escala de 1 a 5 (siendo 1 muy en desacuerdo y 5 muy de acuerdo) como si usted fuera un ocupante, basándose en su experiencia y en la relación con las condiciones de iluminación.

	MUY EN DESACUERDO	1	2	3	4	5	MUY DE ACUERDO
• La luz natural es suficiente para iluminar el espacio de trabajo		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• La luz natural no es demasiado brillante y no causa molestias visuales o de resplandor		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• Soy capaz de hacer mi trabajo sin problema de brillos o reflejos molestos		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• La vista al exterior es agradable y no existen reflejos provenientes del exterior		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• No existe probabilidad de reflejos molestos en pantallas de computador provenientes de ventanas		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• No existe probabilidad de reflejos molestos en superficies de muro o mobiliario		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• Puedo realizar actividades en este puesto de trabajo con algunas luces eléctricas apagadas		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• La luz natural es uniforme y no genera sombras molestas		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• Puedo regular la entrada de luz natural mediante persianas o cortinas		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

• **Evaluación Subjetiva de la Iluminación Artificial**

Responda las siguientes consideraciones en una escala de 1 a 5 (siendo 1 muy en desacuerdo y 5 muy de acuerdo) como si usted fuera un ocupante, basándose en su experiencia y en la relación con las condiciones de iluminación.

	MUY EN DESACUERDO	1	2	3	4	5	MUY DE ACUERDO
• La luz eléctrica en el puesto de trabajo es suficiente		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• Las luces eléctricas no son demasiado brillantes y no causan molestias visuales o resplandor		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• Las luces eléctricas permiten una percepción adecuada de los colores según la tarea realizada		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• La luz natural no causa reflejos molestos sobre las pantallas de computador		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• La luz artificial es uniforme y no genera sombras molestas		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

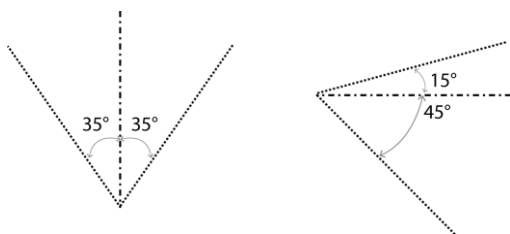
• **Recolección de Información**

Iluminación artificial									
Tipo de Luminarias									
Bombillas por luminaria									
Numero de luminarias									
Numero de Filas									
Luminarias por fila									
Altura de Montaje									
Condición de las luminarias			Limpia		Medio		Sucio		
Efectos Estroboscópicos			SI				NO		
Parpadeos Molestos			SI				NO		
Bombillas fundidas			SI				NO		
¿Existe un sistema Control Automático de la Iluminación Artificial?									
SI			NO			General		Individual	
Atenuadores									
Sensores de									
Temporizadores									
Persianas									
Otros:									

Responda las siguientes preguntas de acuerdo al puesto de trabajo en evaluación

- ¿Existe iluminación complementaria sobre el plano de trabajo? **SI**  **NO**   
 Tipo \_\_\_\_\_
- ¿Existen fuentes de deslumbramiento o incomodidad visual en el espacio de trabajo? **SI**  **NO**   
 Especifique el origen y la principal superficie de reflejo según el caso:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
- ¿Existen obstáculos dentro del campo visual que dificulten la visualización de las tareas en el puesto de trabajo? **SI**  **NO**  ¿Cuáles? \_\_\_\_\_

- ¿Los elementos de visualización están dentro de los siguientes límites?  
 Plano horizontal: **SI**  **NO**       Plano Vertical: **SI**  **NO**



- Describa otras deficiencias observadas que afecten la comodidad visual en el puesto de trabajo:

---



---

- Sugiera como podría mejorarse el aprovechamiento de la luz natural en el espacio:

---



---

### 3. MEDICIONES Y FOTOGRAFIAS

#### MEDIDA DE ILUMINANCIA EN LOS PUESTOS DE TRABAJO

##### Requisitos mínimos del luxómetro:

- Corrección de coseno
- Límite de error  $\pm 10\%$

Realizar un croquis del área de trabajo mostrando la ubicación del trabajador y los lugares donde se efectúan las medidas.

- Registre los datos obtenidos en la siguiente tabla:

HORA	ZONA O	Altura	NIVEL DE ILUMINANCIA	OBSERVACIONES
------	--------	--------	----------------------	---------------

	PUNTO DE MEDIDA	puesto de trabajo	PLANO			
			VERTICAL	HORIZONTAL	INCLINADO	

- **REGISTRO FOTORAFICO.**

El registro fotográfico debe realizarse al exterior e interior de la edificación y los puestos de trabajo evaluados, permitiendo el respaldo grafico de los puntos anteriormente documentados.

FOTO No.	Descripción	Lugar

**ANEXO 3. Resultado Prueba piloto de Cuestionario de Evaluación Técnica de la Iluminación**

Fecha: 27 de mayo de 2016

Hora de inicio: 8:00 am

Hora final: 9:15 am

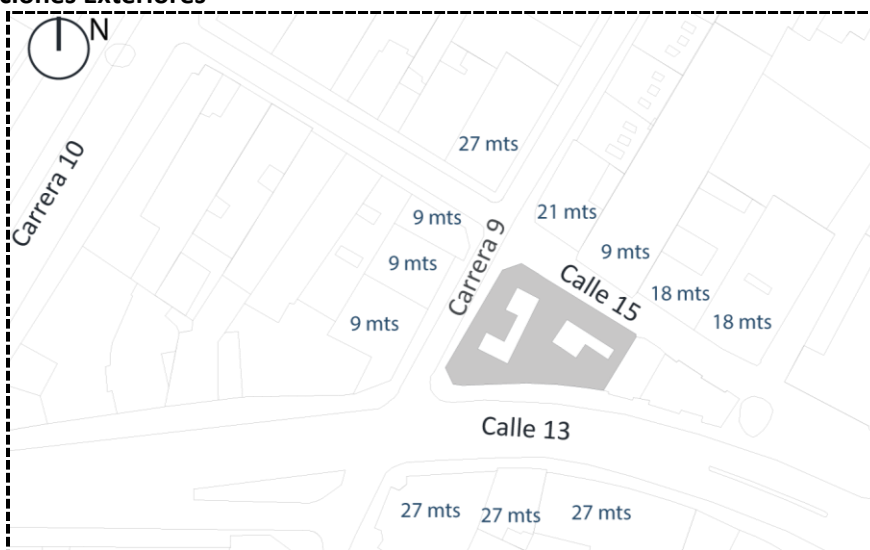
Nombre del Edificio: Edificio Colombia (piso 4 y 7)

Dirección: Carrera 9 # 14-36

**ENTORNO**

Tipo de Cielo: ■ Parcialmente nublado

- **Obstrucciones Exteriores**

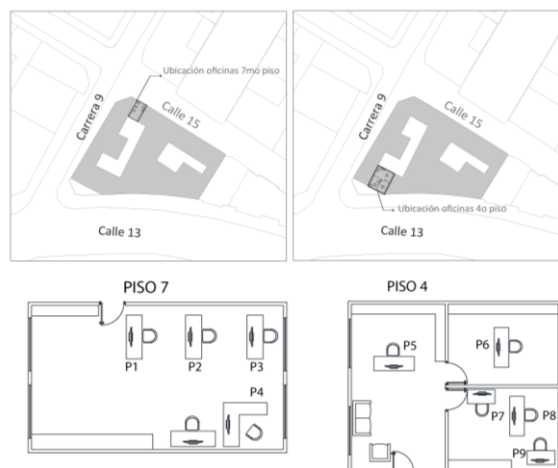


**Obstrucciones Exteriores Edificio Colombia**

Fuente: Elaboración Propia

**ESPACIO DE TRABAJO**

Como se muestra en la imagen, correspondiente al plano general de ubicación de los puestos de trabajo en el área de estudio.



**Ubicación oficinas y puestos de trabajo Edificio Colombia**

Fuente: Elaboración propia

Debido al formato propuesto la información del interior de la oficina se recoge en dos cuestionarios por lo cual se separaran por pisos:

**PISO 7**

**VENTANA**

- **Acceso de la iluminación natural :** ventanas lateral
- **Altura piso- techo:** 3.20 mts
- **Altura antepecho:** 0.80 mts
- **Tipo de protección Solar:** Cortina textil traslucido

Características	Material	Color
Marco de Ventana	Madera	blanco
	Metal	
Superficie Vidriada	Simple	Sin color
Protección Solar	NO	

**Características ventana Ed. Colombia Piso 7**

Fuente: Elaboración Propia

- **Superficies del área de estudio**

Superficies del área de estudio	Material	Color	Textura	Condición de la Superficie		
				Limpia	Media	Sucia
Cielo Raso	Estuco	Blanco	Lisa	X		
Paredes	Estuco	Crema-Beige	Lisa	X		
Antepecho	Estuco	Crema-Beige	Lisa	X		
Piso	Tapete	Gris	Rugosa	X		
Superficie de trabajo	Madera	Marrón	Lisa	x		

**Superficies Oficinas Ed. Colombia Piso 7**

Fuente: Elaboración Propia

- **Tipo de puesto de trabajo:** Oficina cerrada compartida con otras personas
- **Distancia de la ventana:** Inmediatamente al lado de la ventana / A menos de 3 metros de la ventana
- **Actividad:** Trabajo en papel (lectura, escritura, formularios) / Trabajo del ordenador / Control de equipo de oficina (fotocopiadora, fax)



**Evaluación Subjetiva de la Iluminación Natural:**

	MUY EN DESACUERDO	1	2	3	4	5	MUY DE ACUERDO
• La luz natural es suficiente para iluminar el espacio de trabajo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• La luz natural no es demasiado brillante y no causa molestias visuales o de resplandor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• Soy capaz de hacer mi trabajo sin problema de brillos o reflejos molestos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• La vista al exterior es agradable y no existen reflejos provenientes del exterior	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• No existe probabilidad de reflejos molestos en pantallas de computador provenientes de ventanas	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• No existe probabilidad de reflejos molestos en superficies de muro o mobiliario	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• Puedo realizar actividades en este puesto de trabajo con algunas luces eléctricas apagadas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• La luz natural es uniforme y no genera sombras molestas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• Puedo regular la entrada de luz natural mediante persianas o cortinas	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

**Evaluación subjetiva iluminación Natural. Piso 7 Ed. Colombia**

Fuente: Elaboración Propia

• **Evaluación Subjetiva de la Iluminación Artificial**

	MUY EN DESACUERDO	1	2	3	4	5	MUY DE ACUERDO
• La luz eléctrica en el puesto de trabajo es suficiente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• Las luces eléctricas no son demasiado brillantes y no causan molestias visuales o resplandor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• Las luces eléctricas permiten una percepción adecuada de los colores según la tarea realizada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• La luz natural no causa reflejos molestos sobre las pantallas de computador	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• La luz artificial es uniforme y no genera sombras molestas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

**Evaluación subjetiva iluminación Artificial. Piso 7 Ed. Colombia**

Fuente: Elaboración Propia

• **Recolección de Información**

Iluminación artificial					
Tipo de Luminarias	Ahorrador				
Bombillas por luminaria	1				
Numero de luminarias	2				
Numero de Filas	1				
Luminarias por fila	2				
Altura de Montaje	3.20 mts				
Condición de las luminarias	Limpia	X	Medio		Sucio
Efectos Estroboscópicos	SI		NO		X
Parpadeos Molestos	SI		NO		X
Bombillas fundidas	SI		NO		X

**Iluminación artificial Piso 7 Ed. Colombia**

Fuente: Elaboración Propia

- ¿Existe un sistema Control Automático de la Iluminación Artificial? **NO**
- ¿Existe iluminación complementaria sobre el plano de trabajo? **NO**
- ¿Existen fuentes de deslumbramiento o incomodidad visual en el espacio de trabajo? **SI**  
La ubicación de los puestos de trabajo con la ventana en frente de la pantalla del computador representa riesgo de reflejos que pueden representar incomodidad visual en los ocupantes, sumado a esto que la única protección solar es la cortina.
- ¿Existen obstáculos dentro del campo visual que dificulten la visualización de las tareas en el puesto de trabajo? **NO**
- ¿Los elementos de visualización están dentro de los siguientes límites?  
 Plano horizontal: **SI** Plano Vertical: **SI**
- Describa otras deficiencias observadas que afecten la comodidad visual en el puesto de trabajo: falta de control solar - disposición de mobiliario- iluminación artificial en puesto de trabajo para horas con poco aporte de luz natural
- Sugiera como podría mejorarse el aprovechamiento de la luz natural en el espacio: mejorar la disposición del mobiliario para evitar reflejos molestos, regular la entrada de luz natural.

**PISO 4**

**VENTANA**

- Acceso de la iluminación natural: ventanas lateral
- Altura piso- techo: 3.00 mts
- Altura antepecho: 1.20 mts
- Tipo de protección Solar: Persiana manual interior (vertical)

Características	Material	Color
Marco de Ventana	Madera	Marrón
Superficie Vidriada	Simple	Sin color
Protección Solar	Persiana	blanco

**Características Ventana Piso 4 Ed. Colombia**

Fuente: Elaboración Propia

- **Superficies del área de estudio**

Superficies del área de estudio	Material	Color	Textura	Condición de la Superficie		
				Limpia	Media	Sucia
Cielo Raso	Madera	Marrón	entramado	X		
Paredes	Madera	Marrón	Lisa	X		
Antepecho	Madera	Marrón	Lisa	X		
Piso	Porcelanato	Blanco	lisa	X		
Superficie de trabajo	Madera y vidrio	Marrón	Lisa	x		

**Superficies oficina. Piso 4 Ed. Colombia**

Fuente: Elaboración Propia

- **Tipo de puesto de trabajo:** *Oficina cerrada compartida con otras personas*
- **Distancia de la ventana:** *Inmediatamente al lado de la ventana/ A menos de 3 metros de la ventana*
- **Actividad:** *Trabajo en papel (lectura, escritura, formularios)/ Trabajo del ordenador/ Control de equipo de oficina (fotocopiadora, fax)*
- **Evaluación Subjetiva de la Iluminación Natural**

	MUY EN DESACUERDO	1	2	3	4	5	MUY DE ACUERDO
• La luz natural es suficiente para iluminar el espacio de trabajo		<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• La luz natural no es demasiado brillante y no causa molestias visuales o de resplandor		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
• Soy capaz de hacer mi trabajo sin problema de brillos o reflejos molestos		<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• La vista al exterior es agradable y no existen reflejos provenientes del exterior		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• No existe probabilidad de reflejos molestos en pantallas de computador provenientes de ventanas		<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• No existe probabilidad de reflejos molestos en superficies de muro o mobiliario		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
• Puedo realizar actividades en este puesto de trabajo con algunas luces eléctricas apagadas		<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• La luz natural es uniforme y no genera sombras molestas		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• Puedo regular la entrada de luz natural mediante persianas o cortinas		<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

**Evaluación subjetiva iluminación Natural. Piso 4 Ed. Colombia**

Fuente: Elaboración Propia

• **Evaluación Subjetiva de la Iluminación Artificial**

	MUY EN DESACUERDO	1	2	3	4	5	MUY DE ACUERDO
• La luz eléctrica en el puesto de trabajo es suficiente		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
• Las luces eléctricas no son demasiado brillantes y no causan molestias visuales o resplandor		<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• Las luces eléctricas permiten una percepción adecuada de los colores según la tarea realizada		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
• La luz artificial no causa reflejos molestos sobre las pantallas de computador		<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
• La luz artificial es uniforme y no genera sombras molestas		<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

**Evaluación subjetiva iluminación Natural. Piso 4 Ed. Colombia**

Fuente: Elaboración Propia

- **Recolección de Información**

Iluminación artificial					
Tipo de Luminarias	Fluorescente				
Bombillas por luminaria	2				
Numero de luminarias	3(una por espacio)				
Numero de Filas	1				
Luminarias por fila	1				
Altura de Montaje	3.00 mts				
Condición de las luminarias	Limpia	X	Medio	Sucio	
Efectos Estroboscópicos	SI		NO	X	
Parpadeos Molestos	SI		NO	X	
Bombillas fundidas	SI	X	NO		

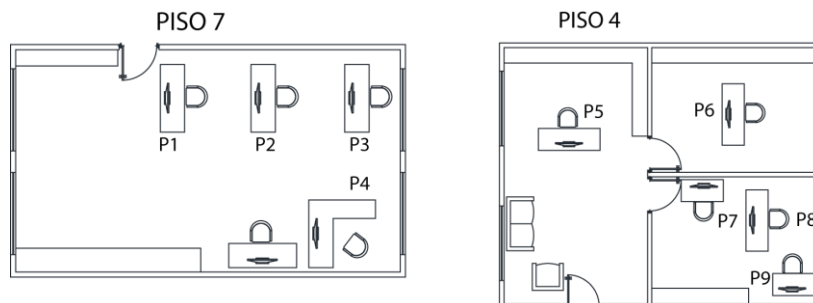
**Iluminación Artificial. Piso 4 Ed. Colombia**

Fuente: Elaboración Propia

- ¿Existe un sistema Control Automático de la Iluminación Artificial? **NO**
- ¿Existe iluminación complementaria sobre el plano de trabajo? **NO**
- ¿Existen fuentes de deslumbramiento o incomodidad visual en el espacio de trabajo? **SI**  
La luz artificial propuesta genera reflejos molestos en la superficie de trabajo especialmente en los escritorios que presentan superficie vidriada sobre la madera, además en el puesto de trabajo P6 la cercanía con la ventana y disposición del escritorio genera reflejos en la pantalla del computador
- ¿Existen obstáculos dentro del campo visual que dificulten la visualización de las tareas en el puesto de trabajo? **NO**  
 ¿Los elementos de visualización están dentro de los siguientes límites? Plano horizontal: **SI**  
 Plano Vertical: **SI**
- Describa otras deficiencias observadas que afecten la comodidad visual en el puesto de trabajo:  
La luz natural es desaprovechada por las persianas propuestas que funcionan como Blackout - disposición y material de mobiliario
- Sugiera como podría mejorarse el aprovechamiento de la luz natural en el espacio: mejorar la disposición del mobiliario para evitar reflejos molestos, evitar el control solar excesivo mediante persianas para aprovechar la luz natural.

### 3. MEDICIONES Y FOTOGRAFÍAS

#### MEDIDA DE ILUMINANCIA EN LOS PUESTOS DE TRABAJO



#### Ubicación puestos de trabajo Ed. Colombia

Fuente: Elaboración Propia

HORA	ZONA O PUNTO DE MEDIDA	Altura puesto de trabajo	NIVEL DE ILUMINANCIA			OBSERVACIONES
			PLANO			
			VERTICAL	HORIZONTAL	INCLINADO	
8:00:00 a. m.	P1	0.75 cm	150	255	240	Luz apagada
8:04:00 a. m.	P2	0.75 cm	152	445	437	Luz apagada
8:10:00 a. m.	P3	0.75 cm	364	484	1200	Luz apagada
8:15:00 a. m.	P4	0.75 cm	443	830	826	Luz apagada
8:25:00 a. m.	P5	0.80 cm	200	120	180	Luz encendida
8:35:00 a. m.	P6	0.80 cm	106	105	130	Luz encendida
8:40:00 a. m.	P7	0.80 cm	155	183	250	Luz encendida
8:48:00 a. m.	P8	0.80 cm	258	150	179	Luz encendida
8:50:00 a. m.	P9	0.80 cm	310	181	370	Luz encendida

#### Mediciones fotométricas Ed. Colombia

Fuente: Elaboración Propia

- **REGISTRO FOTORAFICO**

El respaldo grafico del registro fotográfico se encuentra en el Anexo 4.

FOTO No.	Descripción	Lugar
Foto 1	Foto de cielo hora de llegada	Oficina piso 7
Foto 2	Interior oficina piso 7 desde P3	Oficina piso 7
Foto 3	Interior oficina piso 7 desde P1	Oficina piso 7
Foto 4	Puesto de trabajo 1	Oficina piso 7
Foto 5	Medición fotométrica puesto de trabajo 2	Oficina piso 7
Foto 6	Medición fotométrica puesto de trabajo 4 (P4)	Oficina piso 7
Foto 7	Vista exterior desde piso 7	Oficina piso 7
Foto 8	Vista a patio interior desde piso 7	Oficina piso 7
Foto 9	Vista a patio interior desde oficina piso 4	Oficina piso 4
Foto 10	Puesto de trabajo 5	Oficina piso 4
Foto 11	Puesto de trabajo 6	Oficina piso 4
Foto 12	Ventana a patio interior oficinas 4 piso	Oficina piso 4
Foto 13	Imagen de cielo hora de finalización de la visita	Oficina piso 7

#### Registro Fotográfico Ed. Colombia

Fuente: Elaboración Propia

Luego de realizar la visita de prueba puede concluirse que:

- Las condiciones de iluminación entre los dos pisos presentan diferencias debido a su organización, tipo de mobiliario y tipo de superficies de acabado en paredes y techos ; mientras que en el momento de la visita las oficinas del piso 7 presentan medidas de iluminancia aceptables, con el aporte de la luz natural únicamente; en el piso 4 las luces eléctricas se encienden para la totalidad de la jornada laboral y el aislamiento hacia el exterior mediante persianas de tipo Blackout, se dan por la incomodidad que manifiestan los ocupantes con el ruido exterior y su inconformidad con la vista exterior como se manifiesta en la encuesta de satisfacción; incidiendo de esta manera en el desaprovechamiento de la luz natural.
- El cuestionario diseñado para esta prueba previa debe modificarse de manera que los datos del numeral 2. Espacio de Trabajo pueda registrarse, de ser posible en cada uno de los puestos de trabajo que sea posible, especialmente donde se cuestiona sobre tipo de puesto de trabajo, actividad y distancia de la ventana; en esta prueba piloto no hubo mayor inconveniente por tratarse de un espacio reducido, sin embargo en oficinas de mayor dimensión debe tenerse en cuenta para registrar de manera más eficiente la información.
- En el registro de la información de tipo de ventana y protección solar deben considerarse otras posibles opciones para la lista de chequeo, ya que como en el caso de la prueba piloto no se consideraron cortinas textiles y persianas de tipo vertical.

### Registro Fotográfico Prueba Piloto



Foto1. Foto de cielo hora de llegada (piso 7)

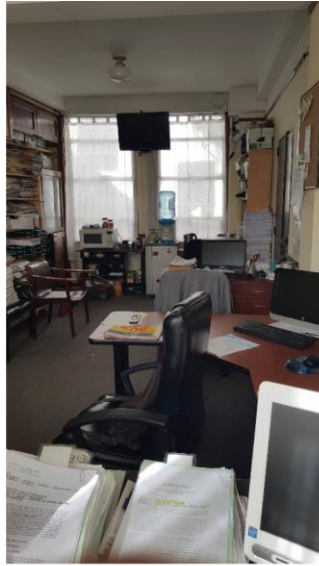


Foto 2. Interior oficina piso 7 desde P3

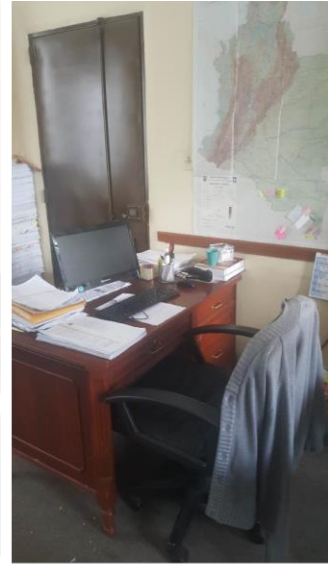


Foto 4. Puesto de trabajo 1 P1

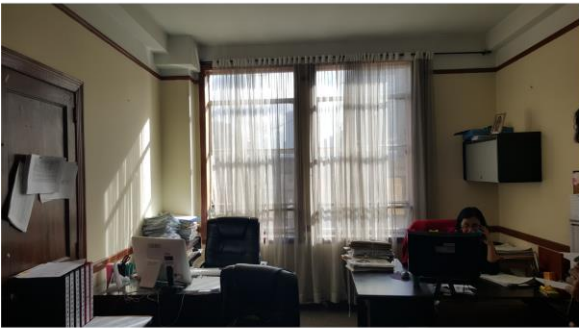


Foto 3. Interior oficina piso 7 desde P1



Foto 7. Vista exterior desde piso 7



Foto 8. Vista a patio interior

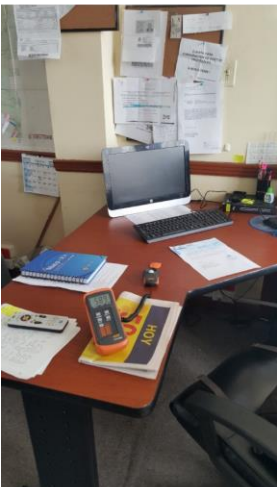


Foto 5. Medición fotométrica puesto de trabajo 2

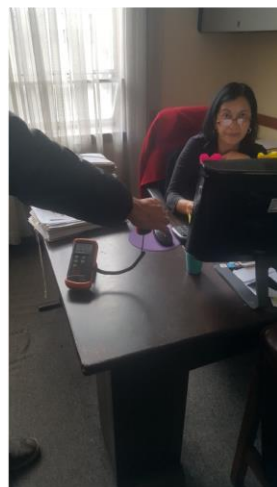


Foto 6. Medición fotométrica puesto de trabajo 4



Foto 9. Vista a patio interior desde oficina piso 4





Foto 10. Puesto de trabajo 5

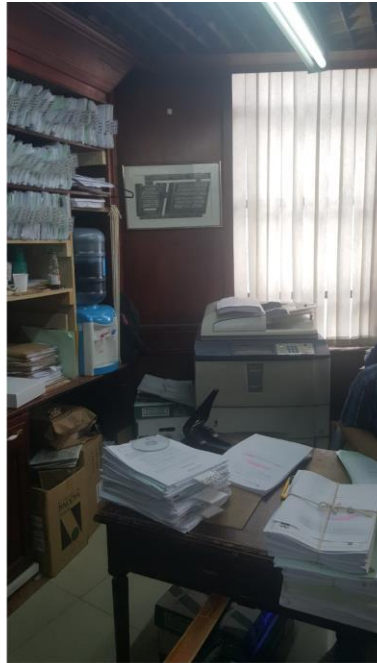


Foto 11. Puesto de trabajo 6



Foto 12. Ventana a patio interior oficinas 4 piso



Foto 13. Imagen de cielo hora de finalización de la visita

## ANEXO 4. Cuestionario Final

### CUESTIONARIO DE EVALUACION TECNICA DE LA ILUMINACIÓN

Fecha:  /  /  Hora de inicio:  :  Hora final:  :  Evaluador:

Nombre del edificio:  Dirección:

CONDICIONES EXTERIORES

Registre las condiciones del cielo al momento de realizar la evaluación mediante Imagen con lente ojo de pez. Escoja:

Despejado  Mayormente despejado  Parcialmente nublado  Mayormente nublado  Nublado

Realice un esquema de localización indicando las alturas más importantes de los edificios adyacentes al objeto de estudio. Indique el norte mediante una flecha. indique obstrucciones exteriores como vegetación, sombras exteriores, etc.

ZONA DE ESTUDIO

Realice un plano general de ubicación de los puestos de trabajo en el área de estudio, identificando los puntos de estudio con codigos p1, p2,p3..

CUESTIONARIO DE EVALUACION TECNICA DE LA ILUMINACIÓN

**CONDICIONES INTERIORES**

Acceso de la iluminación natural  Iluminación cenital  Ventanas lateral  ambas

Altura piso- techo

Altura antepecho

Protección solar  Persianas exteriores  Cortasoles exteriores  Voladizos  Muro cortina  Roller (Blackout)

Persiana manual interior  Persiana automática interior  Cortina enrollable traslucida

Cortina textil traslucida  Ninguna

	Material	Color
Marco de ventana	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Superficie vidriada	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Protección solar	<input type="text"/>	<input type="text"/>

	Material	Color	Textura	Limpia	Media	Sucia
Cielo raso	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Paredes	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Antepecho	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Piso	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Superficie de trabajo	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**ZONA DE ESTUDIO**

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P...	
Tipo de puesto de trabajo:																								
Oficina privada cerrada																								
Oficina cerrada compartida con otras personas																								
Cubículos con divisiones de 1.5 metros de altura o más																								
Cubículos con divisiones menor a 1.5 metros de altura																								
Área de trabajo abierta sin divisiones																								
Distancia de la ventana:																								
Inmediatamente al lado de la ventana																								
A menos de 3 metros de la ventana																								
Entre 3 y 6 metros de la ventana																								
A más de 6 metros de la ventana																								
Sin ventana																								
Actividad:																								
Trabajo en papel (lectura, escritura, formularios)																								
Trabajo del ordenador																								
Control de equipo de oficina (fotocopiadora, fax)																								
Reuniones (trabajo en Grupo)																								

**EVALUACIÓN SUBJETIVA IL. NATURAL**

Responda las siguientes consideraciones en una escala de 1 a 5 (siendo 1 muy en desacuerdo y 5 muy de acuerdo) como si usted fuera un ocupante, basándose en su experiencia y en la relación con las condiciones de iluminación.

	1	2	3	4	5
• La luz natural es suficiente para iluminar el espacio de trabajo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• La luz natural no es demasiado brillante y no causa molestias visuales o de resplandor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• Soy capaz de hacer mi trabajo sin problema de brillos o reflejos molestos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• La vista al exterior es agradable y no existen reflejos provenientes del exterior	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• No existe probabilidad de reflejos molestos en pantallas de computador provenientes de ventanas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• No existe probabilidad de reflejos molestos en superficies de muro o mobiliario	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• Puedo realizar actividades en este puesto de trabajo con algunas luces eléctricas apagadas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• La luz natural es uniforme y no genera sombras molestas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• Puedo regular la entrada de luz natural mediante persianas o cortinas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**CUESTIONARIO DE EVALUACION TECNICA DE LA ILUMINACIÓN**

EVALUACIÓN SUBJETIVA ILUMINACION ARTIFICIAL

Responda las siguientes consideraciones en una escala de 1 a 5 (siendo 1 muy en desacuerdo y 5 muy de acuerdo) como si usted fuera un ocupante, basándose en su experiencia y en la relación con las condiciones de iluminación.

- |   |                       |                       |                       |                       |                       |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|   | 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| • La luz eléctrica en el puesto de trabajo es suficiente  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| • Las luces eléctricas no son demasiado brillantes y no causan molestias visuales o resplandor  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| • Las luces eléctricas permiten una percepción adecuada de los colores según la tarea realizada | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| • La luz artificial no causa reflejos molestos sobre las pantallas de computador                | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| • La luz artificial es uniforme y no genera sombras molestas                                    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Tipo de Luminarias

Bombillas por luminaria

Numero de luminarias

Numero de Filas

Luminarias por fila

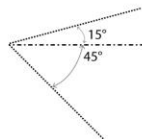
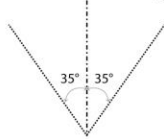
Altura de Montaje

		<b>General</b>	<b>Individual</b>
Condición de las luminarias	<input type="radio"/> Limpia <input type="radio"/> Medio <input type="radio"/> Sucio		
Efectos Estroboscópicos	<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Parpadeos Molestos	<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bombillas fundidas	<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Existe un sistema Control Automático de la Iluminación Artificial?	<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

ZONA DE ESTUDIO

Responda las siguientes consideraciones:

- ¿Existe iluminación complementaria sobre el plano de trabajo?  SI  NO  
Tipo
- ¿Existen fuentes de deslumbramiento o incomodidad visual en el espacio de trabajo?  SI  NO  
Especifique el origen y la principal superficie de reflejo según el caso:
- ¿Existen obstáculos dentro del campo visual que dificulten la visualización en el puesto?  SI  NO  
¿Cuáles?
- ¿Los elementos de visualización están dentro de los siguientes límites?  
Plano horizontal:  SI  NO      Plano Vertical:  SI  NO



EVALUACIÓN SUBJETIVA IL. NATURAL

• Describa otras deficiencias observadas que afecten la comodidad visual en el puesto de trabajo:

• Sugiera como podría mejorarse el aprovechamiento de la luz natural en el espacio:





### ANEXO 5.Registro fotográfico Edificio San Martin



Foto 14. Vista puesto de trabajo 1, 2, 3 y 4.

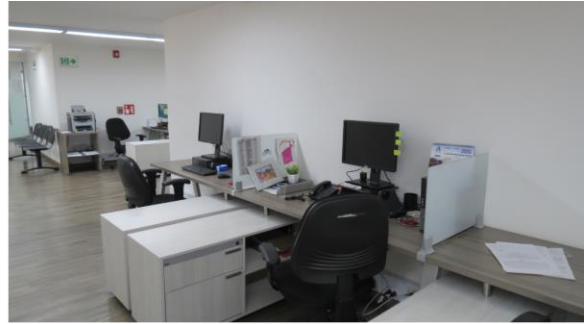


Foto 15. Puesto de trabajo 5 y 6.



Foto 16. Puesto de trabajo sin uso.



Foto 17. Medición junto a la ventana.



Foto 18. Medición en puesto de trabajo 4.



Foto 19. Medición puesto de trabajo 7.



Foto 20. Vista desde puesto de trabajo 7.



Foto 21. Vista al exterior desde el puesto de trabajo 7.



Foto 22. Puesto de trabajo 8.



Foto 23. Puesto de trabajo 9 y 10.



Foto 24. Puesto de trabajo 11.



Foto 25. Mediciones en puesto de trabajo 12, 13 y 14.



Foto 26. Vista al exterior desde ventana puesto de trabajo 14.



Foto 27. Medición en puesto de trabajo 15



Foto 28. Vista al exterior desde puestos de trabajo 17-23.



Foto 29. Medición en puesto de trabajo 22.



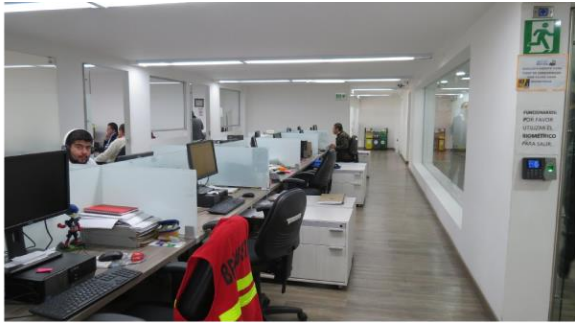


Foto 30. Puestos de trabajo 24-33.

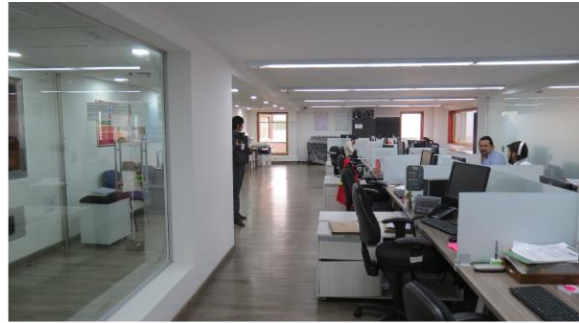


Foto 31. Puestos de trabajo 18-38



Foto 32. Ventana puesto de trabajo 39.



Foto 33. Puesto de trabajo 40.



Foto 34. Vista puesto de trabajo 45.