

**ANÁLISIS DEL CONFORT AMBIENTAL DE DOS EDIFICACIONES CON  
PARÁMETROS AMBIENTALES EN ASUNCIÓN, PARAGUAY**

**CAROLINA SOLEDAD WENNINGER GASPAR**

Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, como requisito para la obtención del título de *Magister Scientiae en Manejo de Recursos Naturales y Gestión Ambiental del Territorio*. Programa de Postgrado fortalecido por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)

Universidad Nacional de Asunción

Facultad de Ciencias Agrarias

Dirección de Postgrado

San Lorenzo, Paraguay

2017

**ANÁLISIS DEL CONFORT AMBIENTAL DE DOS EDIFICACIONES CON  
PARÁMETROS AMBIENTALES EN ASUNCIÓN, PARAGUAY**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL**

**CAROLINA SOLEDAD WENNINGER GASPAR**

Comité Asesor de Tesis:

Orientador: Prof. Ing. For. Jorge Amado Pinazzo Salinas, M.Sc.  
Co-Orientadora: Prof. Ing. For. Stella Mary Amarilla Rodríguez, M.Sc.  
Co-Orientadora: Prof. Ing. E. H. María José Aparicio Meza, M.Sc.  
Co-Orientadora: Ing. Amb. Celeste Gabriela González Pereira, M.Sc.

Revisor Internacional: Dr. Rafael. A. Ríos. Universidad de Puerto Rico.

Universidad Nacional de Asunción

Facultad de Ciencias Agrarias

Dirección de Postgrado

San Lorenzo, Paraguay

2017

DATOS INTERNACIONALES DE CATALOGACIÓN EN LA PUBLICACIÓN (CIP)  
DPTO. DE BIBLIOTECA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS / UNA

Weninger Gaspar, Carolina Soledad.

Análisis del confort ambiental de dos edificaciones con parámetros ambientales en Asunción, Paraguay. / Carolina Soledad Weninger Gaspar. -- San Lorenzo, Paraguay: FCA, UNA, 2017.  
xvii, 111 h. : il., tablas, cuadros, figuras ; 29 cm.

Incluye lista de siglas, abreviaturas, unidades de medida, bibliografías y anexos.

Tesis (Magister Scientiae) -- Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Dirección de Post-Grado en Manejo de Recursos Naturales y Gestión Ambiental del Territorio, 2017.

1. Gestión ambiental. 2. Construcción sustentable. 3. Normas LEED (Adap.). 4. Percepción ambiental. 5. Medio ambiente - Investigaciones - Paraguay. 6. Calidad del aire. 7. Confort lumínico (Adap.). 8. Confort sonoro (Adap.). 9. Confort térmico. 10. Construcción alternativa. 11. Sostenibilidad. 12. Edificios sostenibles. I. Título.

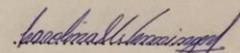
CDD: 333.7

Universidad Nacional de Asunción  
Facultad de Ciencias Agrarias  
Dirección de Postgrado

**ANÁLISIS DEL CONFORT AMBIENTAL DE DOS EDIFICACIONES CON  
PARÁMETROS AMBIENTALES EN ASUNCIÓN, PARAGUAY**

Esta tesis fue aprobada por la Mesa Examinadora como requisito parcial para optar por el grado de *Magister Scientiae* en Manejo de Recursos Naturales y Gestión Ambiental del Territorio, otorgado por la Facultad de Ciencias Agrarias/UNA.

Autora: Ing. Amb. Carolina Soledad Wenninger Gaspar



Miembros del Comité Asesor de Tesis:

Prof. Ing. For. Jorge Amado Pinazzo Salinas, M.Sc.

Prof. Ing. For. Stella Mary Amarilla Rodríguez, M.Sc.

Prof. Ing. E. H. María José Aparicio Meza, M.Sc.

Ing. Amb. Celeste Gabriela González Pereira, M.Sc.



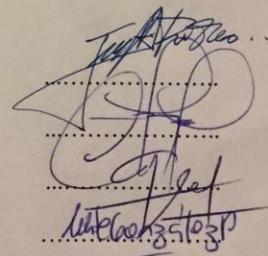
Miembros de la Mesa Examinadora:

Prof. Ing. For. Jorge Amado Pinazzo Salinas, M.Sc.

Prof. Ing. For. Stella Mary Amarilla Rodríguez, M.Sc.

Prof. Ing. Agr. Carmiña Hilda Soto Figueredo, M.Sc.

Ing. Amb. Celeste Gabriela González Pereira, M.Sc.



San Lorenzo, 15 de Diciembre del 2017

## **DEDICATORIA**

Este trabajo lo dedico con todo mi corazón a mis queridos padres, Carlos Luis Wenninger Notto y Milagro Teresa Gaspar Arias, a mi querida hermana Etel Lorena Wenninger Gaspar, a mi compañero de vida Hector Luis Sosa López, por el apoyo incondicional, por darme la oportunidad de lograr mi objetivo y por todo el amor y cariño brindado.

A Dios y a la Mater por todo lo que me brindan día a día: fortaleza, energía, apoyo, compañía, mucha serenidad y amor. Y a mis queridas hermanas del alma Misioneras de la Mater.

“Nada sin tí, nada sin mí”

## AGRADECIMIENTOS

A Dios y la Virgen María, por darme la fuerza necesaria para culminar una linda etapa de estudios y por haberme utilizado como instrumento para la realización de este trabajo de investigación.

A mis padres Carlos Wenninger, Teresa Gaspar; a mi hermana Etel Wenninger y mi compañero de vida Héctor Sosa por el estímulo, la paciencia y el apoyo incondicional en todo momento

Al Ing. For. Jorge Amado Pinazzo Salinas, a la Ing. For. Stella Mary Amarilla Rodríguez, a la Ing. E. H. María José Aparicio Meza y a la Ing. Amb. Celeste Gabriela González Pereira, al Dr. Rafael. A. Ríos; por toda la ayuda brindada.

Al CONACYT y a la Dirección de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción por brindarme la gran oportunidad de realizar la Maestría.

A los profesionales fabulosos de las dos instituciones financieras corporativas por la confianza, apertura y disposición.

Al Consejo Paraguayo de Construcción Sostenible, por la predisposición y acompañamiento en la parte técnica.

A mis queridas hermanas del alma, amigos y amigas, compañeros y compañeras, a mi equipo de estudio, por la amistad y comprensión en este largo proceso de aprendizaje, especialmente al gran equipo: Bernardino Morán, Angelica Montiel, Griselda Sosa y Rubén Ramirez, por la amistad, el acompañamiento y apoyo brindado.

A todas las personas que de una u otra forma me ayudaron en la preparación de este trabajo, en el desarrollo y la culminación del mismo.

## **ANÁLISIS DEL CONFORT AMBIENTAL DE DOS EDIFICACIONES CON PARÁMETROS AMBIENTALES EN ASUNCIÓN, PARAGUAY**

Autor: CAROLINA SOLEDAD WENNINGER GASPAR

Orientador: Prof. Ing. For. (M.Sc.) JORGE AMADO PINAZZO SALINAS

Co-orientadora: Prof. Ing. For. (M.Sc.) STELLA MARY AMARILLA RODRÍGUEZ

Co-Orientadora: Prof. Ing. E.H (M.Sc.) MARÍA JOSÉ APARICIO MEZA

Co-Orientadora: Ing. Amb. (M.Sc.) CELESTE GABRIELA GONZÁLEZ PEREIRA

### **RESUMEN**

La industria de la construcción ocasiona gran impacto al ambiente, principalmente cuando se recurre a las construcciones convencionales, para lo cual se han buscado opciones que cumplan las mismas funciones pero con responsabilidad social y compromiso ambiental, surgiendo así los modelos alternativos de construcción con parámetros ambientales y para incentivar la implementación es necesario que cumplan ciertos requisitos que den satisfacción a los ocupantes siendo uno de ellos el confort ambiental, el cual es el tema de este trabajo de investigación que esta compuesto por; el confort térmico, el confort lumínico, el confort sonoro y la calidad del aire del interior de las edificaciones. Con base a lo anterior, en febrero y noviembre del 2017, fue desarrollado este trabajo con la finalidad de estudiar el confort ambiental de 2 (dos) edificaciones con parámetros ambientales localizados en Asunción, Paraguay, determinándose temperaturas, humedad relativas, niveles de iluminación, niveles sonoros, cantidad de CO y CO<sub>2</sub>, medias, mínimas y máximas dentro de las edificaciones y niveles de percepción ambiental de los ocupantes. Los datos obtenidos fueron comparados con normativas tanto nacionales como internacionales de niveles de confort ambiental en el interior de las edificaciones. Las determinaciones realizadas revelan que las edificaciones en estudio presentan similitudes y diferencias en cuanto al comportamiento de las variables de las mismas, clasificándose en los niveles de Muy Confortable, Confortable, Poco Confortable, Desconfortable y Muy Desconfortable, de acuerdo a los datos obtenidos, en comparación con las normativas y según la percepción del confort ambiental de las personas. Tanto la edificación A como la edificación B, en los resultados de las mediciones como el de las encuestas dieron que son confortables, diferenciando esto en los otros tipos de confort: el térmico, lumínico, sonoro y de calidad de aire, considerando que ambos tienen aspectos que mejorar para lograr el nivel de muy confortable.

**Palabras Clave** – Calidad del aire, confort lumínico, confort sonoro, confort térmico, construcción alternativa, percepción ambiental, sostenibilidad.

## ANÁLISE DO CONFORTO AMBIENTAL DE DOIS EDIFÍCIOS COM PARÂMETROS AMBIENTAIS EM ASUNCIÓN, PARAGUAI

Autor: Ing. Amb. CAROLINA SOLEDAD WENNINGER GASPAR  
Conselheiro: Prof. Ing. For. (M.Sc.) JORGE AMADO PINAZZO SALINAS  
Co-conselheiro: Prof. Ing. For. (M.Sc.) STELLA MARY AMARILLA RODRÍGUEZ  
Co-Conselheiro:: Prof. Ing. E.H (M.Sc.) MARÍA JOSÉ APARICIO MEZA  
Co-conselheiro:: Ing. Amb. (M.Sc.) CELESTE GABRIELA GONZÁLEZ PEREIRA

### RESUMO

A indústria da construção tem um grande impacto no meio ambiente principalmente quando são utilizadas construções convencionais, para as quais foram buscadas opções que atendem as mesmas funções, mas com responsabilidade social e compromisso ambiental, e, portanto, novos modelos alternativos de construção com parâmetros ambientais e incentivar a implementação são necessários para atender a determinados requisitos que dão satisfação aos ocupantes sendo um deles conforto ambiental, que é o assunto deste trabalho de pesquisa que é composto por; o conforto térmico, o conforto da luz, o conforto do som e a qualidade do ar do interior dos edifícios. Com base no acima, em fevereiro e novembro de 2017, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de estudar o conforto ambiental de 2 (dois) prédios com parâmetros ambientais localizados em Assunção, Paraguai, determinando temperaturas, umidade relativa, níveis de iluminação, níveis sonoros, quantidade de CO e CO<sub>2</sub>, média, mínima e máxima dentro dos prédios e níveis de percepção ambiental dos ocupantes. Os dados obtidos foram comparados com normas nacionais e internacionais de níveis de conforto ambiental dentro dos edifícios. As determinações feitas revelam que os edifícios em estudo têm semelhanças e diferenças em termos de comportamento das variáveis do mesmo, classificados nos níveis de Muito Confortável, Confortável, Inconfortável, Desconfortável e Muito Incômodo, de acordo com os dados obtidos, em comparação com os regulamentos e de acordo com a percepção do conforto ambiental das pessoas. Tanto o edifício A como o edifício B, nos resultados das medições, conforme os inquéritos, são confortáveis, diferindo disso nos outros tipos de conforto: a qualidade térmica, leve, sonora e do ar, considerando que ambos têm aspectos a melhorar para alcançar o nível de muito confortável.

**Palavras Chave** – Qualidade do ar, conforto de iluminação, conforto de som, conforto térmico, construção alternativa, percepção ambiental, sustentabilidade.

# **ANALYSIS OF THE ENVIRONMENTAL COMFORT OF TWO BUILDINGS WITH ENVIRONMENTAL PARAMETERS IN ASUNCIÓN, PARAGUAY**

Author: Ing. Amb. CAROLINA SOLEDAD WENNINGER GASPAR  
Adviser: Prof. Ing. Agr. (M.Sc.) JORGE AMADO PINAZZO SALINAS  
Co-Adviser: Prof. Ing. For. (M.Sc.) STELLA MARY AMARILLA RODRÍGUEZ  
Co-Adviser: Prof. Ing. E.H. (M.Sc.) MARÍA JOSÉ APARICIO MEZA  
Co-Adviser: Prof. Ing. Amb. (M.Sc.) CELESTE GABRIELA GONZÁLEZ PEREIRA

## **SUMMARY**

The construction industry causes great impact to the environment, mainly when conventional constructions are used, for which options have been sought that fulfill the same functions but with social responsibility and environmental commitment, thus emerging alternative models of construction with environmental parameters and to encourage implementation it is necessary that they meet certain requirements that give satisfaction to the occupants, one of them being environmental comfort, which is the subject of this research work that is composed of; the thermal comfort, the light comfort, the sound comfort and the air quality of the interior of the buildings. Based on the above, in February and November of 2017, this work was developed with the purpose of studying the environmental comfort of 2 (two) buildings with environmental parameters located in Asunción, Paraguay, determining temperatures, relative humidity, lighting levels, sound levels, amount of CO and CO<sub>2</sub>, average, minimum and maximum within the buildings and levels of environmental perception of the occupants. The data obtained were compared with national and international norms of environmental comfort levels inside the buildings. The determinations made reveal that the buildings under study have similarities and differences in terms of the behavior of the variables of the same, classified in the levels of Very Comfortable, Comfortable, Uncomfortable, Uncomfortable and Very Uncomfortable, according to the data obtained, in comparison with regulations and according to the perception of people's environmental comfort. Both building A and building B, in the results of the measurements as the surveys gave that are comfortable, differing this in the other types of comfort: the thermal, light, sound and air quality, considering that both have aspects to improve to achieve the level of very comfortable

**Key Words:** Air quality, lighting comfort, sound comfort, thermal comfort, alternative construction, environmental perception, sustainability

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
Portada.....	i
Página de aprobación.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimientos.....	iv
Resumen.....	v
Resumo.....	vi
Summary.....	vii
Tabla de contenido.....	viii
Lista de figuras.....	x
Lista de cuadros.....	xii
Lista de tablas.....	xiv
Lista de anexos.....	xv
Lista de siglas y abreviaturas.....	xvi
Lista de unidades de medidas.....	xvii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 La contaminación y la construcción.....	3
2.2 Definición de sostenibilidad.....	3
2.3 Construcciones convencionales.....	4
2.4 Construcciones alternativas.....	5
2.4.1 Construcción sostenible.....	6
2.4.2 Arquitectura bioclimática.....	7
2.4.3 Bioconstrucción .....	8
2.5 Edificios sostenibles .....	10
2.5.1 Criterios para considerar sostenible a una edificación.....	11
2.5.2 Fases de la edificación sostenible.....	11
2.6 Sistema de certificación de edificios sostenibles .....	12
2.6.1 Certificaciones ambientales .....	12

2.6.2 Certificación LEED (Leadership in Energy and Environmental Design).	14
2.7 Antecedentes de certificación LEED en Paraguay.....	18
2.8 Salud y confort .....	19
2.9 Confort ambiental .....	21
2.10 Calidad ambiental interior .....	22
3 MATERIALES Y METODOS.....	23
3.1 Localización de la investigación y periodo de estudio.....	23
3.2 Tipo de investigación.....	25
3.3 Población de unidades y variables de medición.....	26
3.4 Resumen metodológico.....	30
3.5 Proceso de recolección de datos y determinaciones.....	31
3.5.1 Parte 1: Recolección de datos y determinaciones cuantitativas: termohigráfica, lumínica, sonora y de calidad de aire de las edificaciones.....	31
3.5.2 Parte 2: Percepción del confort ambiental de los ocupantes de las edificaciones.....	36
3.6 Recursos materiales y equipos técnicos.....	43
3.7 Control de calidad y tratamientos de los datos.....	43
3.8 Análisis de datos.....	44
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	45
4.1 Resultados.....	45
4.1.1 Parte 1: Evaluación del confort ambiental por medio de las variables cuantitativas: termohigráfica, lumínica, sonora y de calidad del aire de las edificaciones.....	46
4.1.2 Percepción del confort ambiental de los ocupantes de las edificaciones térmicas, lumínica, sonora y de calidad de aire.....	75
4.2 Discusión.....	81
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	88
5.1 Conclusiones.....	88
5.2 Recomendaciones.....	89
6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	92
7 ANEXO.....	96

## LISTA DE FIGURAS

		Página
Figura 1.	Vivienda de construcción convencional.....	5
Figura 2.	Vivienda de construcción en base a la corriente de alternativas de construcción.....	5
Figura 3.	Construcción sostenible con certificación LEED .....	6
Figura 4.	Arquitectura bioclimática .....	8
Figura 5.	Sistemas de climatización.....	12
Figura 6.	Bioconstrucción.....	12
Figura 7.	Edificación sostenible .....	14
Figura 8.	Puntuaciones dentro de cada área de calificación... ..	15
Figura 9.	Tipo de certificado LEED, según la puntuación obtenida.....	18
Figura 10.	Localización de las áreas de estudio.....	23
Figura 11.	Localización del área de estudio (Edificación A con certificación LEED NC Plata 2009).....	24
Figura 12.	Localización del área de estudio (Edificación B sin certificación LEED con parámetros ambientales en la construcción).....	25
Figura 13.	Promedio de la temperatura en la edificación A - Febrero 2017.....	47
Figura 14.	Promedio de la temperatura en la edificación B - Febrero 2017.....	48
Figura 15.	Promedio de la humedad relativa % en la edificación A - Febrero 2017.....	49
Figura 16.	Promedio de la humedad relativa % en la edificación B - Febrero 2017.....	50
Figura 17.	Promedio de la temperatura de materiales en la edificación A - Febrero 2017.....	52
Figura 18.	Promedio de la temperatura de materiales en la edificación B - Febrero 2017. Edificación B.....	54
Figura 19.	Diferencia entre las edificaciones A y B - Febrero 2017. Promedio de Temperatura °C.....	55
Figura 20.	Diferencia entre las edificaciones A y B - Febrero 2017. Promedio de Humedad %.....	56

Figura 21.	Nivel de iluminación (lux). Edificación A – Interno. Febrero 2017.	58
Figura 22.	Nivel de iluminación (lux). Edificación A – Externo. Febrero 2017	59
Figura 23	Nivel de iluminación (lux). Edificación B –Interno. Febrero 2017	60
Figura 24	Nivel de iluminación (lux). Edificación B –Externo. Febrero 2017	61
Figura 25	Nivel de iluminación (lux). Diferencia entre las edificaciones A y B. Mesa Medio. Febrero 2017.....	62
Figura 26	Nivel de iluminación (lux). Diferencia entre las edificaciones A y B. Ventana. Febrero 2017.....	63
Figura 27	Nivel sonoro (Leq). Edificación A. Febrero 2017.....	64
Figura 28	Nivel sonoro (Leq). Edificación B. Febrero 2017.....	65
Figura 29	Nivel sonoro (Leq). Diferencia entre las edificaciones A y B. Febrero 2017.....	67
Figura 30	Dióxido de Carbono CO <sub>2</sub> . Edificación A. Febrero 2017.....	68
Figura 31	Dióxido de Carbono CO <sub>2</sub> . Edificación B. Febrero 2017.....	69
Figura 32	Monóxido de Carbono CO (ppm). Edificación A. Febrero 2017.....	71
Figura 33	Monóxido de Carbono CO. Edificación B. Febrero 2017.....	72
Figura 34	Dióxido de Carbono CO <sub>2</sub> . Diferencia entre las edificaciones A y B. Febrero 2017.....	73
Figura 35	Monóxido de Carbono CO. Diferencia entre las edificaciones A y B. Febrero 2017.....	74

## LISTA DE CUADROS

		Página
Cuadro 1.	Certificaciones de construcción sostenible.....	13
Cuadro 2.	Áreas consideradas para la certificación LEED.....	16
Cuadro 3.	Tipo de certificación según puntuación.....	18
Cuadro 4.	Descripción general de las edificaciones que fueron objeto de estudio.....	27
Cuadro 5.	Clasificación de la variables.....	28
Cuadro 6.	Clasificación de las variables según su concepto, unidad de medida y observación.....	29
Cuadro 7.	Resumen metodológico.....	30
Cuadro 8.	Cronograma de mediciones cuantitativas.....	31
Cuadro 9.	Intervalo de tiempo de las mediciones.....	35
Cuadro 10.	Valores promedio semanal por turno de temperatura interna y externa -febrero 2017. Edificación A.....	47
Cuadro 11	Valores promedio semanal por turno de temperatura interna y externa febrero 2017. Edificación B.....	48
Cuadro 12.	Valores promedio semanal por turno de humedad relativa interna y externa -febrero 2017. Edificación A.....	50
Cuadro 13.	Valores promedio semanal por turno de humedad relativa interna y externa -febrero 2017. Edificación B.....	51
Cuadro 14.	Valores promedio semanal de la temperatura de interna y externa -febrero 2017. Edificación A.....	53
Cuadro 15.	Valores promedio semanal por turno de temperatura de materiales (°C) – febrero 2017.....	54
Cuadro 16.	Diferencia entre las edificaciones A y B - Febrero 2017. Promedio de Temperatura °C.....	56
Cuadro 17.	Diferencia entre las edificaciones A y B - Febrero 2017. Promedio de Humedad %.....	57
Cuadro 18.	Nivel de iluminación (lux). Edificación A – Interno. Febrero 2017.....	58

Cuadro 19.	Nivel de iluminación (lux). Edificación A – Externo. Febrero 2017.....	59
Cuadro 20.	Nivel de iluminación (lux). Edificación B – Interno. Febrero 2017.....	60
Cuadro 21.	Nivel de iluminación (lux). Edificación B – Externo. Febrero 2017.....	61
Cuadro 22.	Diferencia entre las edificaciones A y B. Nivel de iluminación. (Mesa Medio) Febrero 2017.....	62
Cuadro 23.	Diferencia entre las edificaciones A y B. Nivel de iluminación. (Ventana) Febrero 2017.....	63
Cuadro 24.	Nivel sonoro (Leq). Edificación A. Febrero 2017.....	65
Cuadro 25.	Nivel sonoro (Leq). Edificación B. Febrero 2017.....	66
Cuadro 26.	Nivel sonoro (Leq). Diferencia entre las edificaciones A y B. Febrero 2017.....	67
Cuadro 27.	Dióxido de Carbono. Edificación A. Febrero 2017.....	69
Cuadro 28.	Dióxido de Carbono CO <sub>2</sub> . Edificación B. Febrero 2017.....	70
Cuadro 29.	Monóxido de Carbono CO (ppm). Edificación B. Febrero 2017...	71
Cuadro 30.	Monóxido de Carbono CO. Edificación B. Febrero 2017	72
Cuadro 31.	Dióxido de Carbono CO <sub>2</sub> . Diferencia entre las edificaciones A y B. Febrero 2017.....	74
Cuadro 32.	Monóxido de Carbono CO. Diferencia entre las edificaciones A y B. Febrero 2017.....	75
Cuadro 33.	Percepción Ambiental de los ocupantes. Edificación A Noviembre 2017.....	76
Cuadro 34.	Percepción Ambiental de los ocupantes. Edificación B Noviembre 2017.....	78
Cuadro 35.	Comparación de la percepción Ambiental de los ocupantes entre la parte 1 y la parte 2. Noviembre. 2017.....	80
Cuadro 36.	Comparación del resultado de confort ambiental entre la parte 1 y la parte 2. Noviembre 2017.....	81
Cuadro 37.	Comparación del resultado de confort ambiental entre la A y B...	81

## LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Escala del nivel de percepción térmica.....	38
Tabla 2. Escala del nivel de percepción termica de los materiales .....	38
Tabla 3. Escala del nivel de percepción termica corporal .....	39
Tabla 4. Escala del nivel de percepción lumínica.....	39
Tabla 5. Escala del nivel de percepción .....	40
Tabla 6. Escala del nivel de percepción de calidad de aire general.....	40
Tabla 7. Categorías, numeración de preguntas, niveles e indicadores utilizados para evaluar la percepción de confort ambiental de las edificaciones.....	42

## LISTA DE ANEXOS

		Página
1A.	Fotografías de las edificaciones.....	97
2A.	Fotografía y descripción de los instrumentos utilizados para la recolección de datos.....	98
3 A.	Figura para determinación del Índice de Confort Térmico Humidex. ....	103
4 A.	Encuestas utilizadas para la realización de la percepción ambiental	104

## **LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS.**

ASHRAE	La Sociedad Estadounidense de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado
INSHT	El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo
LEED	Líder en Eficiencia Energética y Diseño Sostenible
CCS	Consejo de Construcción Sostenible

## LISTA DE UNIDADES DE MEDIDA

°C	Grados centígrados
%	Porcentaje

## **1. INTRODUCCIÓN**

La contaminación, la utilización de los recursos naturales, el consumo energético y otros factores que impactan al ambiente van en aumento debido al crecimiento demográfico y de la calidad de vida de las personas registrados en los últimos tiempos.

La contaminación influye de manera directa en la salud de las personas, en la percepción ambiental y en el confort. El confort ambiental es percibida por los distintos sentidos, es la integración del: confort térmico, confort lumínico, confort acústico y la calidad del aire.

Uno de los factores que influye dentro de la construcción es el confort ambiental. La industria de la construcción es uno de los que mayor impacto ocasionan al ambiente y construcciones alternativas como ser la construcción sostenible tienen como uno de sus principales objetivos reducir el impacto ambiental.

Esta reducción se debe a que los modelos alternativos de construcción, como la construcción sostenible, buscan la conservación de energía y de recursos naturales, su reutilización, la gestión del ciclo de vida tanto de las infraestructuras, sus materiales y componentes.

Actualmente en el país existen edificaciones que tomaron en cuenta parámetros ambientales en la etapa de construcción, así mismo para la etapa de funcionamiento y edificaciones con certificación de construcción sostenible. Una de las certificaciones de construcción sostenible es la LEED, la cual fue tomada como referencia en este trabajo de investigación.

El confort ambiental es uno de los factores que influye para la toma de decisiones a la hora de elegir el tipo de construcción que se desee implementar. Una construcción con confort ambiental desfavorable resta interés en la elección.

Esta investigación ha tenido como objetivo general: Determinar el confort ambiental de los tipos de edificación ubicados en Asunción, Paraguay. Por tanto los objetivos específicos fueron: 1. Estimar los valores de confort ambiental para cada uno de los tipos de edificación; 2. Estimar la percepción del confort ambiental de un determinado número de personas presentes en los sitios de estudio; 3. Identificar el tipo de edificación con mayor confort ambiental.

La hipótesis en esta investigación estableció que el tipo de edificación A con certificación LEED, presenta mayor confort ambiental que el tipo de edificación B con parámetros ambientales.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 La contaminación y la construcción**

El entorno construido, donde se pasa más del 90% de la nuestra vida, es, en gran medida, culpable de la contaminación. Los edificios consumen entre el 20 y el 50% de los recursos físicos, según su entorno, teniendo especial responsabilidad en el actual deterioro del medio ambiente (Xercavins i Valls 2002).

Dentro de las actividades industriales, la actividad de la construcción es la mayor consumidora, junto con la industria asociada, de recursos naturales como pueden ser madera, minerales, agua y energía. Asimismo, los edificios, una vez construidos, continúan siendo una causa directa de contaminación, por las emisiones que se producen en los mismos o el impacto sobre el territorio, creando un ambiente físico alienante y una fuente indirecta, por el consumo de energía y agua necesarios para su funcionamiento (Alavedra et al 1997).

A raíz de esto, han surgido nuevas formas de realizar ingeniería civil y arquitectura las cuales tienen una mayor conciencia en el manejo y uso adecuado de los materiales y energía que se emplean en la construcción, así como en las fases de proyección y diseño de las obras civiles (Berrón 2003).

### **2.2 Definición de sostenibilidad**

La Sostenibilidad consiste en la adaptación del entorno de los seres humanos a un factor limitante: la capacidad del entorno de asumir la presión humana de manera que sus recursos naturales no se degraden irreversiblemente (Cáceres 2006).

Es necesario recordar los tres principios básicos que, formulados por el economista Herman Daly, nos permiten avanzar, ambientalmente hablando, hacia un desarrollo sostenible:

1. Para una fuente de recursos renovables, no consumirla a una velocidad superior a la de su renovación natural.
2. Para una fuente no renovable, no consumirla sin dedicar la parte necesaria de la energía resultante en desarrollar una nueva "fuente" que, agotada la primera, nos permita continuar disfrutando de las mismas prestaciones.
3. Para un residuo, no generar más que aquél que el sumidero correspondiente sea capaz de absorber e inertizar de forma natural (Xercavins i Valls 2002).

### **2.3 Constucciones convencionales**

Los modelos de edificación implantados entre 1960 y 1990, debido a la preponderancia de la arquitectura prismática y materiales de gran resistencia, obtenidos a un alto costo energético y ambiental, han recibido directamente los siguientes impactos: en el interior de ellas, las temperaturas han ido en aumento, provocando que se tengan que recurrir a sistemas de condicionamiento ambiental activos para volverlos habitables. Las construcciones convencionales también presentan tres factores de gran efecto ambiental: consumo descontrolado de recursos, excesiva generación de residuos y arriesgada y peligrosa utilización de productos tóxicos (Ramírez 2009a; Ramírez 2009b).

Las construcciones convencionales (Figura 1), son aquellas encuadradas en los modelos clásicos modulares, con paredes construidas a de base materiales como ladrillos cocidos, ladrillos cerámicos, piedra bruta, hormigón armado, pisos cerámicos, graníticos, marmolados, de hormigón, techos de tejas, con tejuelones o tejuelas, losas de hormigón armado, chapas de zinc o fibrocemento, sistemas de climatización activos, entre otras características (Maña et al. 2002).



Figura 1. Vivienda de construcción convencional (Maña et al 2002).

## 2.4 Construcciones alternativas

Desde inicios de 1990 se ha observado un cambio en los modelos: las viviendas y los edificios en general son concebidos de manera que brinden, a más de refugio y protección, condiciones ambientales internas agradables, bajo nivel de consumo energético, menor impacto ambiental, entre otros, de modo que las actividades tanto domésticas como públicas puedan desarrollarse sin mayores dificultades en su interior, surgiendo lo que se denomina alternativas de construcción, siendo uno de los ejemplos la que se observa en la Figura 2 (Alvedra 1997)



Figura 2. Vivienda de construcción en base a la corriente de alternativas de construcción (Maña et al. 2002).

Las construcciones alternativas, son aquellas construcciones que son amigables con el ambiente con un componente ambiental, ya sea en su diseño, en el tipo de material que utiliza, o mismo en la forma de construcción u operación que tienen como objetivo: concebir el diseño arquitectónico buscando aprovechar los recursos naturales de tal modo que minimicen el impacto ambiental de las construcciones sobre el ambiente natural y sobre los habitantes, entre ellas se puede mencionar; la construcción sostenible, la arquitectura bioclimática, la bioconstrucción.

### 2.4.1 Construcción sostenible

La construcción sostenible (Figura 3), se puede definir como aquella que teniendo especial respeto y compromiso con el medio ambiente, implica el uso eficiente de la energía y del agua, utilización de recursos y materiales no perjudiciales para el medio ambiente, resulta más saludable y se dirige hacia una reducción de los impactos ambientales (Ramírez 2010).



Figura 3. Construcción sostenible con certificación LEED (Serrano, 2016).

### 2.4.2 Arquitectura bioclimática

Se fundamenta en la adecuación y utilización positiva de las condiciones ambientales y materiales, mantenida durante el proceso del proyecto y la obra una

lógica que parte del estudio de las condiciones climáticas y ambientales y de la adecuación del diseño arquitectónico para protegerse y/o utilizar los distintos procesos naturales (Celis 2000).

Sus objetivos son: el máximo grado de bienestar, el mínimo impacto ambiental y el mínimo gasto energético. Teniendo en cuenta: aspectos energéticos, acumulación y restitución de la energía, conservación de energía, iluminación y ventilación (Gonzalo 2003).



Figura 4. Arquitectura bioclimática (Structuralia 2016).

Lloyd Jones (2002) indica que en la arquitectura bioclimática (Figura 4), se enfatiza el aprovechamiento de la energía solar, teniendo en cuenta la trayectoria solar y la orientación del edificio. También prioriza los sistemas de climatización, los cuales pueden ser:

- Pasivos: Son inherentes al edificio: ventanas, cerramientos, solariums, lucernarios, pozo canadiense, entre otros (Figura 5a).
- Activos: Son ajenos al edificio (ventiladores, acondicionadores de aire, estufas, calefactores, entre otros) y que han de integrarse convenientemente en el mismo (Figura 5b).



a. Pasiva

b. Activa

Figura 5. Sistemas de climatización (Lloyd Jones 2002).

### 2.4.3 Bioconstrucción

Según Alonso (1997), la bioconstrucción (Figura 6), es la ciencia de origen alemán que persigue el uso adecuado de los recursos, de acuerdo con el sitio y con las circunstancias sociales y económicas de los usuarios. Los aspectos a tener en cuenta para obtener un edificio con el concepto de bioconstrucción son:

- a. Eficiencia energética y energías renovables:** Orientación del edificio, confort térmico, eficiencia térmica del envoltorio del edificio, dimensionamiento de los sistemas de calefacción, agua caliente, ventilación y aire acondicionado, uso de fuentes de energía alternativas, minimización del consumo eléctrico para iluminación y electrodomésticos.
- b. Impacto medioambiental directo e indirecto:** Mantener la integridad del espacio y la vegetación, uso de plantas nativas en el jardín, minimización de los efectos contaminantes en la napa freática, uso de los materiales de construcción locales y de bajo costo ambiental.
- c. Conservación y reciclaje de recursos:** Uso de productos reciclables, reutilizar componentes constructivos, equipamiento y mobiliario, reutilización de las aguas grises y el uso de dispositivos de ahorro.
- d. Uso del agua lluvia:** Instalación de sistemas de captación, ahorro del agua en el mantenimiento de los edificios y uso de métodos de tratamiento de agua.

**e. Calidad ambiental interior:** Minimizar el contenido de componentes químicos volátiles de los materiales de construcción, mantenimiento y limpieza; minimización de las oportunidades de crecimiento microbiano, aporte adecuado de aire fresco, adecuado control acústico, acceso a la luz del día y espacios comunes.

La selección de sistemas constructivos o estructurales de bajo consumo energético debe garantizar una apropiada combinación de materiales y componentes de bajo consumo energético de producción local y de los componentes industrializados imprescindibles de mayor energía incorporada (Acosta y Cilento 2007).



Figura 6. Bioconstrucción (Structuralia 2016).

Según Camarero et al. (2008), los materiales utilizados en bioconstrucción se conocen como materiales sostenibles y deben presentar las siguientes características: proceder de fuentes renovables y abundantes, no contaminantes, consumir poca energía en su ciclo de vida, ser duradero, posibilidad de estandarizarse, ser fácilmente valorizable, proceder de producción justa y tener bajo costo económico.

## 2.5 Edificios sostenibles

La edificación sostenible (Figura 7), es aquella que asegura la calidad ambiental y la eficiencia energética de un edificio durante todo su ciclo de vida, desde su fase de diseño y construcción, hasta su fase de mantenimiento y derribo (Viladomiu 2003).

La contribución de la edificación en un desarrollo sostenible debe plantearse como objetivo estratégico minimizar o reducir al máximo, tanto a nivel local como global su contribución a los diferentes efectos negativos sobre el medioambiente y en los aspectos económicos sociales y culturales, considerando los procesos edificatorios de una forma íntegra, desde su inicio hasta su final (Alvarez 2003).

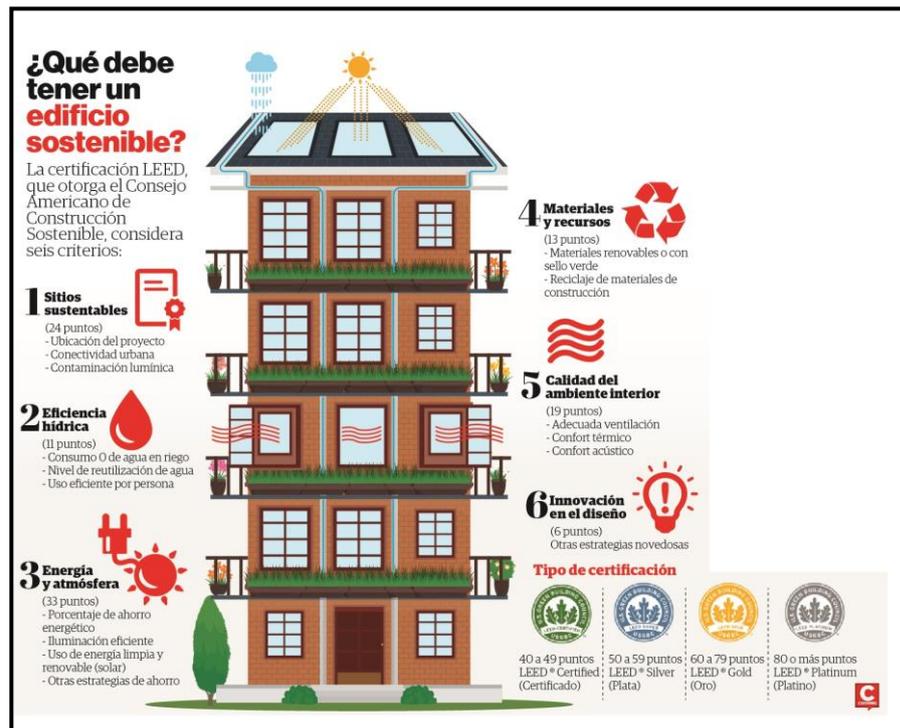


Figura 7. Edificación sostenible (Correo 2016).

### 2.5.1 Criterios para considerar sostenible a una edificación

Según Usón (2004) los indicadores de sustentabilidad ambiental caracterizan el funcionamiento del edificio y facilitan la comparación internacional. El número y tipo de indicadores debe seleccionarse por la disponibilidad de los datos, la viabilidad de tiempo y de costo.

El Green Building Council (2000) utiliza 4 indicadores de sustentabilidad ambiental, establecidos a partir del área construida y la ocupación del edificio:

- Consumo anual de energía primaria entregada.
- Área neta de tierra consumida por el edificio y los trabajos relacionados a su construcción.
- Consumo de agua neto y anual para el funcionamiento del edificio.
- Emisiones de GEI (gases de efecto invernadero) anuales debidas a la operación del edificio.

### **2.5.2 Fases de la edificación sostenible**

Según Viladomiu (2003) existen cinco fases por las que atraviesa un edificio sostenible las cuales son las siguientes:

- Adecuación del diseño a las condiciones climáticas y ambientales de la zona.
- Selección de materiales y sistemas constructivos ambientalmente correctos.
- Uso de energías renovables y eficiencia energética en las instalaciones de servicios.
- Mantenimiento preventivo de edificios.
- Desconstrucción y valorización de residuos.

### **2.6 Sistema de certificación de edificios sostenibles**

Las certificaciones verdes verifican y validan el cumplimiento de un cierto estándar para la construcción verde, con el objetivo de mitigar los impactos que tienen los edificios en el medio ambiente natural (Paraguay *Green Building Council* 2013).

La certificación mediante cualquier sistema de clasificación verifica la naturaleza sostenible del proyecto, y puede ser una valiosa herramienta de educación y mercadeo para los propietarios y los equipos de diseño y construcción mediante el proceso de crear un edificio sostenible. La certificación de la construcción sostenible también puede ser una manera de incentivar a los clientes, propietarios, desarrolladores, diseñadores, constructores y usuarios a desarrollar y promover

prácticas de construcción más sostenibles. Es importante notar que un edificio no tiene que ser certificado para ser sostenible y bien construido (Paraguay *Green Building Council* 2013).

### **2.6.1 Certificaciones ambientales**

El objetivo final de una certificación ambiental es conseguir una reducción de los impactos que genera el edificio mediante la aplicación de medidas de mejora. Los sellos medioambientales con mayor difusión son: LEED (Líder en eficiencia energética y diseño sostenible), BREEAM (Investigación de edificios, método de evaluación ambiental), VERDE (Metodología para la evaluación y certificación ecológica de edificio) y PASSIVHAUS (Casa pasiva). Cada uno de ellos depende de un organismo que gestiona el sistema de certificación y avala el sello (D-fine 2016).

Según D-fine 2016, las diferentes metodologías evalúan la reducción de los impactos más relevantes en el sector de la edificación, por lo que muchas de las medidas de mejora aplicadas son válidas para la obtención de cualquiera de los sellos, aunque la puntuación puede ser ligeramente distinta en función del sello que se elija. Por otra parte, las medidas de mejora también son válidas, y muy interesantes, incluso si no existe la intención de conseguir ningún sello. Partiendo de la premisa de que lo que se puede medir, se puede mejorar, un conocimiento ajustado y claro de los impactos que genera el edificio nos ayuda a decidir qué impactos queremos reducir, y aplicar las medidas necesarias. Estas medidas serán muy valiosas durante toda la vida útil del edificio, y ayudará a lograr un ahorro económico, además de una mejora del confort de los usuarios y un beneficio al medioambiente (D-fine 2016).

Debido a que los sellos evalúan los mismos impactos al ambiente, todos tienen muchos puntos en común. Su diferencia fundamental está en la forma de cuantificar y puntuar la reducción de estos impactos. En el (Cuadro 1), se puede observar con detalle el tipo de certificación al cual pertenece, el sello que lo identifica y su característica (D-fine 2016):

Cuadro 1. Certificaciones de construcción sostenible.  
Fuente: Elaboración propia (2016).

Sello	Certificación	Característica
	LEED	Se basa en la incorporación en el proyecto de aspectos relacionados con la eficiencia energética, el uso de energía alternativas, la mejora de la calidad ambiental interior, la eficiencia del agua, el desarrollo sostenible de los espacios libres de la parcela y la selección de materiales, a través de una calificación por medio de puntuaciones.
	VERDE	Realiza un control más exhaustivo, puntuando de forma lineal: cuanto mayor sea la reducción de los impactos, mayor será tu puntuación.
	BREEAM	Sigue un sistema de puntuación similar a LEED aunque el control realizado es más técnico e intensivo.
	PASSIHAUS	Solamente incluye las medidas que producen un ahorro energético, evaluando la aplicación de unos estrictos criterios de reducción de la demanda.

Aunque las medidas de mejora pueden generar diferentes puntuaciones en función del sello elegido, para poder decidir qué sello implantar es necesario tener en cuenta además otros factores (coste del sello, coste de las medidas a implantar, repercusión mediática, periodos de retorno de la inversión, idioma del sello, periodo de validez, tiempo necesario para conseguir el sello y reducción efectiva del impacto medioambiental). Un análisis de viabilidad previa aportará la información necesaria para tomar la mejor decisión (D-fine 2016).

### 2.6.2 Certificación LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*)

LEED significa Líder en Eficiencia Energética y Diseño Sostenible (en inglés *Leadership in Energy & Environmental Design*). La norma es un sistema de certificación de edificios sostenibles, desarrollado por el Consejo de la Construcción Verde de Estados Unidos (*US Green Building Council*). Su objetivo es avanzar en la utilización de estrategias que permitan una mejora global en el impacto medio

ambiental de la construcción (Paraguay *Green Building Council* 2013).

Al cumplir cinco parámetros, se puede acceder a la norma, que ayudará a quienes desarrollan sus tareas en el ámbito certificado a mejorar su rendimiento y experimentar un ambiente más agradable. Pero se trata de un proceso largo, que conlleva auditoría y documentaciones (Paraguay *Green Building Council* 2013).

Es un sistema de certificación de edificios sostenibles desarrollado para fomentar la construcción ecológica y brindar una herramienta común que permita evaluar de manera estándar el nivel de sustentabilidad de un edificio proyectado o existente. LEED es un método voluntario, cuya estructura se basa en lo consensual y en los criterios de mercado para garantizar el desarrollo de edificios sostenibles de alta eficiencia (IRPH 2009).

Este modelo LEED fue creado para regular, certificar e incentivar la construcción o readecuación de edificios que sean amigables con el ambiente, además de obtener beneficios económicos por los ahorros que generan el manejo eficiente de los recursos naturales (energía, agua, suelo y materias primas) en una edificación (Rodríguez y Plazas 2011).

#### **a). Criterios de certificación LEED**

Según Civita (2016) la certificación LEED es un sistema basado en puntos como se puede observar en la (Figura 8):

<b>LEED para Nuevas Construcciones</b>		
<b>Total de Puntos posibles</b>		<b>110</b>
	<b>Sitio Sustentable</b>	<b>26</b>
	<b>Eficiencia en consumo de agua</b>	<b>10</b>
	<b>Energía y atmósfera</b>	<b>35</b>
	<b>Materiales y recursos.</b>	<b>14</b>
	<b>Calidad ambiental en interiores</b>	<b>15</b>
	<b>Innovaciones en el diseño</b>	<b>6</b>
	<b>Prioridad Regional</b>	<b>4</b>

Figura 8. Puntuaciones dentro de cada área de calificación

Fuente: Elaboración propia (2017).

Según Del Toro (2009). Los proyectos acumulan un puntaje al satisfacer criterios específicos (pre-requisitos y créditos) dentro de cinco áreas principales, que se pueden observar en el (Cuadro 2).

Cuadro 2. Áreas consideradas para la certificación LEED.

Áreas	Descripción
 <p><b>Sitio Sustentable</b></p>	La elección del sitio y la gestión del mismo durante la construcción son consideraciones importantes para la sustentabilidad de un proyecto. Como parte de este tema, LEED desalienta el desarrollo en zonas que se encuentran en sus condiciones naturales; busca minimizar el impacto de los edificios en los ecosistemas y cuencas; promueve los proyectos de paisaje con especies nativas y adaptadas a la región; premia las opciones de transporte público, el control de escorrentía de aguas pluviales así como los esfuerzos por reducir la erosión del suelo, la contaminación lumínica y el efecto de isla de calor
 <p><b>Eficiencia en consumo de agua.</b></p>	El objetivo de esta categoría es fomentar el uso racional del agua dentro y fuera del edificio. La reducción en el consumo de agua se logra comúnmente mediante muebles y grifos eficientes y sistemas de tratamiento y reuso de aguas residuales, así como áreas verdes con bajas necesidades de riego y la captación de agua pluvial
 <p><b>Energía y atmósfera.</b></p>	Esta categoría promueve el uso de una amplia variedad de estrategias energéticas que van desde el puesta en marcha, medición y verificación, monitoreo y control así como elementos de diseño y construcción enfocados a la disminución del consumo energético. Uso de iluminación natural, fuentes de energía renovable y limpia ya sea generada en el sitio o fuera del sitio. Además reconoce el manejo apropiado de refrigerantes y otras sustancias con potencial de efecto invernadero o daño a la capa de ozono.
Áreas	Descripción
 <p><b>Materiales y recursos.</b></p>	Tanto durante su construcción como en operación los edificios generan una gran cantidad de residuos y demandan una gran cantidad de materiales y recursos naturales. Esta categoría fomenta la selección de 7 productos y materiales producidos, cosechados, fabricados y transportados de forma sustentable. A su vez premia la reducción de residuos así como el reuso y reciclaje.
 <p><b>Calidad ambiental en interiores.</b></p>	Debido a que pasamos gran parte de nuestro tiempo en el interior de edificios y a que la calidad del aire en el interior de ellos puede ser muy pobre, LEED alienta la implementación de estrategias que mejoran la calidad del aire así como el acceso a iluminación natural, vistas al exterior y mejoras en la acústica. El objetivo es crear espacios confortables y saludables que permitan ser más productivos a sus habitantes.
En Abril de 2009 fue lanzado el sistema LEED Versión 3 el cual califica el desempeño de los edificios en cada una de las cinco áreas ya descritas así como en dos categorías de puntaje extra:	
Áreas	Descripción
 <p><b>Innovaciones en el diseño.</b></p>	Otorga puntos a proyectos que demuestran el uso de estrategias y tecnologías innovadoras y que mejoran el desempeño del edificio más allá de lo requerido en alguno de los créditos establecidos o en temas que no son específicamente considerados por LEED.
 <p><b>Prioridad Regional.</b></p>	En este capítulo LEED reconoce a los proyectos que atienden de manera especial la problemática ambiental de la zona en donde se encuentra

Fuente: Elaboración propia (2016).

## **b). Beneficio de la certificación LEED**

Según Paraguay *Green Building Council* (2013) a nivel mundial, los edificios con certificación LEED en comparación a los edificios convencionales consumen aproximadamente el 40% del agua potable, el 25% de la madera cultivada y entre el 24% y 50% de la energía y materiales. Además, se calcula que son responsables del 39% de las emisiones de CO<sub>2</sub> y generan el 70% de los residuos sólidos.

## **c). Categorías de evaluación**

Según Civita (2016) como el sistema toma en cuenta el ciclo de vida completo del edificio y su entorno urbano, existe una certificación distinta para cada tipo de proyecto. Cada categoría cuenta con subdivisiones específicas y las más importantes son:

- Nuevas Construcciones: para evaluar edificios recién construidos.
- Edificios Existentes: busca maximizar la eficiencia de los edificios y reducir al mínimo los costos de operación y los impactos ambientales.
- Viviendas: promueve el diseño y la construcción de alto rendimiento en casas.
- Desarrollo de Barrios: evalúa el crecimiento inteligente, el urbanismo y el respeto por el medio ambiente.
- Educación: integra los principios de diseño inteligente que debiera tener una institución educacional.
- Salud: debe enfocarse en la salud del paciente junto al cuidado del medio ambiente.

Los requerimientos para la certificación se adecúan a las necesidades particulares de cada tipo de proyecto. Actualmente, en Paraguay se certifican solo la categoría de Nuevas Construcciones.

## **d). Tipo de certificación LEED para construcciones nuevas y renovaciones.**

Según GBCI (2016), las certificaciones LEED 2009 para construcciones

nuevas y renovaciones mayores se obtienen de acuerdo a la siguiente escalas :

Cuadro 3. Tipo de certificación según puntuación.

Simple Certificación	40-49 puntos
Certificación de Plata	50-59 puntos
Certificación de Oro	60-79 puntos
Certificación de Platino	80 o mas puntos

Fuente: Elaboración propia (2016).

El GBCI (*Green Building Certification Institute*) reconocerá a los edificios que han alcanzado uno de estos niveles de certificación, mediante una carta de certificado oficial. (GBCI 2016). Se observa en la Figura 9, el tipo de certificado según los puntos alcanzados:



Figura 9. Tipo de certificado LEED, según la puntuación obtenida (CBCI 2016)

## 2.7 Antecedentes de certificación LEED en Paraguay

Actualmente en el país se cuenta con una edificación certificada que es la del Banco BBVA con certificación LEED Plata y con 6 en proceso e interés de certificación, algunas de estas edificaciones son: *Blue Design*: Americana, maquiladora de jeans; el edificio de la aseguradora Mapfre que está en construcción, la edificación de la Unión Europea; el centro de distribución de Unilever y en el ámbito público hay dos emprendimientos que transitan para conseguir la certificación internacional LEED. El primero de ellos es el edificio del Ministerio de la Defensoría Pública, a ser construido en Sajonia y que ahora está en proceso de licitación con

parámetros internacionales. También el Banco Central del Paraguay experimenta un proceso de adjudicación de asesoría, para la certificación en construcción sostenible en una de sus dependencias (Paraguay *Green Building Council* 2013).

## 2.8 Salud y confort

El término "confort" es un galicismo cuyo significado puede asimilarse al concepto de bienestar, aunque éste parece ser más amplio y relacionado directamente con la salud (Chaves 2010).

La Organización Mundial de la Salud define la salud como “el estado de completo bienestar físico, mental y social del individuo y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades”. Por otra parte, podemos describir el confort como el estado físico y mental en el cual el hombre expresa satisfacción (bienestar) con el medio ambiente circundante (Rybczynski, 2009).

Como se puede apreciar no existe diferencia significativa entre las dos definiciones, sin embargo conceptualmente la primera se refiere a un estado temporal más amplio (aunque no permanente) y además abarcando aspectos que no son considerados por el segundo (Chaves 2010).

La palabra confort se refiere, en términos generales, a un estado ideal del hombre que supone una situación de bienestar, salud y comodidad en la cual no existe en el ambiente ninguna distracción o molestia que perturbe física o mentalmente a los usuarios (Chaves 2010).

No obstante, a lo largo de la historia, la idea de confort ha evolucionado, inicialmente el término confort fue sinónimo de confortar, consolar o reforzar, pues éste era el significado de su raíz latina “confortare”. En el siglo XVII, la idea de confort estuvo vinculada con lo privado, con la intimidad y, a su vez, se relacionaba con la domesticidad. En el siglo XVIII, esta palabra dio más relevancia al ocio y a la comodidad, mientras que en el siglo XIX se tradujo como la calidad y el

comportamiento de los elementos en los que intervenía lo mecánico: luz, calor y ventilación. Fue en los primeros años del siglo XX cuando las llamadas ingenieras domésticas subrayaron la eficiencia y la comodidad como la idea de confort y, en los años siguientes se planteó el confort como algo que podía ser cuantificado, analizado y estudiado (Rybczynski, 2009).

Según Rybczynski, 2009, el confort se refiere de manera más puntual a un estado de percepción ambiental momentáneo (casi instantáneo), el cuál ciertamente está determinado por el estado de salud del individuo, pero además por muchos otros factores, los cuales se pueden dividir en forma genérica en dos grupos:

a. Los factores endógenos, internos o intrínsecos del individuo:

- Raza
- Sexo
- Edad
- Características físicas
- Características biológicas
- Salud física o mental
- Estado de ánimo
- Grado de actividad metabólica
- Experiencia y asociación de ideas

b. Los factores exógenos o externos y que no dependen del individuo; entre los cuales podemos destacar los siguientes:

- Grado de arropamiento
- Tipo y color de la vestimenta
- Factores ambientales: temperatura del aire, temperatura radiante, humedad del aire, radiación, velocidad del viento, niveles lumínicos, niveles acústicos, calidad del aire, olores, ruidos, elementos visuales.

## 2.9 Confort ambiental

El confort ambiental puede definirse operacionalmente como el rango de las condiciones de entorno consideradas aceptables dentro de un espacio habitable, en el que el ser humano desarrolla sus actividades (Bustamante et al. 2009).

Una persona se encuentra confortable cuando puede observar y sentir un fenómeno sin preocupación o incomodidad. Así es posible hablar de confort térmico, acústico y lumínico, como variables del confort ambiental (Corbella y Yannas, citado por Molina y Veas 2012).

Confort higrotérmico: implica el intercambio del calor corporal con el medioambiente. Es el estado mental de la persona que expresa satisfacción con el ambiente en el que entra en contacto. De tal forma para poder lograrlo es necesario considerar variables que determinen la temperatura del ambiente de trabajo más adecuada como así también los distintos factores que intervienen en la regulación del calor corporal (FISO 2012).

Confort lumínico: se alcanza cuando es posible ver los objetos dentro de un recinto sin provocar cansancio o molestia y en un ambiente de colores agradables para las personas. Para obtener un buen nivel de confort lumínico es recomendable la iluminación natural, tanto por la calidad de la luz propiamente tal, como por la necesidad de lograr eficiencia energética (Bustamante et al. 2009).

Confort acústico: es el nivel de ruido que se encuentra por debajo de los niveles legales que potencialmente causan daños a la salud, y que además ha de ser aceptado como confortable por los trabajadores afectados. El confort acústico es el nivel sonoro que no molesta, que no perturba y que no causa daño directo a la salud (CARM 2014).

Calidad del aire interior: hace inclusión a un enfoque de ventilación, climatización y prevención basada en la calidad del aire, con énfasis en el intercambio

entre aire exterior y aire interior, en la búsqueda de evitar la concentración de contaminantes en los ambientes interiores (Vargas y Gallego 2005).

### **2.10 Calidad ambiental interior**

La agencia de protección ambiental de los Estados Unidos calcula que los estadounidenses pasan alrededor del 90% de su tiempo en espacios interiores, donde la calidad del aire puede ser mucho peor que el exterior (Valenzuela 2009).

El crédito de la categoría de calidad ambiental interior promueve estrategias que pueden mejorar el aire interior, así como también facilitar el acceso a la luz natural, mejorar las visuales y mejorar la acústica (Valenzuela 2009).

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Localización de la investigación y periodo de estudio

El estudio se realizó durante los meses de febrero y noviembre del año 2017 en dos edificaciones financieras corporativas que se encuentran en Asunción, Paraguay, ambas del mismo rubro. La (Figura 10), da una mejor apreciación de la localización de las dos edificaciones en Sudamérica, partiendo de la posición de Paraguay en dicha región, también la ubicación de la ciudad de Asunción dentro de Paraguay y en el mismo los dos barrios donde están ubicadas las dos edificaciones en estudio, tanto en el barrio Recoleta como en el barrio Ycua Sati.



Figura 10. Localización de las áreas de estudio.

Fuente: Elaboración propia (2017).

La edificación financiera corporativa A (casa central), cuenta con Certificación LEED NC (nueva construcción) Plata 2009, que se encuentra ubicada sobre la Avda. Mariscal López esquina Torreani Viera, barrio Recoleta. En la Figura 11 se puede apreciar mejor la ubicación del mismo.

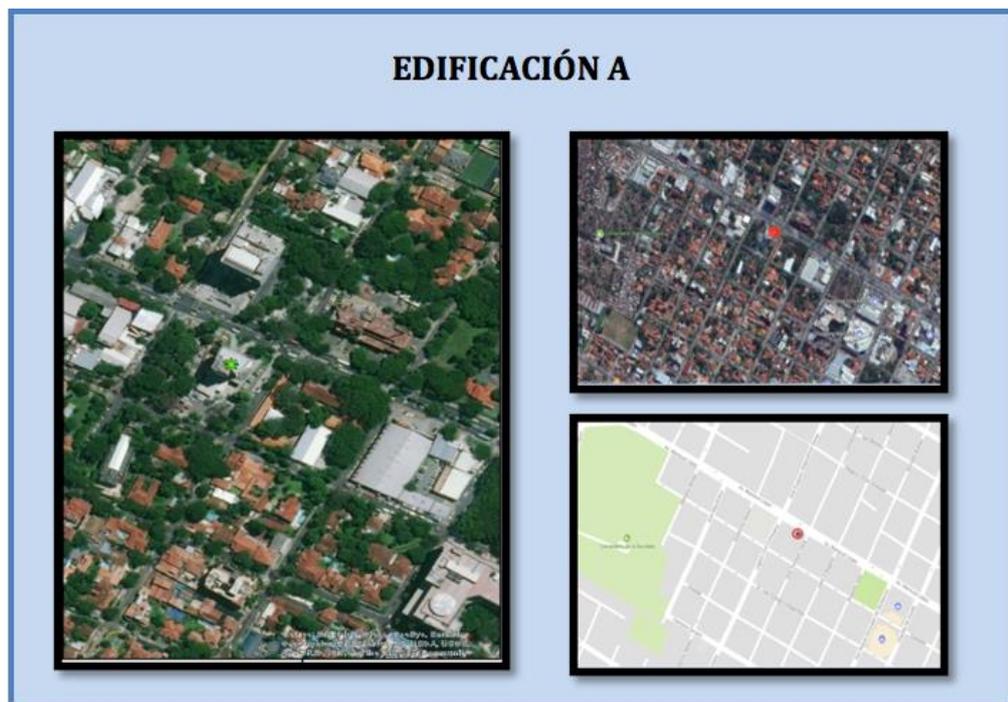


Figura 11. Localización del área de estudio. (Edificación A con certificación LEED NC Plata 2009).

Fuente: Elaboración propia (2017).

La edificación financiera corporativa B (casa central), no cuenta con algún tipo de certificación de construcción sostenible, pero si se tuvieron en cuenta criterios ambientales durante la construcción del mismo en el año 2010, esta edificación también cuenta con la ISO 14.001 (2015) del sistema de gestión ambiental. La misma se encuentra ubicada sobre la Avda. Santa Teresa c/ Concejal Vargas, barrio Ycua Sati. En la (Figura 12), se puede apreciar mejor la ubicación del mismo.

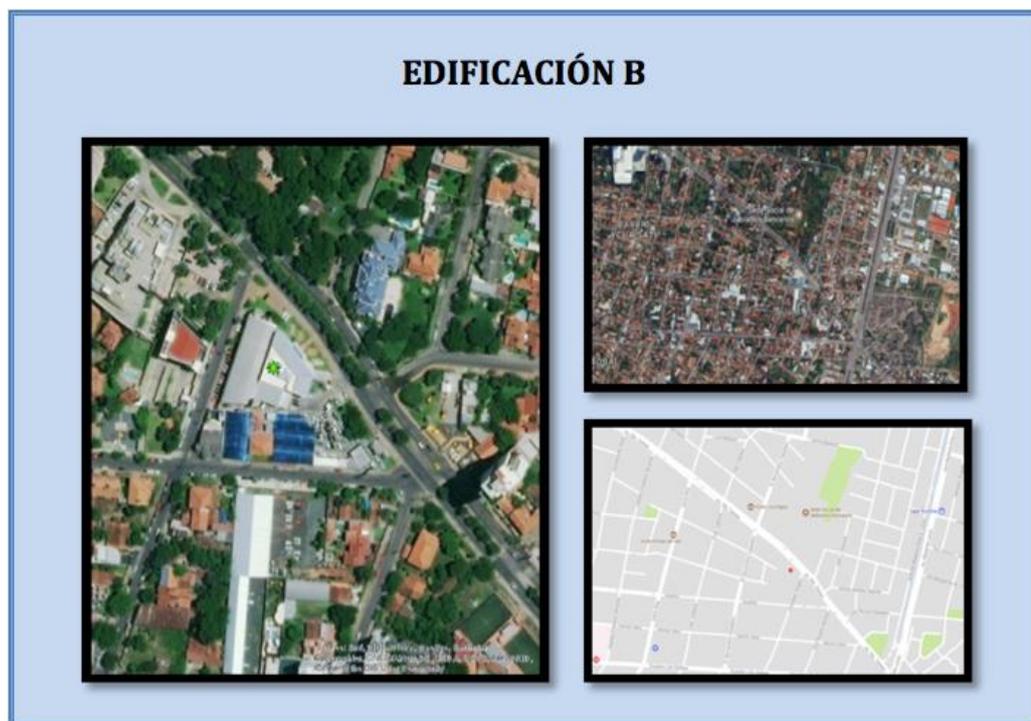


Figura 12. Localización del área de estudio. (Edificación B sin certificación LEED con parámetros ambientales en la construcción).

Fuente: Elaboración propia (2017).

### 3.2 Tipo de investigación

La investigación es no experimental - descriptivo ya que no fueron manipuladas las variables. Según Hernández et al. (2006), la investigación exploratorio - descriptivo es aquella que se realiza cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, en tanto los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.

A la hora de escoger las edificaciones se tomo en cuenta que la ubicación de las mismas sea en un espacio físico similar. Con el fin de permitir una mejor comparabilidad de los resultados.

El estudio del confort ambiental de las edificaciones se efectuó evaluando las condiciones: termohigrólicas, lumínicas, sonoras, y de calidad del aire tanto del ambiente interno como el externo de las mismas y la percepción térmica, lumínica, sonora y de calidad de aire de los ocupantes (funcionarios) de cada edificación. El proceso comprendió de dos partes, y en cada una de ellas se aplicaron modelos de investigación diferentes, de acuerdo con Fonseca & Martins (1993) y Hernández et al. (1998):

Parte 1: Evaluación termohigrólica, lumínica, sonora y de calidad de aire de las edificaciones: Se aplicó un modelo de investigación cuantitativo, utilizando técnicas de estadística descriptiva y analítica, índices y categorización mediante escalas de comparación.

Parte 2: Percepción térmica, lumínica, sonora y de calidad de aire de los ocupantes: Se aplicó un modelo de investigación cuantitativo, utilizando técnicas de estadística descriptiva para el análisis e interpretación de encuestas mediante escalas.

### **3.3 Población de unidades y variables de medición**

Para la Parte 1, la población objeto de estudio es finita ya que fueron consideradas las 2 edificaciones financieras corporativas ubicadas en la ciudad de Asunción pertenecientes al mismo rubro, cuyas principales características se resumen en el (Cuadro 4). Las fotografías de las mismas se pueden observar en el (Anexo 1A)

Cuadro 4. Descripción general de las edificaciones que fueron objeto de estudio.

Edificación	Tipo	Sistema de Aireación	Pared-Divisorias	Sistema de Iluminación	Tipo de piso
A. Corporativa (Casa Central) 2009 (9 pisos)	Certificación (Construcción Nueva) LEED Plata 2009	Automatizado, general. Por piso. Renovación continua	Vidrio con cámaras de aire Filtro solar	Fluorescente Tubular 14 W. cálido – blanco. (Oficinas). Iluminación natural	Con alfombra
B. Corporativa (Casa Central) 2010 (3 pisos)	Con criterios Ambientales ISO 14.001 (2015)	Automatizado, general Por piso. Por sector. Renovación continua	Vidrio sin cámaras de aire. Filtro solar.	Tubo Bi Pin 26 W. Blanco. (Oficinas) Iluminación Natural ventanas, Traga luz central	Sin alfombra

Para la Parte 2, la población también fue finita compuesta por 72 funcionarios de ambas edificaciones, siendo 34 de la edificación A; conformada por 5 funcionarios en PB, y 29 en 6to Piso y 38 de la edificación B; conformada por 9 funcionarios en PB y 29 en 3er Piso, representando la totalidad de funcionarios en dichas áreas de estudio

Las variables de medición que fueron utilizados para llegar al objetivo final del confort ambiental interior de cada una de las edificaciones se pueden observar en el (Cuadro 5). Mientras que la clasificación de las variables según su concepto, unidad de medida y observación se puede observar en el (Cuadro 6).

Cuadro 5. Clasificación de la variables

<b>Objetivo Central</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Variabes</b>
<b>Confort Ambiental</b>	Confort Térmico:	1 Parte: Cuantitativo	• Temperatura media, mínima y máxima en el interior de las edificaciones
		1 Parte: Cuantitativo	• Humedad relativa media en el interior de las edificaciones
		2 Parte: Cuantitativo	• Grado de percepción térmica en el interior de las edificaciones
	Confort Lumínico:	1 Parte: Cuantitativo	• Nivel de iluminación es en el interior de las edificaciones.
		2 Parte: Cuantitativo	• Grado de percepción lumínica
	Confort Sonoro:	1 Parte: Cuantitativo	• Nivel sonoro en el interior y exterior de las edificaciones
		2 Parte: Cuantitativo	• Grado de percepción sonora
	Calidad del Aire:	1 Parte: Cuantitativo	• Cantidad de CO <sub>2</sub> en el interior de las edificaciones
		1 Parte: Cuantitativo	• Cantidad de CO en el interior de las edificaciones
		2 Parte: Cuantitativo	• Grado de percepción de calidad del aire interior de las edificaciones

Fuente: Elaboración propia (2016).

Cuadro 6. Clasificación de las variables según su concepto, unidad de medida y observación

Variable (Nombre)	Definición		Unidad de Medida	Observación (escala)
	Tipo	Operacional		
Temperatura	Cuantitativo	Termo higrómetro	(°C)	Mínima Máxima Media
Humedad	Cuantitativo	Termo higrómetro	(%)	Mínima Máxima Media
Percepción térmica	Cuantitativo	Encuesta	-	Muy Comfortable Comfortable Poco Comfortable Desconfortable Muy desconfortable
Nivel de iluminación	Cuantitativo	Luxómetro	(Luxes/m <sup>2</sup> )	Mínima Máxima Media
Percepción lumínica	Cuantitativo	Encuesta	-	Muy Comfortable Comfortable Poco Comfortable Desconfortable Muy desconfortable
Nivel sonoro	Cuantitativo	Sonómetro	(dBA)	Mínima Máxima Media
Percepción sonora	Cuantitativo	Encuesta	-	Muy Comfortable Comfortable Poco Comfortable Desconfortable Muy desconfortable
Cantidad de CO <sub>2</sub>	Cuantitativo	Cuantificad or de CO <sub>2</sub>	(Vol %)	Mínima Máxima
Cantidad de CO	Cuantitativo	Cuantificad or de CO	(ppm)	Mínima Máxima
Percepción de la calidad del aire	Cuantitativo	Encuesta	-	Muy Comfortable Comfortable Poco Comfortable Desconfortable Muy desconfortable

Fuente: Elaboración propia (2016).

### 3.4 Resumen metodológico

Para mayor comprensión de la línea de investigación e interrelación entre los objetivos, las variables y la metodología se presenta el (Cuadro 7):

Cuadro 7. Resumen metodológico

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	VARIABLES	INDICADORES	PRINCIPALES ACTIVIDADES E INSTRUMENTOS
Determinar el confort ambiental de dos tipos de edificación ubicados en Asunción, Paraguay	Estimar los valores de confort ambiental para cada uno de los tipos de edificación	Confort térmico	-Temperatura media -Temperatura mínima -Temperatura máxima -Humedad relativa media -Humedad relativa mínima -Humedad relativa máxima -Índice de confort térmico	Medición con los Termohigrómetros dentro y fuera de cada una de las edificaciones al mismo tiempo.
		Confort lumínico	-Luxes por m <sup>2</sup>	Medición con el luxómetro dentro y fuera de cada una de las edificaciones.
		Confort Sonoro	-Nivel sonoro continuo equivalente (Leq)	Medición con los sonómetros dentro y fuera de cada una de las edificaciones en franjas horarias.
		Calidad del aire	-Concentración de gases de CO y CO <sub>2</sub> -Renovación del aire en interiores	Medición de la cantidad de concentración de gases de CO y CO <sub>2</sub> dentro y fuera de cada una de las edificaciones
	Estimar la percepción del confort ambiental de un determinado número de personas presentes en los sitios de estudio	Percepción del confort térmico	-Grado de percepción térmica	Encuesta a las personas que se encuentran dentro de cada una de las edificaciones.
		Percepción del confort lumínico	-Grado de percepción lumínica	Encuesta a las personas que se encuentran dentro de cada una de las edificaciones.
		Percepción del confort Sonoro	-Grado de percepción sonora	Encuesta a las personas que se encuentran dentro de cada una de las edificaciones.
		Percepción de la calidad del aire	-Grado de percepción de la calidad del aire	Encuesta a las personas que se encuentran dentro de cada una de las edificaciones.
	Identificar el tipo de edificación con mayor confort ambiental		-Valores de confort ambiental -Percepción del confort ambiental	Comparación de resultados entre ambas edificaciones

Fuente: Elaboración propia (2016).

### 3.5 Proceso de recolección de datos y determinaciones

La recolección de los datos y sus determinaciones para hallar el confort ambiental interior de las dos edificaciones financieras corporativas son presentadas según corresponda a la parte 1 y 2 del trabajo de investigación.

#### **3.5.1 Parte 1: Recolección de datos y determinaciones cuantitativas: termohigráfica, lumínica, sonora y de calidad de aire de las edificaciones.**

Las mediciones de las variables cuantitativas de estudio, se realizaron en el mes de febrero del 2017. Los horarios de las mediciones fueron entre 8:30 hs a 16:30 hs, en 3 intervalos horarios (Cuadro 8) dentro de los turnos mañana, medio día y tarde, por 5 días laborales consecutivos

Cuadro 8. Cronograma de mediciones cuantitativas

Cronograma de mediciones cuantitativas (Al interior y exterior del edificio de manera simultanea)		
Turnos	Intervalos Horarios	VARIABLES DE MEDICIÓN
Mañana	8:30-11:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura</li> <li>• Humedad</li> <li>• Temperatura de los materiales</li> <li>• Luxes por m<sup>2</sup></li> <li>• Nivel Sonoro</li> <li>• Calidad del aire</li> </ul>
Medio Día	11:30-14:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura</li> <li>• Humedad</li> <li>• Temperatura de los materiales</li> <li>• Luxes por m<sup>2</sup></li> <li>• Nivel Sonoro</li> <li>• Calidad del aire</li> </ul>
Tarde	14:30-16:30	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura</li> <li>• Humedad</li> <li>• Temperatura de los materiales</li> <li>• Luxes por m<sup>2</sup></li> <li>• Nivel Sonoro</li> <li>• Calidad del aire</li> </ul>

Fuente: elaboración propia (2017).

Cabe destacar que fueron consideradas las mediciones de 4 días, ya que el primer día de medición (día1) se utilizó como día de prueba. Las mediciones se realizaron durante dos semanas, la primera semana se realizó en la edificación A y en la segunda semana en la edificación B.

Las mediciones de las condiciones de temperatura del aire (mínima, máxima, y media), de paredes, techos, pisos, etcétera y de la humedad relativa (mínima, máxima y media), las de niveles de iluminación (mínima, máxima y media), las de niveles sonoros (mínima, máxima y media), las de calidad de aire interior (mínima y máxima), fueron realizadas de manera simultánea en el interior y exterior de cada una de las edificaciones.

En la parte interna de cada edificación se tomaron como sitios de medición dos pisos asignadas por cada institución de cada una de las edificaciones. En la edificación A fueron: planta baja y sexto piso y en la edificación B fueron: planta baja y segundo piso.

Todos los datos que se recolectaron según el cronograma de mediciones cuantitativas fueron anotados en cada una de las respectivas planillas de las 4 variables.

a. Confort Térmico:

Para la determinación del confort térmico se procedió al registro de la temperatura del aire (máxima, media, mínima) y la humedad relativa (máxima, media, mínima) dentro de cada una de las edificaciones para ello se utilizaron 4 termohigrómetros de las marcas: Acurite Modelo:00611A3 Acurite Modelo:00611A3 (2 unidades), Thermoworks., General IRT207, Marca FLIR Modelo TG165.

- **Medición interna**

Estas medidas se obtuvieron considerando el centro del lugar de trabajo tanto en planta baja de ambas edificaciones como en el sexto piso de la edificación 1 y en el segundo piso de la edificación 2 a una altura de 0,7 m medidas desde el piso, ya que

la misma es la distancia media de personas sentadas dentro de oficinas de acuerdo a la metodología de Álvarez (2008).

Para la temperatura de materiales de construcción y elementos de oficina (ventanas, mesas, piso, techo, puerta y pared) dentro de las edificaciones, se utilizó la cámara termográfica y el medidor de temperatura infrarroja, los cuales lanzaban valores de temperatura en grados Celsius (°C).

Las mediciones de la temperatura de las mesas que utilizaban los funcionarios se realizaron, teniendo en cuenta dos mesas ubicadas en dos zonas específicas para las áreas administrativas, una de ellas en la parte central del puesto y otra ubicada a unos pocos metros de las ventanas, sobre las cuales incidía directamente la luz solar. Así también se consideró la temperatura de esas ventanas.

Para la medición de la temperatura de la pared, se tuvo en cuenta la zona cercana a las ventanas sobre la cual incidía la luz solar. En cuanto al techo y el piso se consideró la zona central del puesto de trabajo.

Para la obtención del valor del Índice de confort térmico se utilizó el índice de Confort Térmico Humidex, para el cual se tomó en cuenta la intercepción entre los valores de la temperatura media semanal en el eje de abscisas y valores de humedad relativa media semanal en el eje de ordenadas de acuerdo a la (Anexo 3A).

- Medición en el exterior

Los termohigrómetros fueron colocados a una distancia aproximada de 5 m medidas desde la calle hacia la parte frontal de cada una de las edificaciones (entrada principal).

Para la temperatura de materiales de construcción se tuvo en cuenta solo la temperatura de las ventanas, el piso y puerta de la entrada principal, se utilizó la cámara termográfica y el medidor de temperatura infrarroja, los cuales lanzaban valores de temperatura en grados Celsius (°C).

b. Confort Lumínico:

Para la determinación del confort lumínico se procedió a la medición de los niveles de iluminación. Para el registro de la (máxima, media, mínima) dentro de cada una de las edificaciones, se utilizaron 2 luxómetros E A31 Marca EXTECH.

- **Medición interna**

Las mediciones realizadas para la obtención de la intensidad lumínica por medio de los luxómetros fueron ubicadas primeramente en una mesa situada en el medio de la oficina y en otra mesa cercana a la ventana. La medición en el centro de la oficina tuvo como objetivo evidenciar el comportamiento uniforme de la luz, y en cuanto a la mesa cercana a la ventana tuvo como objetivo demostrar el ingreso de luz natural.

- **Medición en el exterior**

Las mediciones para la obtención de la intensidad lumínica por medio de los luxómetros fueron realizadas en la entrada, en la esquina, en la parada de bus y en la sombra tanto de la edificación A como de la edificación B.

c. Confort Sonoro:

Para la determinación del confort sonoro se procedió a la medición de los niveles sonoros en dB de manera simultanea tanto en el interior como en el exterior de cada edificación. Para el registro de la (máxima, media, mínima), se utilizaron 2 sonómetros de las Marcas: Schwyz Modelo: SC212-3IEC 61672-1 Clase 2 y de la marca Radioshack 33.2055. Las mediciones se realizaron en intervalos de tiempo de 20 min, durante los tres turnos. (Cuadro 9).

Cuadro 9. Intervalo de tiempo de las mediciones

Turno	Intervalo de tiempo
Mañana	9:00-9:20
	10-.30-10:50
Medio día	12:00-12:20
Tarde	15:00-15:20

Fuente: elaboración propia (2017).

- Medición interna

Las mediciones fueron realizadas para la obtención de los niveles sonoros por medio de los sonómetros y con ellos hallar el nivel sonoro continuo equivalente ( $L_{eq}$ ) (máxima, media, mínima).

El sonómetro fue situado a una altura de 1,2 metros del piso, distancia aproximada del oído de una persona sentada, en el punto medio de cada piso de cada uno de los edificios, debido a que dicho punto es el mas representativo.

- Medición en el exterior

Las mediciones correspondientes al exterior de ambas edificaciones se realizaron en una esquina (parte lateral de la edificación) a una distancia de aproximadamente 2 metros de la avenida.

Los datos de los niveles sonoros fueron sometidos a los cálculos del nivel sonoro continuo equivalente ( $L_{eq}$ ), cuya fórmula se expresa de la siguiente manera:

$$L_{eq} = 10 \log [(\sum t_i \cdot 10^{L_i/10})/T] \text{ (dBA)}$$

Donde:

$L_i$ : nivel de presión sonora de cada intervalo

$T$ : tiempo total de análisis

$t_i$ : duración de cada intervalo

d. Calidad del aire:

Para la determinación de la calidad del aire se procedió a la medición de los niveles de CO y CO<sub>2</sub>. Para lo cual se utilizaron dos instrumentos el medidor de monóxido de carbono de la marca Extech CO10 meter y el medidor de Gases de CO<sub>2</sub> y CO GFGH multi meter gas.

Se registraron en las respectivas planillas los datos obtenidos en cada turno del día la (máxima y mínima) tanto de los niveles de concentración de CO como CO<sub>2</sub> de ambos edificios al interior y exterior.

- **Medición interna**

Las mediciones se realizaron cubriendo el área total de cada piso de cada edificación. En la edificación 1: planta baja y sexto piso y en la edificación 2: planta baja y segundo piso.

- **Medición en el exterior.**

Las mediciones se realizaron cubriendo el área del estacionamiento y entrada de ambas edificaciones financieras corporativas.

**4. Parte 2: Percepción del confort ambiental de los ocupantes de las edificaciones.**

La percepción térmica, lumínica, sonora y de calidad del aire de los ocupantes fue determinado a partir de la encuesta que se realizó al grupo muestral de 72 funcionarios de ambas edificaciones, siendo 34 de la edificación 1; conformada por 5 funcionarios en planta baja, y 29 en sexto piso y 38 de la edificación 2; conformada por 9 funcionarios en planta baja y 29 en segundo piso, representando la totalidad de funcionarios en dichas areas de estudio.

Las encuestas fueron realizadas en las dos edificaciones y en los respectivos pisos de muestreo en el mes de noviembre del 2017 entre las 8:00 hs y 17:00 hs el cual

pertenece al horario laboral de ambas instituciones.

El formulario de encuesta estuvo compuesto por 46 preguntas siendo: 5 para el confort térmico, 13 para el confort lumínico, 7 para el confort sonoro y 11 para la calidad del aire, con respuestas cerradas, y se utilizó un formulario para cada tipo de edificación (Anexo 4A).

Las preguntas de cada formulario fueron divididas en dos tipos; en preguntas de valoración, las cuales llevaron una valoración para determinar el resultado final y las de caracterización, para saber a que se debe a mayor medida el disconfort de los funcionarios en sus respectivos lugares de trabajo en cada edificación.

Para obtener los resultados a través de las encuestas se dividió la misma en dos partes: la primera parte con preguntas de valoración y la segunda parte con preguntas de caracterización

Cada respuesta de valoración del formulario recibió una puntuación, adaptándose la escala de 7 valores propuesta por Chapple (2008) a una escala de 5 valores, de acuerdo con el número de respuestas obtenidas en cada ítem. El valor 1 correspondió a la situación de mayor confort y el valor 5 a la de menor confort.

Se obtuvo la puntuación total de cada uno de los formularios tanto el de térmica, lumínica, sonora y de calidad de aire para cada edificación.

Por lo consiguiente la percepción del confort ambiental de las edificaciones se evaluó por medio de la adaptación de categorización, adaptándose la metodología desarrollada por Paredes et al. (2010) según se describe a continuación para cada una de las variables.

En la tabla 1 se puede observar la categorización por escala obtenido, según el resultado de las preguntas de valoración del formulario de encuestas de la percepción térmica.

Tabla 1. Escala del nivel de percepción térmica.

Color	Rango	Símbolo	Nivel de Percepción térmica general
	9 - 16	MC	Muy confortable
	17- 23	C	Confortable
	24 - 30	PC	Poco confortable
	31 - 37	D	Desconfortable
	38 - 45	MD	Muy desconfortable

En la tabla 2 se puede observar la categorización por escala según lo obtenido como resultado en el formulario de encuestas de percepción de materiales.

Tabla 2. Escala del nivel de percepción térmica de los materiales

Color	Rango	Símbolo	Nivel de Percepción térmica general
	2 - 2	MC	Muy confortable
	3 - 4	C	Confortable
	5 - 6	PC	Poco confortable
	7 - 8	D	Desconfortable
	9 - 10	MD	Muy desconfortable

En la tabla 3 se puede observar la categorización por escala según lo obtenido como resultado en el formulario de encuestas de percepción corporal.

Tabla 3. Escala del nivel de percepción térmica corporal

Color	Rango	Símbolo	Nivel de Percepción térmica general
	2 - 2	MC	Muy confortable
	3 - 4	C	Confortable
	5 - 6	PC	Poco confortable
	7 - 8	D	Desconfortable
	9 - 10	MD	Muy desconfortable

Para la percepción lumínica se puede observar en la tabla 4, la categorización por escala según lo obtenido como resultado en el formulario de encuestas

Tabla 4. Escala del nivel de percepción lumínica.

Color	Rango	Símbolo	Nivel de Percepción térmica general
	12 - 21	MC	Muy confortable
	22 - 30	C	Confortable
	31 - 40	PC	Poco confortable
	41 - 50	D	Desconfortable
	51 - 60	MD	Muy desconfortable

Para la percepción sonora se puede observar en la tabla 5, la categorización por escala según lo obtenido como resultado en el formulario de encuestas

Tabla 5. Escala del nivel de percepción sonora

Color	Rango	Símbolo	Nivel de Percepción térmica general
	5 - 9	MC	Muy confortable
	10 - 13	C	Confortable
	14 - 17	PC	Poco confortable
	27 - 33	D	Desconfortable
	18 - 21	MD	Muy desconfortable

Para la percepción de calidad de aire se puede observar en la tabla 6, la categorización por escala según lo obtenido como resultado en el formulario de encuestas.

Tabla 6. Escala del nivel de percepción de calidad de aire general.

Color	Rango	Símbolo	Nivel de Percepción térmica general
	8 - 14	MC	Muy confortable
	15 - 20	C	Confortable
	21 - 26	PC	Poco confortable
	27 - 33	D	Desconfortable
	34 - 40	MD	Muy desconfortable

Se calculó la media de las puntuaciones para cada edificación y el valor obtenido permitió categorizar la percepción del confort ambiental de acuerdo a la escala presentada en las Tablas 1, 2 ,3 ,4 ,5 y 6 la cual fue desarrollada mediante un ajuste de la escala de calificaciones vigente en la Facultad de Ciencias Agrarias (Meza & Seki, 2011) considerando el nivel de disconfort al 50 % del valor máximo a ser obtenido en la sumatoria de respuestas de la encuesta.

#### **a. Agrupamiento de preguntas de la encuesta.**

Fueron consideradas 2 tipos de preguntas las de valorización y la de caracterización en cada una de las encuestas de las 4 variables de percepción térmica, la de percepción lumínica, percepción sonora y la percepción de calidad de aire y para ello, se agruparon las preguntas de la encuesta (Anexo 4A) según se observa en la (Tabla 7).

#### **b. Procesamiento aplicado en cada formulario de encuesta según variable de percepción.**

Para el análisis e interpretación de los tipos de preguntas tanto de valoración como de caracterización señaladas en la Tabla 7 se procedió de la siguiente manera:

- Contaje de las respuestas dadas para cada tipo de pregunta de la encuesta en cada una de las encuestas de las 4 variables.

- Cálculo de la media para cada tipo de respuesta planteada
- Cálculo del porcentaje correspondiente a cada tipo de respuesta, mediante:

$$\% \text{ RESPUESTA} = (\text{MEDIA RESPUESTA} / 46) \times 100$$

- Identificación y selección del nivel de confort ambiental que presenta cada edificación.

Cada respuesta del formulario recibió una puntuación y la sumatoria de las respuestas permitió categorizar la percepción térmica, lumínica, sonora y de calidad del aire del encuestado de acuerdo a una escala que se desarrolló para el efecto. Finalmente se obtuvo un valor medio para cada tipo de edificación, el cual corresponderá al grado de percepción de confort ambiental.

Tabla 7.		Categorías, numeración de preguntas, niveles e indicadores utilizados para evaluar la percepción de confort ambiental de las edificaciones.		
Variables de percepción		Tipo	Tipo	Numeración de preguntas
1	Confort Termico	Valorización (Percepción Térmica)	1,4,5,8,9,10,11,12,13	Muy desconfortable, Desconfortable, Poco Confortable, Confortable, Muy Confortable.
		Valorización (Percepción termica de materiales)	2,3	Frío, Ligeramente frío, Cálido, Caliente y Muy caliente
		Valorización (Percepción termica corporal)	6,7	Frío, Ligeramente frío, Cálido, Caliente y Muy caliente
		Caracterización (Percepción Térmica)	14	Muy ligera, Ligera, Abrigada, Muy abrigada
		Caracterización (Percepción Térmica)	15	Feliz, Optimista, Entusiasmado, Normal, Apático, Deprimido, Triste
2	Confort Lumínico	Valorización (Percepción Lumínica)	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,12,13	Muy desconfortable, Desconfortable, Poco Confortable, Confortable, Muy Confortable.
		Caracterización (Percepción Lumínica)	11	Luminarias muy brillantes, Ventajas situadas frente al trabajador, Paredes o mamparas demasiado luminosas, Ausencia de: (persianas, estores, toldos, etc).
3	Confort Sonoro	Valorización (Percepción Sonoro)	1, 2,3,5,6	Muy desconfortable, Desconfortable, Poco Confortable, Confortable, Muy Confortable.
		Caracterización (Percepción Lumínica)	3	Exterior (Personas, trafico, construcciones, etc.), Personas de alrededor (conversaciones, ruidos..), Equipos cercanos (fotocopadoras, impresoras, ordenadores..), Sistema ventilación/climatización, Ninguno.
		Caracterización (Percepción Lumínica)	4	Sonido emitido por los automoviles, Sonido emitido por los buses de transporte, Sonido emitido por las motos, bocinas, sirena de ambulencia.
		Caracterización (Percepción Lumínica)	6	Primera hora de la mañana, Media mañana, Medio día, Tarde, Tardecita, Todo el tiempo, En ningun momento.
		Caracterización (Percepción Lumínica)	7	No ninguno, puede ser, no se, si un poco, si mucho.
4	Calidad del Aire	Valorización (Percepción de calidad del aire)	1,2,3,4,6,8,9	Muy desconfortable, Desconfortable, Poco Confortable, Confortable, Muy Confortable.
		Caracterización (Percepción de calidad del aire)	5	Fotocopiadora, Impresora láser, Sistema de desinfección del aire, Ninguno, Otra cosa especificar.
		Caracterización (Percepción de calidad del aire)	6	Si, No
		Caracterización (Percepción de calidad del aire)	9	Mañana, Media mañana, Medio día, Tarde, Tardecita, Nunca.
		Caracterización (Percepción de calidad del aire)	10	Muy ligera, Ligera, Abrigada, Muy abrigada
		Caracterización (Percepción de calidad del aire)	11	Feliz, Optimista, Entusiasmado, Normal, Apático, Deprimido, Triste

### **3.6 Recursos materiales y equipos técnicos**

Los materiales e instrumentos que fueron utilizados son: 4 termo higrómetros, 2 sonómetros, 2 luxómetros, 1 medidor de CO<sub>2</sub> y CO, computadora, calculadora, cámara fotográfica, impresora, tinta, bolígrafo, plancheta, papel, entre otros.

Los instrumentos utilizados en este trabajo de investigación se pueden visualizar en el (Anexo 2A), con sus respectivas características de medición, ventajas y desventajas.

### **3.7 Control de calidad y tratamientos de los datos**

Los datos primarios fueron obtenidos por 5 personas: 4 estudiantes de la carrera de ingeniería ambiental del noveno semestre de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción que realizaron su pasantía de grado, y la investigadora, que recibieron un entrenamiento previo de manera a evitar errores en la lectura de los termo higrómetros, sonómetros, luxómetro y medidor de CO y CO<sub>2</sub>.

Se aseguraron que los equipos de medición como ser los termohigrómetros, sonómetros, luxómetros, medidor de gases de CO y CO<sub>2</sub> presentaron una calibración de fábrica vigente o normalizada por el Instituto Nacional de Tecnología y Normalización (INTN).

Los datos recolectados fueron registrados en una planilla y luego procesados en planillas de cálculo electrónico.

El formulario de encuesta fue elaborado con base en instrumentos similares utilizados en otras investigaciones y las preguntas se adaptaron a los fines de este trabajo. Una vez obtenido, este formulario fue sometido a prueba en el lugar a un grupo de 72 personas, de manera a poder realizar ajustes antes de su implementación.

Las respuestas a los formularios fueron introducidas en planilla electrónica

donde se colocó la puntuación correspondiente de acuerdo con la escala pre-establecida.

### **3.8 Análisis de datos**

Los datos fueron procesados y el modelo de análisis que fue aplicado en la presente investigación fue del tipo descriptivo no experimental de acuerdo con los resultados a ser obtenidos por el estudio, el trabajo se apoyó en el empleo de una estadística básica a fin de facilitar y lograr mayor exactitud en el análisis de los datos cuantitativos.

El análisis de los resultados se realizó por medio de la comparación del confort ambiental por los valores obtenidos en la primera parte de la recolección de datos de la investigación y por los resultados de percepción de confort ambiental de los funcionarios de las dos edificaciones obtenidos en la segunda parte de la recolección.

Para facilitar la interpretación de los mismos y visualizar mejor el cumplimiento de los objetivos establecidos, los resultados fueron presentados a través de cuadros, tablas y figuras destacando los datos más relevantes del estudio.

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Para responder a los objetivos de determinar el confort ambiental de los tipos de edificaciones financieras corporativas, ubicadas en Asunción, Paraguay, se realizaron mediciones de temperatura del aire, humedad relativa, temperatura de materiales de la construcción y elementos de oficina, mediciones de los niveles de iluminación, de los niveles sonoros, de la calidad del aire, dentro y fuera de cada una de las edificaciones.

Para una mejor comprensión del trabajo de investigación primeramente se relatan los resultados seguido de la discusión del mismo.

### **4.1 Resultados.**

Los resultados se presentan en 2 (dos) partes; la parte 1 (uno) que corresponde a la parte de mediciones con los instrumentos y la parte 2 (dos) a la de percepción por parte de encuestas, los resultados de las mediciones de las variables se presentan como promedios semanales, considerando a los 5 (cinco) días de medición como una semana, realizados en el mes de febrero del 2017 y las variables por medio de las encuestas realizadas a los funcionarios de los dos pisos de cada edificación financiera corporativa en el mes de noviembre del año 2017.

Las mediciones de las variables cuantitativas se realizaron durante 3 (tres) turnos para cada edificación. El turno mañana corresponde al horario de 8:30 a 11:00hs.; el turno del medio día de 11:30 a 14:00hs. Y el turno tarde de 14:30 a 16:30hs.

4.1.1 Parte 1: Evaluación del confort ambiental por medio de las mediciones de las variables: termohigráfica, lumínica, sonora y de calidad del aire de las edificaciones:

a. Determinación de la temperatura y humedad relativa

Temperatura

El promedio de la temperatura interna y externa de las dos edificaciones financieras corporativas en los tres turnos: mañana, tarde, noche y el promedio durante el día. Se puede observar en las (Figuras 13 y 14), con los límites inferior y superior del confort térmico que corresponden entre 23°C y 25°C para oficinas de acuerdo con lo indicado en (55ASHRAE 2010). Así mismo en los cuadros 7 y 8, los valores registrados.

Para la **Edificación A**: se observa que la temperatura interna en el turno mañana, se encuentra en el límite del confort térmico interior a 25°C, mientras que en el turno del medio día, se encuentra en el confort ideal de 24°C manteniendo así la misma temperatura en el turno tarde. La mayor diferencia de temperatura entre el interior y exterior de la edificación se puede observar en el turno del medio día, ya que la temperatura externa alcanza un promedio de 32°C. Con estos resultados se puede decir que el estado de confort en cuanto a temperatura se encuentra en la ideal, confortable, con un promedio de temperatura interna de 24°C durante los tres turnos del día laboral con una diferencia promedio entre el exterior e interior de 5°C.

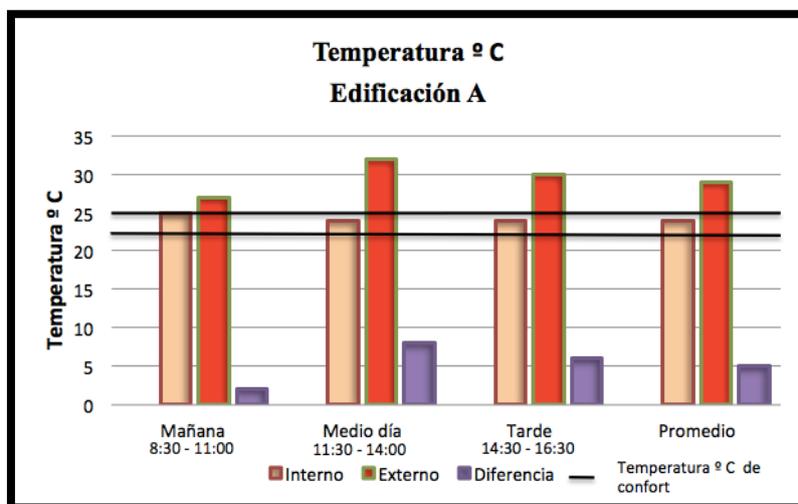


Figura 13. Promedio de la temperatura en la edificación A - Febrero 2017  
Fuente: elaboración propia.

Cuadro 10. Valores promedio semanal por turno de temperatura interna y externa -febrero 2017. Edificación A

Puesto/sector	Edificación A			
	Temperatura del aire (°C)			
	Turno			Promedio
	Mañana	Medio día	Tarde	
8:30 - 11:00	11:30 - 14:00	14:30 - 16:30		
Interno	25	24	24	24
Externo	27	32	30	29
Diferencia	2	8	6	5

Fuente: elaboración propia.

Para la **Edificación B**: se observa que la temperatura interna en el turno mañana, se encuentra pasando 1°C el límite del confort térmico interior, siendo el promedio de 26°C, mientras que en el turno del medio día, se encuentra pasando 2°C, observando el mayor grado de temperatura en este turno manteniendo en el turno tarde la misma temperatura que el turno mañana el de 26°C. La mayor diferencia de temperatura entre el interior y exterior de la edificación se puede observar en el turno

de la tarde, ya que la temperatura externa alcanza un promedio de 36°C habiendo una diferencia de 9°C. Con estos resultados se puede decir que el estado de confort en cuanto a temperatura se encuentra pasando de manera mínima lo ideal de temperatura confortable, entre 1°C y 2°C con un promedio de temperatura interna entre 25°C y 26°C durante los tres turnos del día laboral con una diferencia promedio entre el exterior e interior de 7°C, y un promedio del exterior de 33°C.

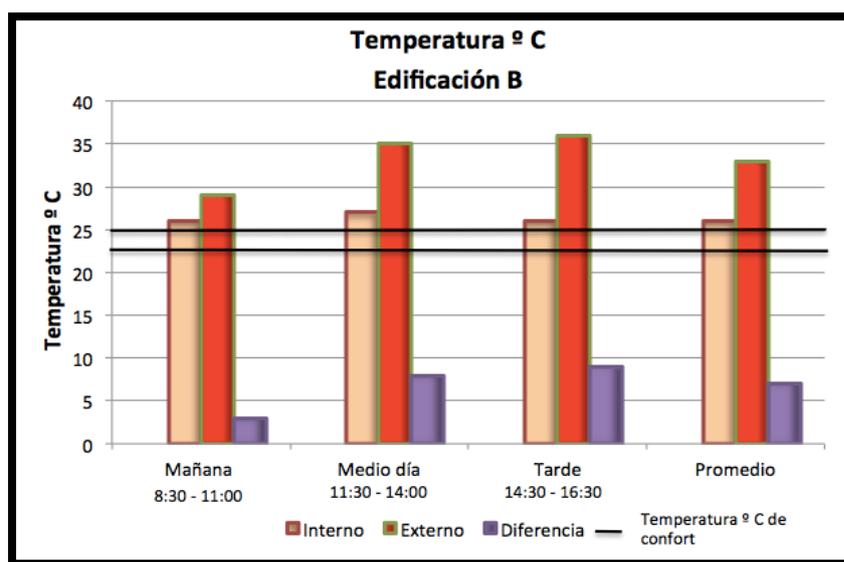


Figura 14. Promedio de la temperatura en la edificación B - Febrero 2017  
Fuente: elaboración propia.

Cuadro 11. Valores promedio semanal por turno de temperatura interna y externa febrero 2017. Edificación B

Puesto/sector	Edificación B			
	Temperatura del aire (°C)			
	Turno			Promedio
	Mañana	Medio día	Tarde	
8:30 - 11:00	11:30 - 14:00	14:30 - 16:30		
Interno	26	27	26	26
Externo	29	35	36	33
Diferencia	3	8	9	7

Fuente: elaboración propia.

### Humedad Relativa.

En las (Figuras 15 y 16) se observa el promedio semanal de humedad relativa interna y externa de las dos edificaciones financieras corporativas en los tres turnos: mañana, tarde, noche y el promedio durante el día. Así, mismo en cada una de ellas se pueden apreciar los límites inferior y superior del confort de humedad relativa que corresponde entre 45% y 60% para oficinas de acuerdo con lo indicado en (55ASHRAE 2010). Así mismo en los (Cuadros 12 y 13), los valores registrados.

Para la **Edificación A:** se observa que la humedad relativa interna en la edificación tanto en el turno mañana, del medio día y de la tarde se encuentran dentro del rango de confort de humedad relativa entre 45% a 60 %, siendo los valores de 47%, 45% y 50%.

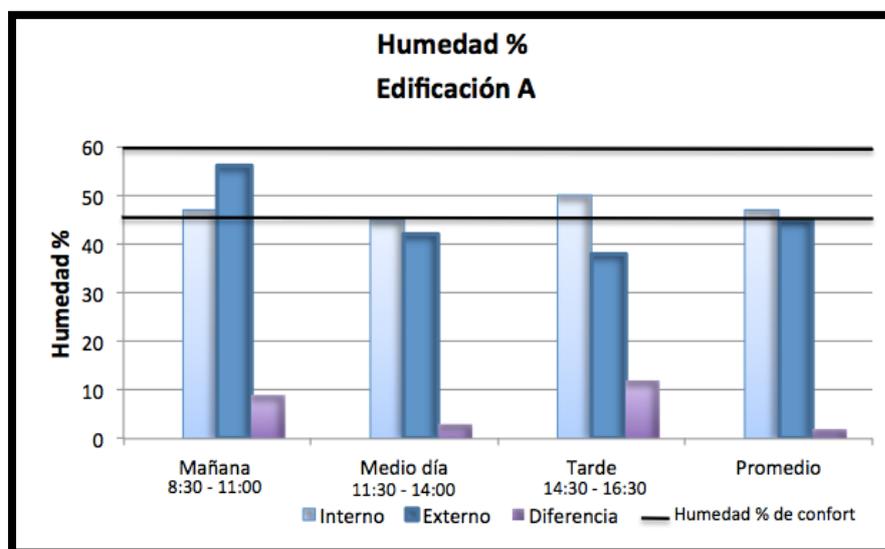


Figura 15. Promedio de la humedad relativa % en la edificación A - Febrero 2017  
Fuente: elaboración propia.

Cuadro 12. Valores promedio semanal por turno de humedad relativa interna y externa -febrero 2017. Edificación A

Puesto/sector	Edificación A Humedad relativa (%)			
	Turno			Promedio
	Mañana	Medio día	Tarde	
	8:30 - 11:00	11:30 - 14:00	14:30 - 16:30	
Interno	47	45	50	47
Externo	56	42	38	45
Diferencia	9	3	12	2

Fuente: elaboración propia.

Para la **Edificación B**: se observa que la humedad relativa interna en la edificación tanto en el turno mañana como tarde se encuentran dentro del rango de confort de humedad relativa entre 45% a 60 %, siendo los valores de 46% y 45%, mientras que en el turno del medio día sale del rango del confort, siendo de 43%.

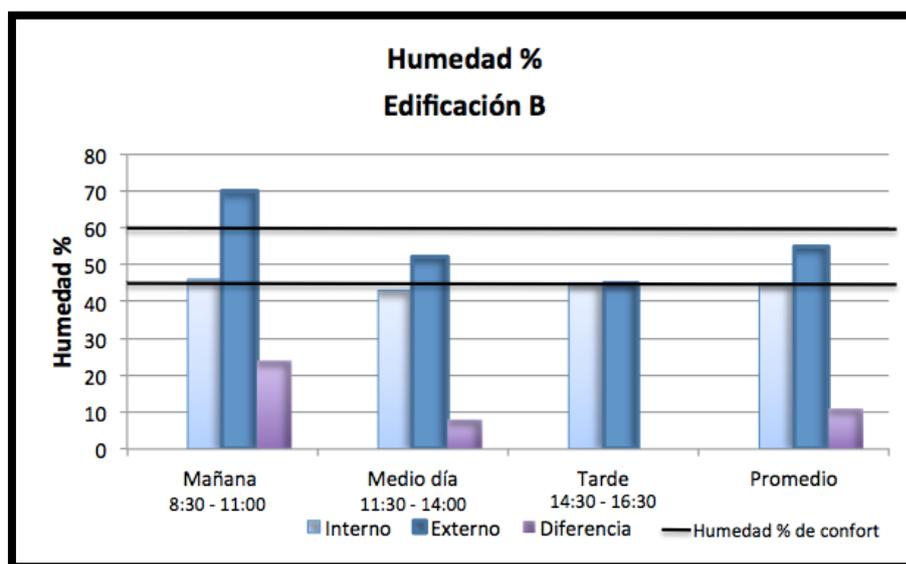


Figura 16. Promedio de la humedad relativa % en la edificación B - Febrero 2017  
Fuente: elaboración propia.

Cuadro 13. Valores promedio semanal por turno de humedad relativa interna y externa -febrero 2017. Edificación B.

Puesto/sector	Edificación B Humedad relativa (%)			
	Turno			Promedio
	Mañana	Medio día	Tarde	
	8:30 - 11:00	11:30 - 14:00	14:30 - 16:30	
Interno	46	43	45	45
Externo	70	52	45	55
Diferencia	24	8	0	11

Fuente: elaboración propia.

#### Estimación de los valores de confort térmico ambiental para cada una de las edificaciones

Para la **Edificación A**: a través del índice de confort térmico Humidex se obtuvo un promedio de confort térmico de 26 °C, indicando un estado de ningún disconfort (ND) en relación a los niveles del índice (Anexo 3A).

Para la **Edificación B**: de acuerdo al índice de confort térmico Humidex se obtuvo un promedio de confort térmico de 28 °C, indicando un estado de ningún disconfort (ND) en relación a los niveles del índice (Anexo 3A).

#### Temperatura de materiales

El promedio de la temperatura de los materiales tanto interno como externo de las dos edificaciones financieras corporativas en los tres turnos: mañana, tarde, noche y el promedio durante el día se puede observar en la (Figura 17 y 18), con los límites inferior y superior del confort térmico que corresponden entre 23°C y 25°C para oficinas de acuerdo con lo indicado en (55ASHRAE 2010). Así mismo en los (Cuadros 14 y 15), los valores registrados.

Se tomaron como materiales: las ventanas tanto internas como externas,

representada tanto en las figuras como en los cuadros con la letra (V); las mesas de oficina que utilizan como escritorio, representada con la letra (M), las paredes tanto internas como externas, el techo y el piso interno y externo de cada una de las edificaciones.

Para la **Edificación A**: se observa que la temperatura de los materiales en el interior se encuentran dentro del rango de confort casi todos, menos las ventanas que en los tres turnos sobrepasan el rango, y la pared en el turno del medio día. Mientras que las ventanas, la puerta, y el piso de la parte externa de la edificación sobrepasan los límites de confort en los tres turnos.

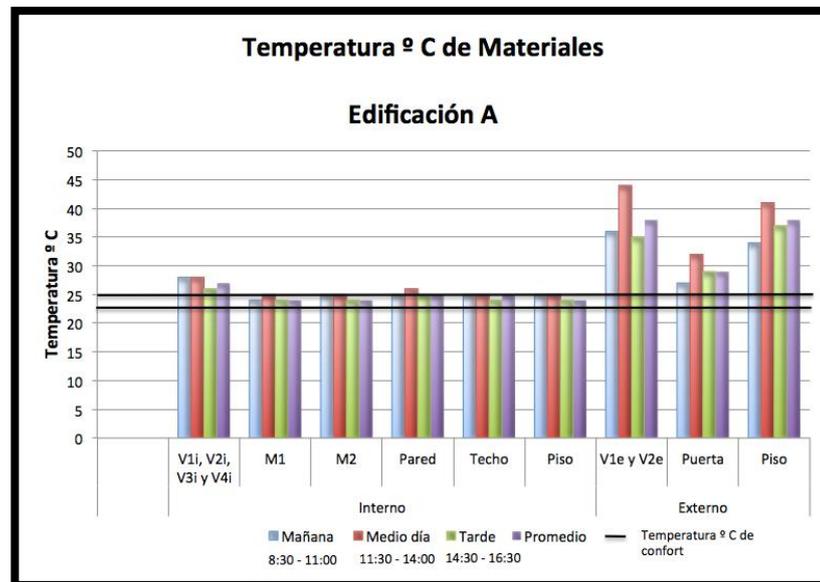


Figura 17. Promedio de la temperatura de materiales en la edificación A - Febrero 2017

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 14. Valores promedio semanal de la temperatura de interna y externa - febrero 2017. Edificación A.

Sector/puesto	Materiales	Edificación A Temperatura de materiales (°C)				Promedio
		Turno				
		Mañana	Medio día	Tarde		
		8:30 - 11:00	11:30 - 14:00	14:30 - 16:30		
Interno	V1i, V2i, V3i y V4i	28	28	26	27	
	M1	24	25	24	24	
	M2	25	25	24	24	
	Pared	25	26	25	25	
	Techo	25	25	24	25	
	Piso	25	25	24	24	
Externo	V1e y V2e	36	44	35	38	
	Puerta	27	32	29	29	
	Piso	34	41	37	38	

Fuente: elaboración propia.

Para la **Edificación B**: se observa que la temperatura de los materiales en el interior se encuentran dentro del rango de confort casi todos, menos las ventanas y la mesa 2 (dos) que en los tres turnos sobrepasan el rango, y la mesa 1 (uno) en el turno de la tarde y el techo en el turno del medio día. Mientras que las ventanas, la puerta, y el piso de la parte externa de la edificación sobrepasan los límites de confort en los tres turnos.

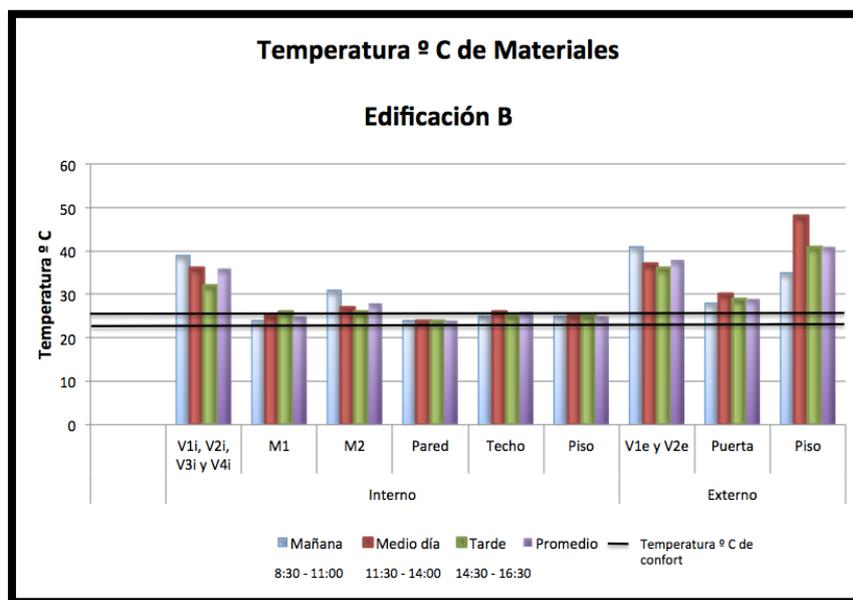


Figura 18. Promedio de la temperatura de materiales en la edificación B - Febrero 2017. Edificación B.

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 15. Valores promedio semanal por turno de temperatura de materiales (°C) – febrero 2017.

Sector/puesto	Materiales	Edificación B Temperatura de materiales (°C)			
		Turno			Promedio
		Mañana	Medio día	Tarde	
		8:30 - 11:00	11:30 - 14:00	14:30 - 16:30	
Interno	V1i, V2i, V3i y V4i	39	36	32	36
	M1	24	25	26	25
	M2	31	27	26	28
	Pared	24	24	24	24
	Techo	25	26	25	26
	Piso	25	25	25	25
Externo	V1e y V2e	41	37	36	38
	Puerta	28	30	29	29
	Piso	35	48	41	41

Fuente: elaboración propia.

### Diferencia de Temperatura y Humedad entre las edificaciones A y B.

Para una mejor visualización de la temperatura y la humedad interior tanto de la edificación A como la B, se pueden observar las (Figuras 19 y 20) y los (Cuadros 16 y 17) con los respectivos valores, y sus respectivas diferencias entre una y otra.

Se puede observar que la edificación A en cuanto a temperatura interior, se encuentra dentro del rango de confort, mientras que la edificación B se encuentra fuera.

En cuanto a la humedad relativa se puede observar que la edificación A, se encuentra sobrepasando levemente el límite de confort, mientras que la edificación B se encuentra dentro del rango.

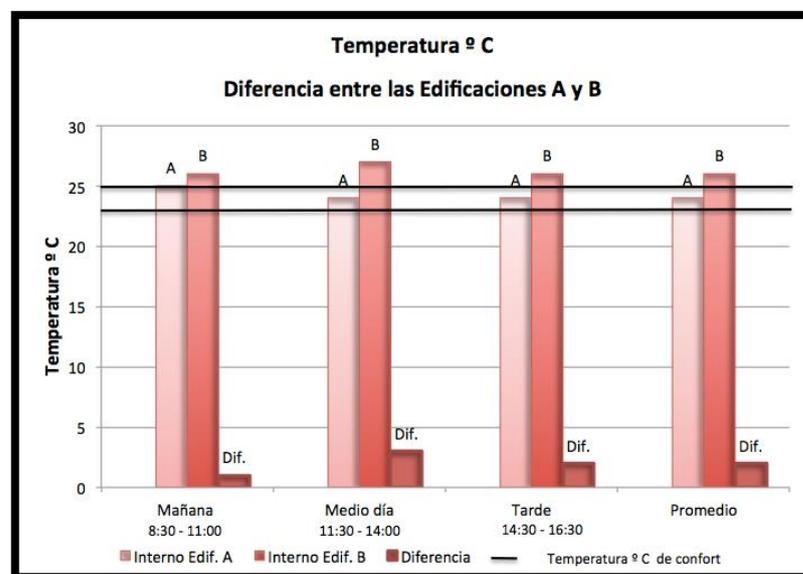


Figura 19. Diferencia entre las edificaciones A y B - Febrero 2017. Promedio de Temperatura °C

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 16. Diferencia entre las edificaciones A y B - Febrero 2017. Promedio de Temperatura °C.

Edificio/Puesto	Diferencias entre la Edificación A y B			
	Temperatura del aire (°C)			
	Turno			Promedio
	Mañana	Medio día	Tarde	
8:30 - 11:00	11:30 - 14:00	14:30 - 16:30		
Interno Edif. A	25	24	24	24
Interno Edif. B	26	27	26	26
Diferencia	1	3	2	2

Fuente: elaboración propia.

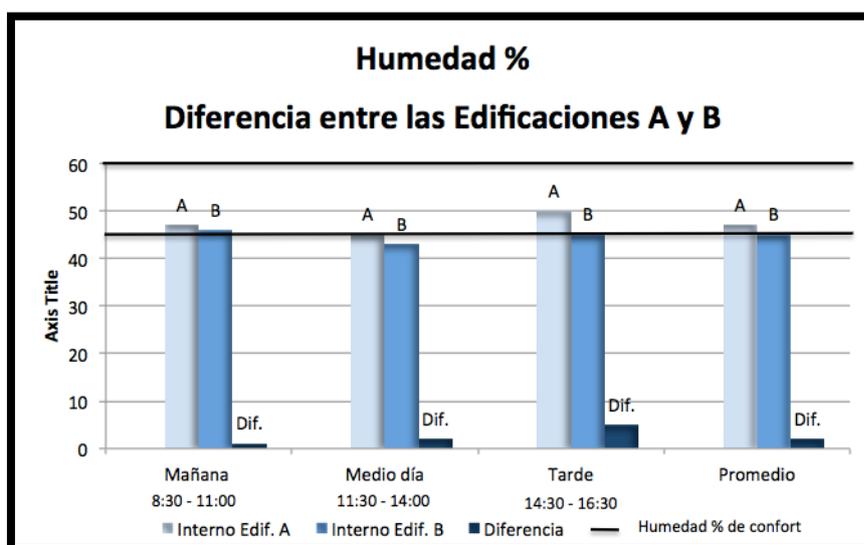


Figura 20. Diferencia entre las edificaciones A y B - Febrero 2017. Promedio de Humedad %.

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 17 Diferencia entre las edificaciones A y B - Febrero 2017. Promedio de Humedad %.

Edificio/Puesto	Diferencias entre la Edificación A y B			
	Humedad relativa (%)			
	Turno			Promedio
	Mañana	Medio día	Tarde	
8:30 - 11:00	11:30 - 14:00	14:30 - 16:30		
Interno Edif. A	47	45	50	47
Interno Edif. B	46	43	45	45
Diferencia	1	2	5	2

Fuente: elaboración propia.

b. Determinación del nivel de iluminación

Nivel de iluminación

El promedio del nivel de iluminación interna y externa de las dos edificaciones financieras corporativas en los tres turnos: mañana, tarde, noche y el promedio durante el día. se puede observar en las (Figuras 21 y 22), con los límites inferior y superior del confort del nivel lumínico que corresponde a 300 luxes para oficinas de acuerdo con lo indicado en (INSHT 2015). Así mismo en los (Cuadros 18 y 19), los valores registrados.

Cabe destacar que las figuras y cuadros internos y externos se realizaron de forma separada, debido a la gran diferencia de luxes que hay entre el interior de una edificación y el exterior, sin cobertura alguna.

Para la **Edificación A**: se observa que el nivel de iluminación interna tanto en los turnos mañana, medio día y tarde pasan el nivel de iluminación mínimo establecido para oficinas. Siendo el nivel de iluminación mínimo en el turno de la tarde con 330 luxes y el máximo de 606 luxes en el turno mañana (Figura 18), (Cuadro15).

Para una mejor comparación en la figura 22 y en el cuadro 19 se puede observar

el nivel de iluminación exterior, y como este repercute en la iluminación natural de las oficinas de la edificación A.

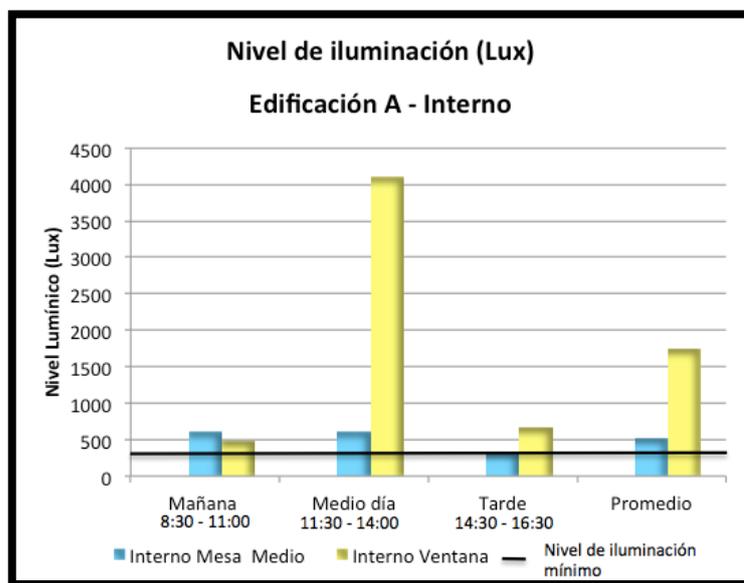


Figura 21. Nivel de iluminación (lux). Edificación A – Interno. Febrero 2017.

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 18 Nivel de iluminación (lux). Edificación A – Interno. Febrero 2017.

Puesto/sector		Edificación A			
		Nivel de iluminación (Lux)			
		Turno			Promedio
		Mañana	Medio día	Tarde	
8:30 - 11:00	11:30 - 14:00	14:30 - 16:30			
Interno	Mesa Medio	606	603	330	513
Interno	Ventana	485	4108	670	1754

Fuente: elaboración propia.

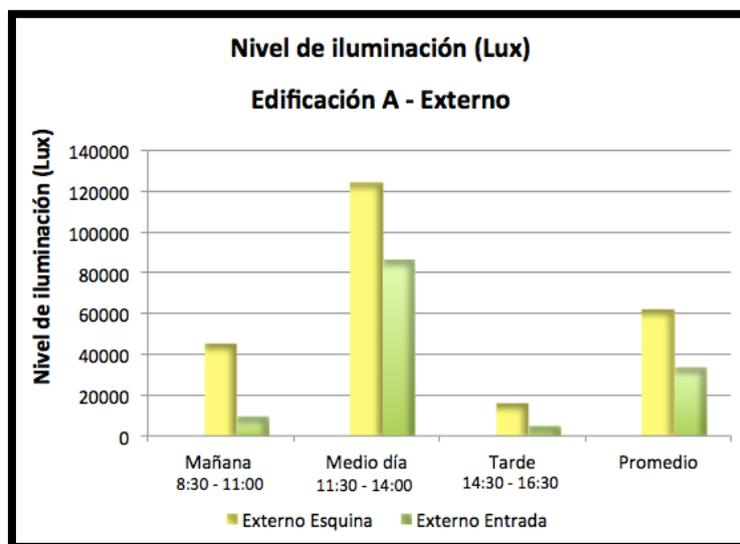


Figura 22. Nivel de iluminación (lux). Edificación A – Externo. Febrero 2017.  
Fuente: elaboración propia.

Cuadro 19 Nivel de iluminación (lux). Edificación A – Externo. Febrero 2017.

Puesto/sector		Edificación A Nivel de iluminación (Lux)			
		Turno			Promedio
		Mañana	Medio día	Tarde	
		8:30 - 11:00	11:30 - 14:00	14:30 - 16:30	
Externo	Esquina	45288	124610	15898	61932
Externo	Entrada	9579	86627	4976	33727

Fuente: elaboración propia.

Para la **Edificación B**: se observa que el nivel de iluminación interna tanto en los turnos mañana, medio día y tarde pasan el nivel de iluminación mínimo establecido para oficinas. Siendo el nivel de iluminación mínimo en el turno de la tarde con 489 luxes y el máximo de 525 luxes en el turno mañana. Tomando como observación que tiene buena iluminación natural, por medio de las ventanas y el traga luz del medio de la edificación, logrando así, un nivel de iluminación confortable. (Figura 20) y (Cuadro 20).

Para una mejor comparación en la (Figura 24) y en el (Cuadro 21) se puede observar el nivel de iluminación exterior, y como este repercute en la iluminación natural de las oficinas de la edificación B.

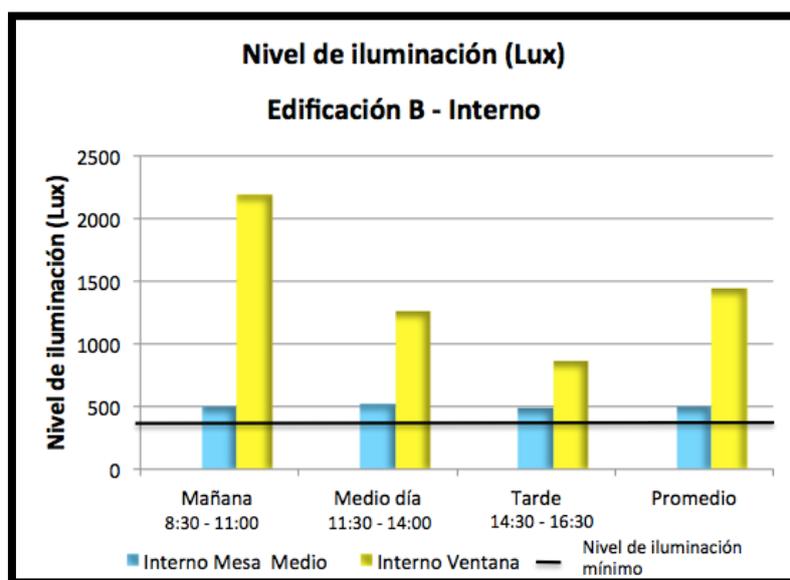


Figura 23. Nivel de iluminación (lux). Edificación B –Interno. Febrero 2017.

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 20 Nivel de iluminación (lux). Edificación B – Interno. Febrero 2017.

Puesto/sector		Edificación B			
		Nivel de iluminación (Lux)			
		Turno			Promedio
		Mañana	Medio día	Tarde	
8:30 - 11:00	11:30 - 14:00	14:30 - 16:30			
Interno	Mesa Medio	495	525	489	503
Interno	Ventana	2189	1264	858	1437

Fuente: elaboración propia.

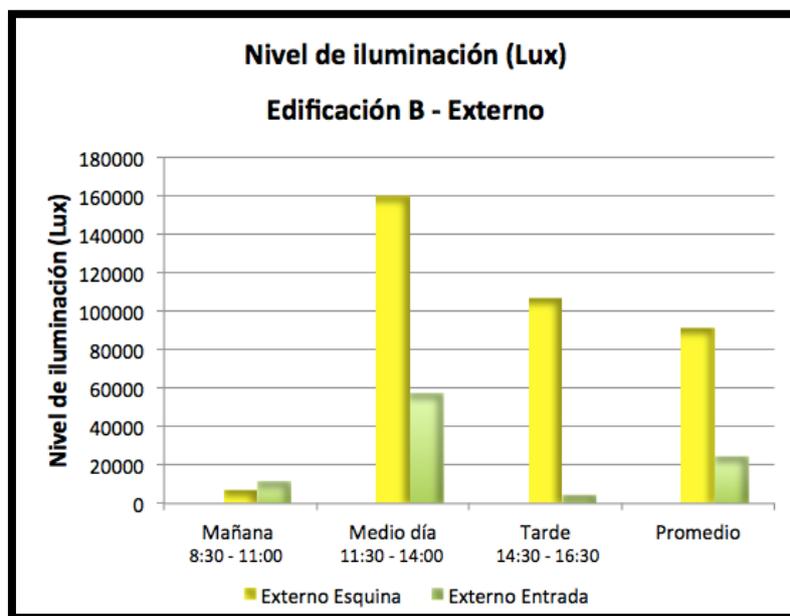


Figura 24. Nivel de iluminación (lux). Edificación B –Externo. Febrero 2017.

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 21 Nivel de iluminación (lux). Edificación B – Externo. Febrero 2017.

Puesto/sector		Edificación B				Promedio
		Nivel de iluminación (Lux)				
		Turno				
		Mañana	Medio día	Tarde		
8:30 - 11:00	11:30 - 14:00	14:30 - 16:30				
Externo	Esquina	6689	159854	107017	91187	
Externo	Entrada	11654	57462	4560	24559	

Fuente: elaboración propia.

#### Diferencia de nivel de iluminación entre las edificaciones A y B.

Se puede observar en las (Figuras 25 y 26) la diferencia del nivel de iluminación que existe entre la edificación A y la B, juntamente con los (Cuadros 22 y 23), donde se pueden observar los valores de los mismos, tanto sobre la mesa que se encuentran en el medio de las oficinas como las mesas que se encuentran a lado de las ventanas.

Se puede notar que tanto en la edificación A como en la edificación B, así como en las mesas del medio de las oficina como en las mesas a lado de las ventanas sobrepasan el nivel de iluminación mínima de 300 luxes para oficinas. Teniendo un promedio de confort lumínico similar.

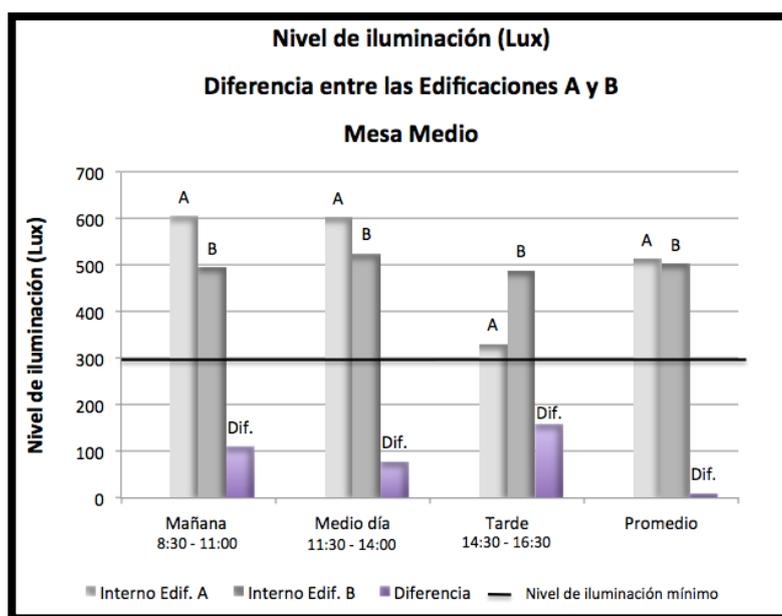


Figura 25. Nivel de iluminación (lux). Diferencia entre las edificaciones A y B. Mesa Medio. Febrero 2017.

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 22 Diferencia entre las edificaciones A y B. Nivel de iluminación. (Mesa Medio) Febrero 2017.

Puesto/sector	Diferencia entre las Edificaciones A y B Nivel de iluminación (Lux) Mesa Medio			
	Turno			Promedio
	Mañana	Medio día	Tarde	
	8:30 - 11:00	11:30 - 14:00	14:30 - 16:30	
Interno Edif. A	606	603	330	513
Interno Edif. B	495	525	489	503
Diferencia	111	78	159	10

Fuente: elaboración propia.

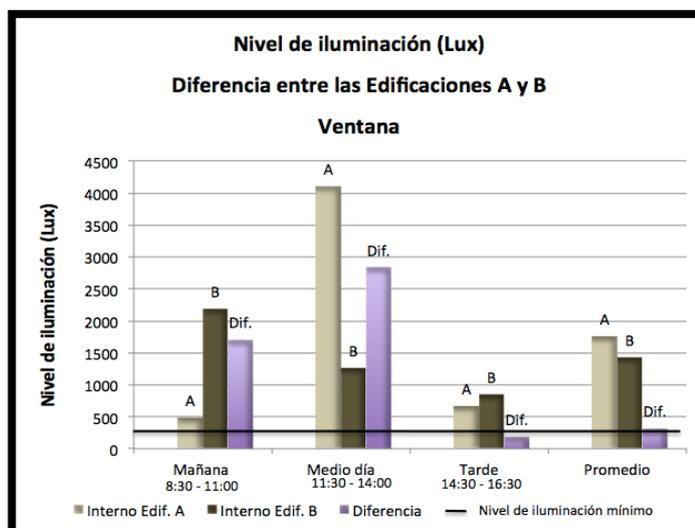


Figura 26. Nivel de iluminación (lux). Diferencia entre las edificaciones A y B. Ventana. Febrero 2017.

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 23 Diferencia entre las edificaciones A y B. Nivel de iluminación. (Ventana) Febrero 2017.

Puesto/sector	Diferencia entre las Edificaciones A y B Nivel de iluminación (Lux) Ventana			
	Turno			Promedio
	Mañana	Medio día	Tarde	
	8:30 - 11:00	11:30 - 14:00	14:30 - 16:30	
Interno Edif. A	485	4108	670	1754
Interno Edif. B	2189	1264	858	1437
Diferencia	1704	2844	188	317

Fuente: elaboración propia.

c. Determinación del nivel sonoro.

#### Nivel sonoro

El promedio del nivel sonoro interno y externo de las dos edificaciones financieras corporativas en los tres turnos: mañana, tarde, noche y el promedio durante

el día. se puede observar en las (Figuras 27 y 28), con el límite máximo de nivel sonoro para oficinas que corresponde a 45 decibeles de acuerdo con lo indicado en (INSHT 2015). Así mismo en los (Cuadros 24 y 25), los valores registrados.

Para la **Edificación A**: se observa que el nivel sonoro (Leq) interno tanto en los turnos mañana, medio día y tarde pasan el nivel sonoro máximo establecido para oficinas. Así también se puede observar que el nivel sonoro exterior sobrepasa entre unos 18 a unos 21 decibeles los niveles sonoros registrados en el interior de la edificación. Uno de los factores que podría incidir es que la misma se encuentra sobre una avenida principal muy transitada.

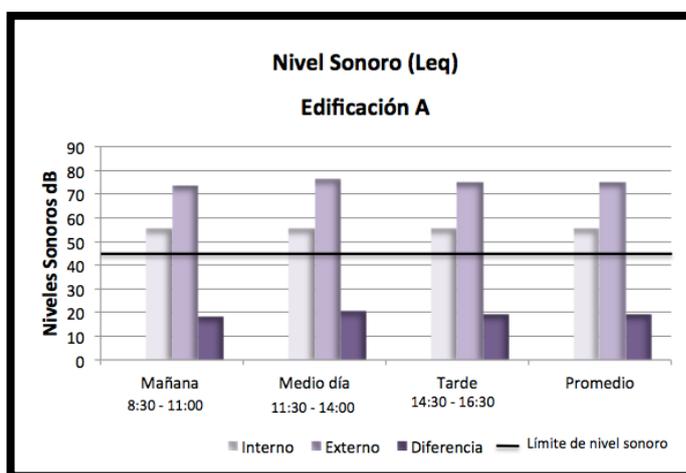


Figura 27. Nivel sonoro (Leq). Edificación A. Febrero 2017.

Fuente: elaboración propia

Cuadro 24 Nivel sonoro (Leq). Edificación A. Febrero 2017.

Puesto/sector	Edificación A			
	Nivel Sonoro (Leq)			
	Turno			Promedio
	Mañana	Medio día	Tarde	
8:30 - 11:00	11:30 - 14:00	14:30 - 16:30		
Interno	55,4	55,5	55,5	55,5
Externo	73,6	76,3	74,8	74,9
Diferencia	18,2	20,8	19,1	19,4

Fuente: elaboración propia.

Para la **Edificación B**: se observa que el nivel sonoro (Leq) interno tanto en los turnos mañana, medio día y tarde pasan el nivel sonoro máximo establecido para oficinas. Así también se puede observar que el nivel sonoro exterior sobrepasa entre unos 21 a unos 22 decibeles los niveles sonoros registrados en el interior de la edificación. Uno de los factores que podría incidir es que la misma se encuentra sobre una avenida principal transitada.

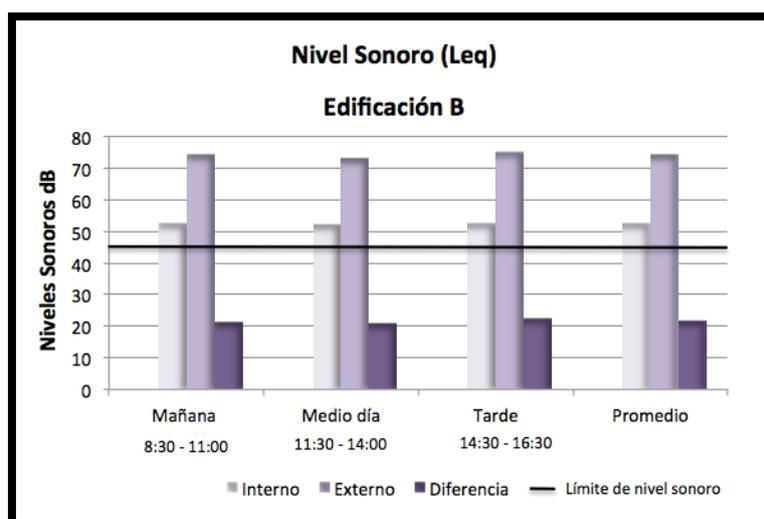


Figura 28. Nivel sonoro (Leq). Edificación B. Febrero 2017.

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 25 Nivel sonoro (Leq). Edificación B. Febrero 2017.

Puesto/sector	Edificación B Nivel Sonoro (Leq)			
	Turno			Promedio
	Mañana	Medio día	Tarde	
	8:30 - 11:00	11:30 - 14:00	14:30 - 16:30	
Interno	52,8	52,1	52,8	52,6
Externo	74,3	73,1	75,2	74,2
Diferencia	21,5	21	22,4	21,6

Fuente: elaboración propia.

Diferencia del nivel sonoro (Leq) entre las edificaciones A y B.

Respecto a la diferencia registrada entre la edificación A y la B, se puede observar en la (Figura 29) y los valores correspondientes en el (Cuadro 26), que ambas edificaciones tanto la A como la B, sobrepasan los niveles sonoros máximos establecidos para oficinas, mientras que se puede observar que en la edificación A se registraron mayor niveles sonoros que en la edificación B. Esto puede deberse a que la edificación A se encuentra sobre una avenida más transitada que la edificación B. Otro factor podría ser que la edificación B cuenta con alfombras que amortiguan el ruido ocasionado por los tacos de los zapatos, mientras que la edificación A no cuenta con el mismo.

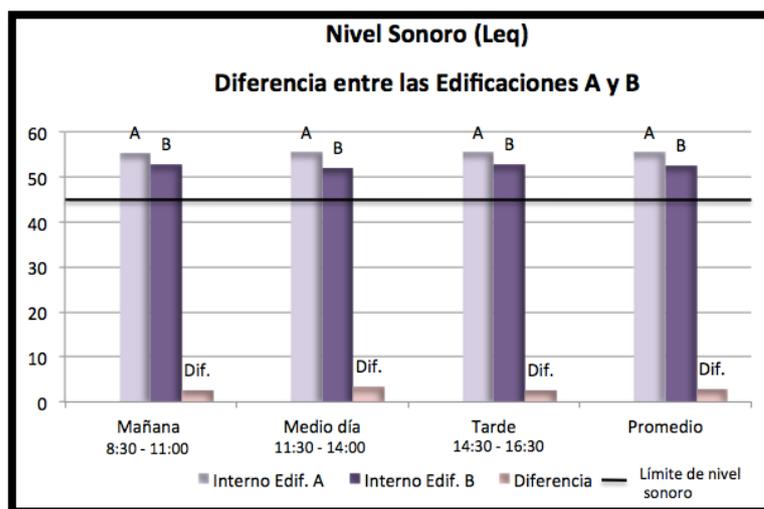


Figura 29. Nivel sonoro (Leq). Diferencia entre las edificaciones A y B. Febrero 2017.

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 26 Nivel sonoro (Leq). Diferencia entre las edificaciones A y B. Febrero 2017.

Edificio/Puesto	Diferencias entre la Edificación A y B Niveles Sonoros (Leq)			Promedio
	Turno			
	Mañana	Medio día	Tarde	
	8:30 - 11:00	11:30 - 14:00	14:30 - 16:30	
Interno Edif. A	55,4	55,5	55,5	55,5
Interno Edif. B	52,8	52,1	52,8	52,6
Diferencia	2,6	3,4	2,7	2,9

Fuente: elaboración propia.

#### d. Determinación de la calidad del aire

##### Calidad de aire

El promedio de la calidad del aire conformado por el volumen (%) de dióxido de carbono CO<sub>2</sub> y el nivel de concentración de monóxido de carbono CO (ppm) interna y externa de las dos edificaciones financieras corporativas en los tres turnos: mañana, tarde, noche y el promedio durante el día. se puede observar en las (Figuras 30, 31, 32 y 33) , con el límite máximo permisible en oficinas de acuerdo con lo indicado en (INSHT 2015) siendo de 0,1% el de dióxido de carbono CO<sub>2</sub> y de 9 ppm de monóxido de carbono CO. Así mismo se puede observar en los (Cuadros 27, 28, 29 y 30), los valores registrados.

Cabe destacar que el dióxido de carbono se midió en volumen (%) ya que esta era la única unidad de medida en la que registraba el instrumento de medición. Por lo cual para realizar la comparación, se procedió a la conversión de ppm en volumen para saber el límite máximo permisible en oficinas. .

Para la **Edificación A**: se observa que el volumen de dióxido de carbono interno en el turno mañana sobrepasa el límite permisible de 0,1% para oficinas,

mientras que en los turnos del medio día y tarde se encuentran dentro del rango permisible. Esta variación en el turno mañana puede deberse a que la concentración externa también demuestra un alto volumen de dióxido de carbono, pudiendo este repercutir en el interior de las oficinas, así mismo se registraron mayor cantidad de personas dentro de las oficinas en el turno mañana, reduciendo estas en horas del medio día y de manera media en el turno tarde (Figura 27) y (Cuadro 27).

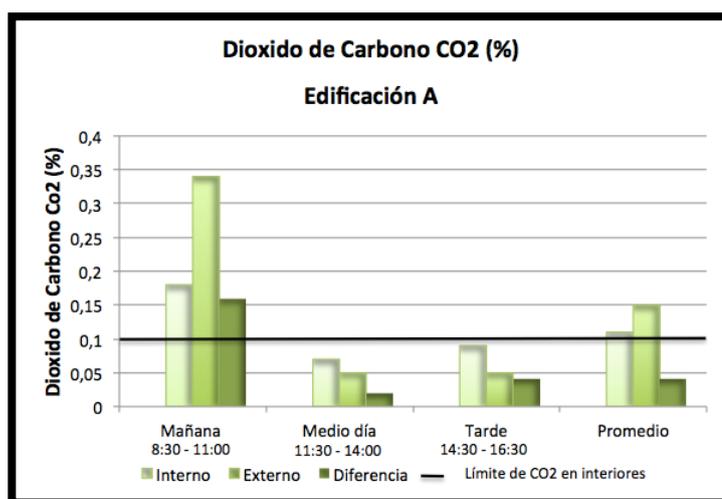


Figura 30. Dióxido de Carbono CO<sub>2</sub>. Edificación A. Febrero 2017.

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 27 Dióxido de Carbono. Edificación A. Febrero 2017.

Puesto/sector	Edificación A			
	Dioxido de carbono CO <sub>2</sub> (%)			
	Turno			Promedio
	Mañana	Medio día	Tarde	
8:30 - 11:00	11:30 - 14:00	14:30 - 16:30		
Interno	0,18	0,07	0,09	0,11
Externo	0,34	0,05	0,05	0,15
Diferencia	0,16	0,02	0,04	0,04

Fuente: elaboración propia.

Para la **Edificación B**: se observa que el volumen de dióxido de carbono interno tanto en los turnos mañana, medio día y tarde se encuentran dentro rango del

límite permisible, pero aún muy cerca de alcanzar el límite en los tres turnos, esto puede deberse a que las impresoras y fotocopiadoras comparten, casi el mismo espacio, por falta de mayor renovación de aire para la cantidad de personas que se encuentran en las oficinas, ya que se puede observar que el volumen registrado en el exterior en los tres turnos es de menor proporción. (Figura 28) y (Cuadro 28).

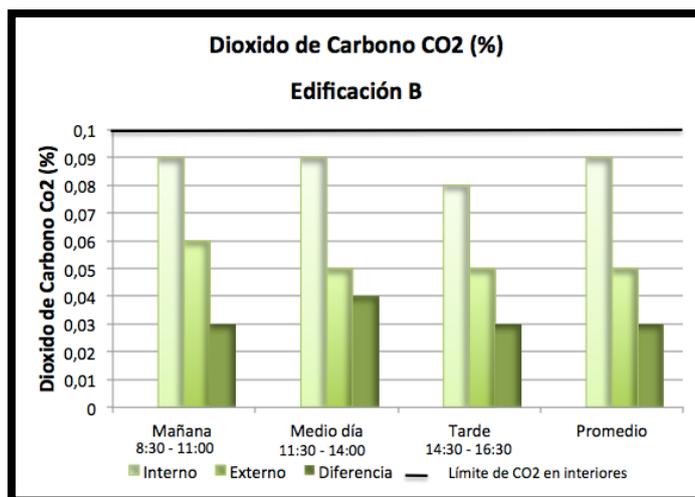


Figura 31. Dióxido de Carbono CO<sub>2</sub>. Edificación B. Febrero 2017.

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 28 Dióxido de Carbono CO<sub>2</sub>. Edificación B. Febrero 2017.

Puesto/sector	Edificación B			
	Dioxido de carbono CO2 (%)			
	Turno			Promedio
	Mañana	Medio día	Tarde	
8:30 - 11:00	11:30 - 14:00	14:30 - 16:30		
Interno	0,09	0,09	0,08	0,09
Externo	0,06	0,05	0,05	0,05
Diferencia	-0,03	-0,04	-0,03	-0,03

Fuente: elaboración propia.

Para la **Edificación A**: se observa que la concentración de monóxido de carbono permanece dentro del límite permisible para oficinas en los tres turnos: mañana, medio día, tarde, no registrándose nada en el turno de la mañana, mientras que en el turno de la tarde se ve un registro de 5,83 ppm. Esto puede deberse a que en

el mismo turno en el exterior de la edificación se registraron concentraciones mayores al límite permisible para oficinas, de 13,5 pudiendo repercutir en el interior de la edificación. Esta concentración alta en el exterior de edificación puede ser a causa de gran tránsito vehicular, registrados en ese momento, así como también el tipo del mismo, ya que en el turno de la tarde, esto se disipa totalmente, no registrándose ninguna concentración de monóxido tanto fuera como dentro de edificación. (Figura 29) y (Cuadro 29).

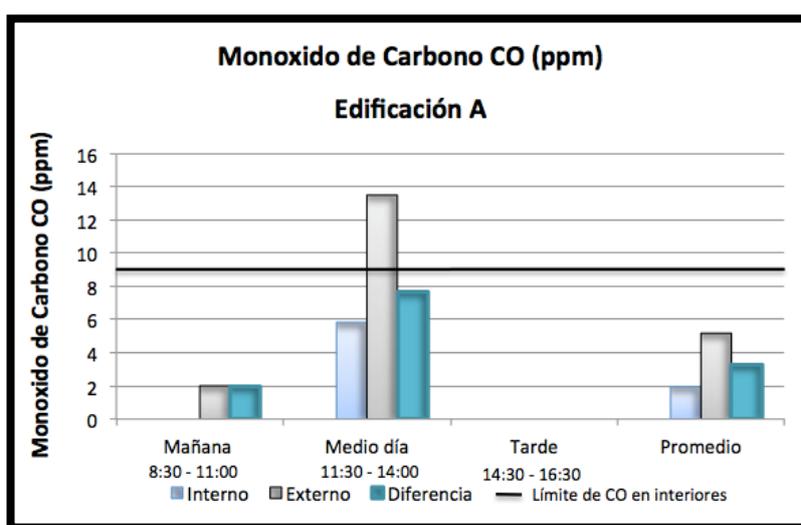


Figura 32. Monóxido de Carbono CO (ppm). Edificación A. Febrero 2017.  
Fuente: elaboración propia.

Cuadro 29 Monóxido de Carbono CO (ppm). Edificación B. Febrero 2017.

Puesto/sector	Edificación A			
	Monóxido de carbono CO (ppm)			
	Turno			Promedio
	Mañana	Medio día	Tarde	
8:30 - 11:00	11:30 - 14:00	14:30 - 16:30		
Interno	0	5,83	0	1,94
Externo	2	13,5	0	5,17
Diferencia	2	7,67	0	3,23

Fuente: elaboración propia.

Para la **Edificación B**: se puede visualizar que no se registró concentración de monóxido de carbono en el interior de la edificación, mientras que en el exterior de la misma, si se registraron concentraciones mínimas, tanto en el turno de la mañana como en el de la tarde. (Figura 30) y (Cuadro 30).

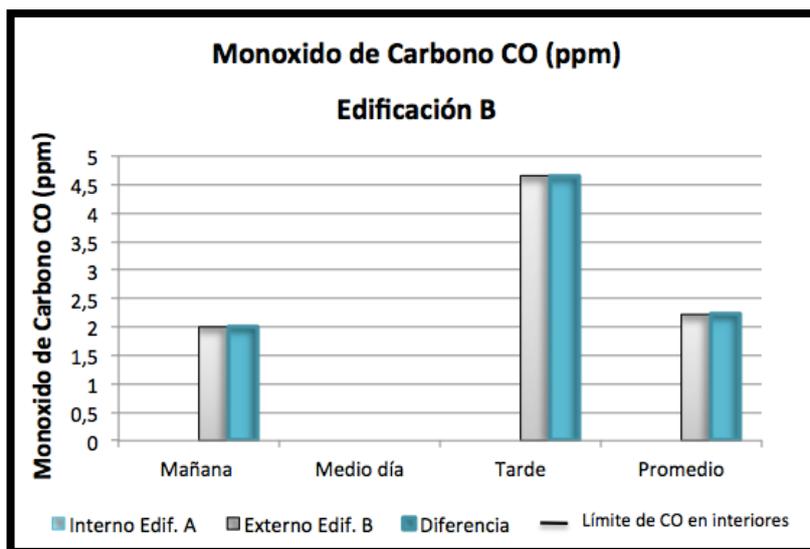


Figura 33. Monóxido de Carbono CO. Edificación B. Febrero 2017.

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 30 Monóxido de Carbono CO. Edificación B. Febrero 2017.

Puesto/sector	Edificación B			
	Monóxido de carbono CO (ppm)			
	Turno			Promedio
	Mañana	Medio día	Tarde	
8:30 - 11:00	11:30 - 14:00	14:30 - 16:30		
Interno	0	0	0	0
Externo	2	0	4,66	2,22
Diferencia	2	0	4,66	2,22

Fuente: elaboración propia.

Diferencia de concentración de dióxido de carbono CO<sub>2</sub> y de monóxido de carbono CO entre las edificaciones A y B.

Respecto a la diferencia registrada entre la edificación A y la B, se puede observar en la (Figura 34) y los valores correspondientes en el (Cuadro 31) que en cuestión de concentración de dióxido de carbono, la edificación A sobrepasa el límite máximo permisible para oficinas en horas de la mañana, mientras que la edificación B se encuentra dentro de los parámetros establecido.

En cuanto a la concentración de monóxido de carbono se puede visualizar que la edificación A presenta concentraciones de monóxido en el turno del medio día mientras que en la edificación B no se registraron concentraciones.

Con esto se puede ver que la edificación B tiene mejor calidad de aire interior, que la edificación A, esta puede mejorar en la renovación del aire, mantenimiento de filtros, o minimizar la cantidad de personas por oficinas.

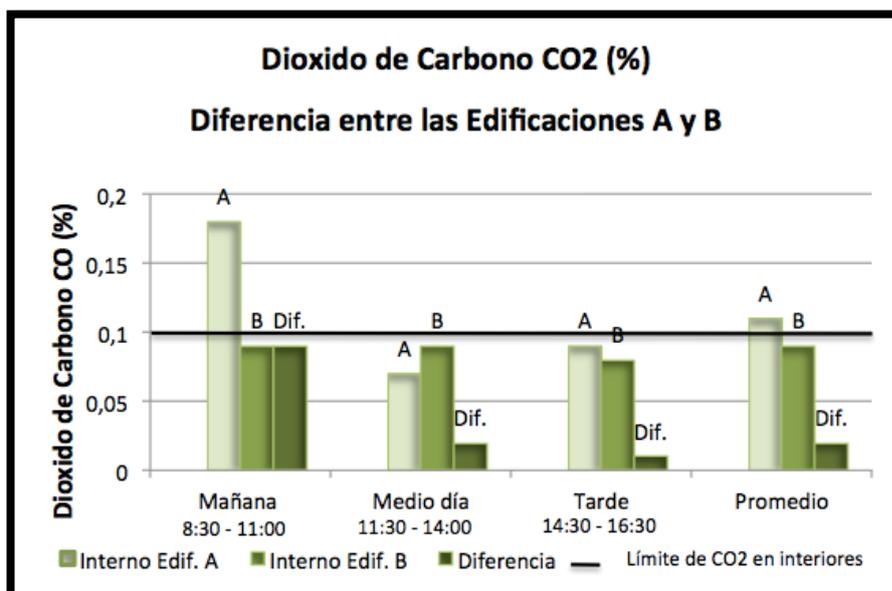


Figura 34. Dióxido de Carbono CO<sub>2</sub>. Diferencia entre las edificaciones A y B.

Febrero 2017.

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 31 Dióxido de Carbono CO<sub>2</sub>. Diferencia entre las edificaciones A y B. Febrero 2017.

Edificio/Puesto	Diferencias entre la Edificación A y B Dioxido de carbono CO <sub>2</sub> (%)			Promedio
	Turno			
	Mañana	Medio día	Tarde	
	8:30 - 11:00	11:30 - 14:00	14:30 - 16:30	
Interno Edif. A	0,18	0,07	0,09	0,11
Interno Edif. B	0,09	0,09	0,08	0,09
Diferencia	0,09	0,02	0,01	0,02

Fuente: elaboración propia.

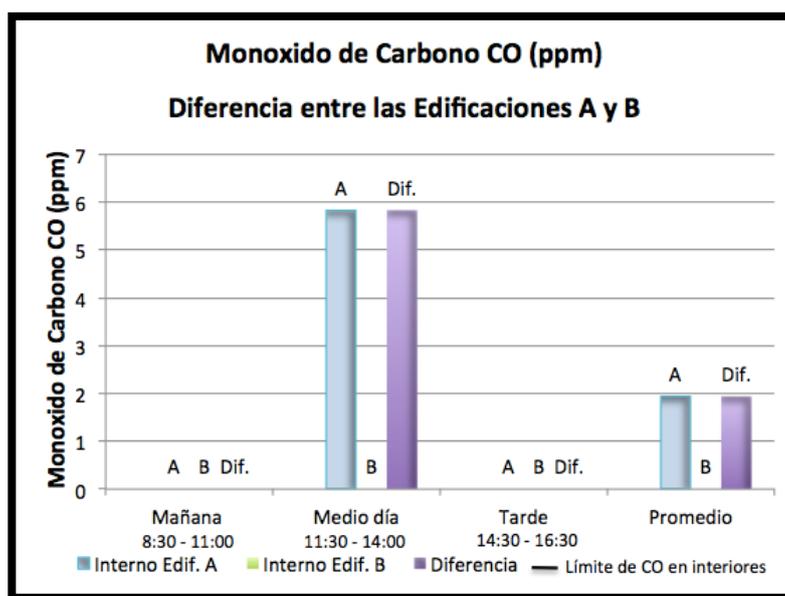


Figura 35. Monóxido de Carbono CO. Diferencia entre las edificaciones A y B. Febrero 2017.

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 32 Monóxido de Carbono CO. Diferencia entre las edificaciones A y B. Febrero 2017.

Edificio/Puesto	Diferencias entre la Edificación A y B			
	Monóxido de carbono CO (ppm)			
	Turno			Promedio
	Mañana	Medio día	Tarde	
8:30 - 11:00	11:30 - 14:00	14:30 - 16:30		
Interno Edif. A	0	5,83	0	1,94
Interno Edif. B	0	0	0	0
Diferencia	0	5,83	0	1,94

Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.2 Parte 2: Percepción del confort ambiental de los ocupantes de las edificaciones: térmica, lumínica, sonora y de calidad de aire

Para la **Edificación A**: el resultado obtenido por medio de las encuestas de percepción en la parte de valoración dieron como resultado los que se puede observar en el (Cuadro 33), teniendo un resultado de confort ambiental confortable, mientras que el aspecto a mejorar sería el de calidad de aire en planta baja, ya que el mismo salió como poco confortable.

Hay que recordar que la escala de valorización esta dividida en cinco partes, y que la mejor valorización es de muy confortable. Por lo que a pesar de que el resultado haya salido confortable, se puede mejorar en los cuatro tipos de confort.

Cuadro 33 Percepción Ambiental de los ocupantes. Edificación A Noviembre 2017.

Percepción Ambiental de los ocupantes			
Confort Ambiental			
Edificación A			
Tipo de Confort		Planta Baja	Sexto Piso
Confort Térmico	Temperatura y Humedad	(23) Confortable	(23) Confortable
	Temperatura de Materiales	(4) Confortable	(4) Confortable
	Temperatura Corporal	(4) Confortable	(4) Confortable
Confort Lumínico		(30) Confortable	(26) Confortable
Confort Sonoro		(13) Confortable	(13) Confortable
Calidad de Aire		(21) Poco Confortable	(19) Confortable
Confort Ambiental	<b>Confortable</b>		

Fuente: elaboración propia.

En cuanto al resultado de las preguntas de caracterización en las encuestas en la edificación A salió en cuanto a:

a. Confort Térmico:

La mayor cantidad de personas marco que la temperatura de la oficina esta bien así, siendo una minoría que sea mas caliente, de este caso coincide que son de sexo femenino, y otra minoría pidiendo que sea mas frío de sexo masculino. Algunas de sexo femenino marcaron mas frío, que podrían ser las mujeres que se encuentran a lado de las ventanas, a las cuales el sol le da directamente. La mayoría lleva ropa ligera, y las personas que son mas friolentas llevan ropa mas abrigada, la actitud de las personas se encuentran la mayoría normal y optimista.

b. Confort Lumínico:

La mayor cantidad de respuestas, fue la ausencia de cortinas en los lugares con ventanas, ya que esto afecta a las personas que se sientan cerca o a lado de las

mismas, provocando deslumbramiento.

c. Confort Sonoro:

La mayor cantidad de personas contestaron que no le molesta el ruido, mientras que un mínimo, expreso que sí, proveniente del exterior, lo que mas escuchan son vehículos, seguido de ambulancias y bocinas.

El momento que escuchan mayor ruido es al medio día, seguido de a primera hora. La mayoría de las personas encuestadas marco que el ruido no ocasiona problemas en la salud, seguido de que no sabe.

d. Confort de calidad de aire

Tanto las fotocopiadoras como las impresoras se encuentran en un cuarto aparte con su propio ducto de renovación de aire.

Las personas no perciben ningún olor, y a la hora que les da mayor somnolencia son en horas del medio día y tarde-tardecita.

Para la **Edificación B:** el resultado obtenido por medio de las encuestas de percepción en la parte de valoración dieron como resultado lo que se puede observar en el cuadro 31, teniendo un resultado de confort ambiental confortable, mientras que el aspecto a mejorar sería el Temperatura, ya que el mismo salió como poco confortable.

Esto significa que tanto el confort de temperatura como los demás hay que mejorar en algunos aspectos, ya que lo ideal sería alcanzar al muy confortable.

Cuadro 34 Percepción Ambiental de los ocupantes. Edificación B Noviembre 2017.

Percepción Ambiental de los ocupantes			
Confort Ambiental			
Edificación B			
Tipo de Confort		Planta Baja	Segundo piso
	Temperatura y Humedad	(20) Confortable	(24) Poco Confortable
	Temperatura de Materiales	(3) Confortable	(4) Confortable
	Temperatura Corporal	(4) Confortable	(3) Confortable
Confort Lumínico		(28)Confortable	(30)Confortable
Confort Sonoro		(13)Confortable	(13)Confortable
Calidad de Aire		(17)Confortable	(19)Confortable
Confort Ambiental	<b>Confortable</b>		

Fuente: elaboración propia.

a. Confort Térmico:

La mayor cantidad de personas marco que le gustaría que la temperatura sea más fría, coincidiendo esto con el registro de temperatura que pasa el nivel de confort, por otra parte le sigue personas que desean que sea mas caliente, estando en tercer lugar que esta bien así la temperatura de la oficina, en este caso coincide que son de sexo femenino la mayoría que desea que la temperatura sea mas caliente, y el de sexo masculino en su mayoría pidiendo que sea mas caliente. Algunas de sexo femenino marcaron mas frío, que podrían ser las mujeres que se encuentran a lado de las ventanas, a las cuales el sol le da directamente. La mayoría lleva ropa ligera, y las personas que son mas friolentas llevan ropa mas abrigada, la actitud de las personas se encuentran la mayoría normal y feliz, seguido de entusiasmados y optimistas.

b. Confort Lumínico:

La mayor cantidad de respuestas, fue la ausencia de cortinas en los lugares con ventanas, ya que esto afecta a las personas que se sientan cerca o a lado de las mismas, provocando deslumbramiento.

c. Confort Sonoro:

La mayor cantidad de personas contestaron que le molesta el ruido proveniente de las personas, mientras que los ruidos que mas escuchan provenientes del exterior son automóviles, ambulancias y bocinas.

El momento que escuchan mayor ruido es a primera hora de la mañana y media mañana. La mayoría de las personas encuestadas marco que el ruido no ocasiona problemas en la salud, seguido de que no sabe.

d. Confort de calidad de aire

Tanto las fotocopiadoras como las impresoras se encuentran en un lugar aparte pero sin su propio ducto de renovación de aire, si no aparte pero en ambiente común.

Las personas no perciben ningún olor, y a la hora que les da mayor somnolencia son en horas del medio día y tarde-tardecita.

Resultado general; parte 1: cuantitativa y parte 2: cualitativa.

Para tener una mayor claridad en cuanto a los resultados obtenidos, tanto en la parte cuantitativa como la cualitativa se puede observar en los (Cuadros 35 y 36) para la edificación A y la B.

Para la **Edificación A:** se puede observar en el (Cuadro 35), los resultados

correspondientes a cada tipo de confort, coincidiendo tanto el resultado del confort térmico como el lumínico en confortable y el de calidad de aire en poco confortable, no así el confort sonoro que en las mediciones cuantitativas da como poco confortable y en la parte cualitativa da confortable. Esto se puede deber a que las personas del lugar ya se acostumbran al nivel sonoro percibido día a día. El confort ambiental general de la edificación da como confortable.

Cuadro 35 Comparación de la percepción Ambiental de los ocupantes entre la parte 1 y la parte 2. Noviembre. 2017.

Comparación del resultado de confort ambiental entre la parte 1 y la parte 2		
Confort Ambiental		
Edificación A		
Tipo de Confort	Cuantitativo	Cualitativo
Confort Térmico	Confortable	Confortable
Confort Lumínico	Confortable	Confortable
Confort Sonoro	Poco Confortable	Confortable
Calidad de Aire	Poco Confortable	Poco Confortable
Confort Ambiental	<b>Confortable</b>	

Fuente: elaboración propia.

Para la **Edificación B**: se puede observar en el (Cuadro 36), los resultados correspondientes a cada tipo de confort, coincidiendo el resultado del confort térmico en poco confortable y el confort lumínico y el de calidad de aire en confortable, no así el confort sonoro que en las mediciones cuantitativas da como poco confortable y en la parte cualitativa da confortable. Esto se puede deber a que las personas del lugar ya se acostumbran al nivel sonoro percibido día a día. El confort ambiental general de la edificación da como confortable.

Cuadro 36 Comparación del resultado de confort ambiental entre la parte 1 y la parte 2. Noviembre 2017.

Comparación del resultado de confort ambiental entre la parte 1 y la parte 2		
Confort Ambiental		
Edificación B		
Tipo de Confort	Cuantitativo	Cualitativo
Confort Térmico	Poco Confortable	Poco Confortable
Confort Lumínico	Confortable	Confortable
Confort Sonoro	Poco Confortable	Confortable
Calidad de Aire	Confortable	Confortable
Confort Ambiental	<b>Confortable</b>	

Fuente: elaboración propia.

#### Resultado general entre la edificación A y la edificación B

El resultado final de manera general da que tanto la edificación A como la edificación B, tienen un confort ambiental confortable, es decir esta bien, y a la vez ambas tienen aspectos que mejorar en los cuatro tipos de confort, reforzando según los resultados observados anteriormente, en algunos aspectos mas que otros.

Cuadro 37 Comparación del resultado de confort ambiental entre la Edificación A y la Edificación B Noviembre 2017.

Comparación del resultado de confort ambiental entre la Edificación A y la Edificación B.	
Confort Ambiental	
Edificación A	Edificación B
Confortable	Confortable

Fuente: elaboración propia.

## 4.2 Discusión.

Vázquez (2001) menciona que el sector de la construcción, es uno de los que genera mayor impacto ambiental. Existen datos que corroboran que los edificios consumen entre el 20% y el 50% de los recursos naturales, contribuyen en gran manera al aumento de las emisiones y la contaminación, tanto durante el proceso constructivo como a lo largo de su vida útil una vez terminados. La construcción sostenible se basa

en la adecuada gestión y reutilización de los recursos naturales, la conservación de la energía.

El nivel de confort ambiental dentro de las edificaciones A y B, tanto de manera cuantitativa como cualitativa indican que son confortables. Presentando variaciones de confort ya sea en el térmico, lumínico, sonoro y calidad de aire, con aspectos a mejorar en cada una de ellas, lo cual coincide con Ramírez (2017) En el marco de la sustentabilidad, los procesos de certificación coinciden en el estudio de la calidad del ambiente interior con la evaluación de cuatro aspectos importantes desde la perspectiva de los ocupantes: confort térmico, calidad del aire interior, confort visual y confort auditivo.

Los datos presentados confirman el hecho de que los materiales utilizados y el sistema de construcción empleado influyen en el confort térmico, lumínico, sonoro y calidad de aire de las edificaciones lo cual ya fue señalado por Sancho (2017): el volumen de aire, los materiales de la edificación y la relación de la superficie y sus aberturas influyen de manera directa en el comportamiento, sobre todo en la cantidad de tiempo que tarda el aire interior en enfriarse o calentarse.

Considerando el confort térmico (Figuras 10, 11, 12, 13), se puede apreciar que la edificación A: es la que mejores condiciones de confort presenta, pues la temperatura interna dentro de la misma se mantiene prácticamente constante y dentro de los límites de confort (23 a 25 °C) indicados por (55ASHRAE 2010). No siendo así en cuanto al porcentaje de humedad, el cual sale fuera del rango. En cuanto a la edificación B, sucede lo contrario, los valores de temperatura salen fuera del límite de confort mientras que la de humedad se encuentra dentro. La edificación A cuenta con vidrio con cámaras de aire el cual ayuda a mantener el confort térmico en las edificaciones con ayuda del sistema de aire acondicionado y su regulación, mientras que la edificación B los vidrios no cuentan con cámaras de aire lo que podría un componente que afecta a la regulación térmica del lugar. Esto concuerda con (Miño et al. 2013) : la incorporación de protecciones exteriores en las ventanas permite reducir en un 82% las ganancias solares en vidrios con cámaras de aire, haciendo referencia al

ahorro de energía y a la preservación de la temperatura en el interior.

Según Cerezales (2015) la calidad de la iluminación de los lugares de trabajo tiene una fuerte importancia en la calidad de habitabilidad, ya que forma parte de las sensaciones experimentadas por los ocupantes, las que varían según las estaciones, que difieren en cuanto a los niveles de iluminación y color de la luz, así como los rangos de temperatura y movimiento del aire.

Con respecto a la mención de Cerezales (2015) la edificación B, cuenta con un traga luz en el medio de la edificación y también con paredes de vidrio alrededor de la edificación, intentando con esto utilizar la mayor cantidad de luz natural, y en días de soleados, despejados o parcialmente despejados los puestos de trabajo que se encuentran en su cercanía prácticamente no necesitan de luz artificial, no así hay que tener cuidado con el deslumbramiento que es ocasionado cuando la incidencia de la luz solar da directamente, pero el cual es solucionable con cortinas móviles. En cuanto a los puestos que se encuentran alejados de la luz natural en oficinas no debe ser menor a los 300 luxes de acuerdo a (INSHT 2015) lo cual la edificación lo cumple, no obstante no hay que descuidar el control y mantenimiento de los artefactos lumínicos y las luminarias. Esta misma situación de confort lumínica coincide con Perén (2017) en un estudio realizado de confort ambiental en el Banco Nacional de Panamá.

Con respecto al tipo de luminarias, los tiempos cambian, y la tecnología avanza; de focos incandescentes, pasamos a los de bajo consumo - fluorescentes y de los mismos hoy día pasamos a los leds, luminarias que producen menor consumo energético, con un ahorro del 90 a 95%, que producen menor poder calorífico y así con menor emisiones de CO<sub>2</sub>, y de mayor duración. Esto hace que las edificaciones deben actualizarse a través del tiempo cambiando de luminarias para un mayor confort lumínico, así mismo amigable con el ambiente esto concuerda con Cerezales (2015): Se están alcanzando ahorros de energía notables con los sistemas de iluminación, a través de nuevos diseños de luminarias y sistemas de control.

La edificación A también cuenta con muy buena iluminación natural a través

de sus paredes de vidrio, no obstante como lo mencionado anteriormente no hay que olvidarse de la incidencia directa de la luz solar que puede repercutir por medio del deslumbramiento sobre las personas que se encuentran en la cercanía, por lo que es importante colocar cortinas móviles a las zonas de incidencia así como se mencionan en estudios realizados en la ciudad de Mendoza (Argentina) muestran que los elementos de control solar más comúnmente empleados son las persianas venecianas, los filtros de control solar y las cortinas textiles para evitar el deslumbramiento (Garreton 2015).

Un elevado nivel de ruido en el trabajo aumenta el estrés, disminuye la motivación y está asociada con factores de riesgo como trastornos musculoesqueléticos. Los niveles ambientales superior a 45 dBA están asociados con la satisfacción acústica baja lo cual menciona Taco (2016). Tanto en la edificación A como la B sobrepasaron el límite de niveles sonoros para oficinas que es de 45 decibeles según (INSHT 2015). En cuanto a las encuestas en ambas edificaciones el nivel sonoro les parece comfortable. Esto puede deberse al la costumbre que produce el sistema auditivo a lo cotidiano, así como menciona: Domínguez (2013): la construcción de la normalidad cotidiana es un proceso paulatino de ajuste que, a fuerza de costumbre, permite al individuo liberar a sus sentidos del sobresalto que provocan las primeras impresiones.

El piso de la edificación B tiene alfombra lo cual hace que el ruido ocasionado por los zapatos, especialmente el taco de las mujeres se amortigüe con el mismo, el cual podría ser una de las razones por el cual el nivel sonoro salió menor que la edificación A, así mismo, la ubicación de ambas son en esquinas sobre avenidas principales, a diferencia que la B, es menos transitada que la A, otro factor que podría influir, como menciona Domínguez (2013): que construyó una tipología de “víctimas de ruido”, cuya situación fue definida con base en su relación con cierto tipo de fuentes sonoras, como el caso de quienes viven o laburan cerca de una avenida con tránsito continuo, una zona de diversión nocturna, un estacionamiento, un hospital, un vecino ruidoso, cerca del Aeropuerto Internacional o en una zona de obras.

Es importante señalar que algunos estudios realizados atribuyen el 15% del absentismo laboral a trastornos respiratorios. La composición natural del aire es 21% oxígeno, 78% nitrógeno y rastros de otros gases equivalentes a 0.96% argón y 0.04% dióxido de carbono, helio y agua. En la edificación A se registran niveles altos de dióxido de carbono que sobrepasa el límite permisible para oficinas en el turno de la tarde, así mismo en el turno del medio día se registran concentraciones de monóxido de carbono. Esto puede deberse a que en el exterior de la edificación en el turno de la mañana también se registraron altas concentraciones de dióxido de carbono, y que el mismo haya penetrado dentro de la edificación, así mismo las concentraciones de monóxido de carbono en el turno del medio día el cual podría ser mismo por el tipo de automóviles que circulan en la cercanía, y penetran en el interior de la edificación, así mismo los días nublados y con poca circulación de viento ayudan a la concentración de los gases. Por lo que es sumamente importante el mantenimiento de los filtros de aire, la renovación y evitar lo máximo la aglomeración de personas por espacio. ASHRAE (2007) define técnicamente una buena (aceptable) calidad del aire interior como aquel aire en el cual no hay contaminantes conocidos en concentraciones nocivas como lo determinan las autoridades pertinentes y al cual una mayoría substancial de los ocupantes (más del 80%) no expresan inconformidad.

En cuanto a la edificación B, el registro muestra niveles de concentración de dióxido de carbono dentro de los parámetros establecidos para oficinas así como también la concentración de monóxido de carbono el cual no se detecto dentro de la edificación, por lo que es un buen signo para la calidad del aire de la edificación. Yepes (2008) menciona un estudio realizado en situaciones parecidas que muestran que las concentraciones de monóxido de carbono fueron evaluadas en valores de cero (0) ppm, valores explicables teniendo en cuenta la alta difusividad del contaminante a medida que se aleja de la fuente, su mayor dilución y factores mecánicos asociados al movimiento de la masa contaminante que favorece su dispersión.

Calidad de Ambiente Interior se define al conjunto de condiciones ambientales existentes en un recinto cerrado, instalación y/o edificación. Esta herramienta es exclusivamente de aplicación a edificios de oficinas excluyendo otro

tipo de instalaciones. Cualquier condición ambiental que rodee un puesto de trabajo es susceptible de ocasionar problemas más o menos graves a los trabajadores de un determinado lugar de trabajo. Los principales factores ambientales que influyen en la calidad del entorno laboral son: el confort térmico, lumínico, sonoro y calidad de aire, los cuales pueden verse influidos por factores externos e internos (INSHT 2015).

El confort ambiental en las edificaciones es de suma importancia para cualquier tipo de actividad, ya que la misma, ayuda a la productividad y a la salud de las personas, así como también al ahorro energético, a la disminución del calentamiento global ya la disminución del consumo de los recursos naturales. En este estudio ambas edificaciones dieron como confortables lo que significa que el nivel de confort esta bien pero no excelente, que hay aspectos que mejorar, en los otros tipos de confort, y que viendo esos aspectos se podría alcanzar un nivel de confort ambiental ideal, siendo mas amigable con el ambiente, y contribuyendo a la vez en la productividad de las personas, mejorando la productividad de la empresa y así mismo en la salud de las personas, con una mejor calidad de vida. El (INSHT 2015) menciona que es importante destacar que algunas características de la población (por ejemplo, el sexo o la edad) pueden modificar la percepción de la calidad ambiental interior, así como la posibilidad de que algunas situaciones (por ejemplo, la insatisfacción laboral, la mala relación con los compañeros, la monotonía del trabajo, los problemas personales, etc.) induzcan a la aparición de “falsas” molestias relacionadas con el ambiente interior o acentúen las molestias preexistentes. Por ello, aunque estos factores no se valoren directamente, el técnico deberá tener en cuenta estas circunstancias en todo estudio de la calidad ambiental interior en los lugares de trabajo

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 Conclusiones**

Los objetivos propuestos, los datos obtenidos y las condiciones en que se desarrolló el estudio permiten llegar a las conclusiones que se presentan en los párrafos siguientes.

Las edificaciones en estudio se distribuyeron en cinco categorías de percepción ambiental: Muy Confortable, Confortable, Poco Confortable, Desconfortable y Muy Desconfortable, de acuerdo con los niveles indicados por las personas encuestadas. Y la misma categoría fue utilizada para la medición cuantitativa.

Las edificaciones presentaron niveles de confort térmico diferenciados, clasificándose en la edificación A en confortable y la edificación B en poco comfortable de acuerdo a (55ASHRAE 2010) con los mismo resultados en la percepción de las personas y ambos sin ningun discomfort según el índice de Confort Térmico Humidex.

Los valores de confort lumínico, medidos dentro de ambas edificaciones A y B en estudio, indican que existen un nivel confortable de acuerdo a (INSHT 2015). Y tambien de acuerso a la escala de percepción obtenida por las encuestas.

Las edificaciones A y B presentaron un nivel poco confortable en los valores cuantitativos de acuerdo a (55ASHRAE 2010) mientras que en la cualitativa de percepción presentaron un nivel Confortable.

En cuanto al confort en calidad de aire la edificación A presento un nivel de confort poco confortable en las mediciones y en la percepción de las personas mientras que la edificación B presento confortable en ambas. Los valores cuantitativos según (INSHT 2015).

Por lo que se puede concluir que la edificación A y la edificación B dan un nivel de confort ambiental: confortable. Considerando que ambos tienen aspectos que mejorar para lograr el nivel de muy confortable, o mismo los diferentes tipos de confort como ser el termico, lumico, sonoro y de calidad de aire, llegar al nivel confortable, ya que no en todos los tipos alcanzaron dicho nivel.

En este caso la edificación A no presenta mayor confort ambiental que la edificación B, ya que ambas presentan un confort ambiental confortable, mientras que ambas tienen sus propios aspectos de confort que mejorar.

Atendiendo que la edificación A tiene certificación LEED 2009 de construcción nueva, que no la obliga a mantener su confort en su etapa de funcionamiento y que la edificación B, no cuenta con certificación pero si con parámetros ambientales.

Tanto la edificación A como la edificación B, pueden alcanzar el confort ambiental de muy confortable, viendo pequeños aspectos a mejorar. Pudiendo así contribuir no solo con el ambiente sino también en la productividad de los funcionarios y la calidad de vida. Colaborando con esta parte así para el bien de todos y del planeta.

## **5.2 Recomendaciones**

En base al estudio realizado se pueden dar las siguientes recomendaciones.

### **5.2.1 Recomendaciones para las edificaciones A, B y otras.**

En particular para la edificación A: se recomienda en cuanto al confort térmico; reducir el % de humedad intentando alcanzar los parámetros establecidos, y controlando el mismo mediante sensores y colocar persianas regulables en las ventanas para evitar la entrada de calor en horas de incidencia directa del sol, ubicar a las personas según sexo y edad tanto cerca de las ventanas para las personas que tienen más frío y debajo de las salidas de aire a las personas con más calor. Para el confort lumínico; cambiar los tubos y halógenos por lámparas led, de color blanco - luz día, para un mayor confort ambiental, así mismo colocar persianas regulables en las ventanas para evitar el deslumbramiento en horas de incidencia directa del sol. Para el confort sonoro; poner alfombras que amortigüen el ruido de los tacones, utilizar auriculares con microfono, realizar campañas de concienciación en las oficinas sobre la contaminación sonora y como repercute esto en el ambiente y en las personas. Para el confort de calidad de aire; equilibrar cantidad de personas por oficina, aumentar la periodicidad del mantenimiento de los filtros de aire, y de la renovación de aire.

En particular para la edificación B: se recomienda en cuanto al confort térmico; regular la temperatura intentando alcanzar los parámetros establecidos, y controlando el mismo mediante sensores en los lugares de mayor inconveniente, colocar persianas regulables en las ventanas para evitar la entrada de calor en horas de incidencia directa del sol o polarizados, ubicar a las personas según sexo y edad tanto cerca de las ventanas para las personas que tienen más frío y debajo de las salidas de aire a las personas con más calor. Para el confort lumínico; cambiar los tubos y halógenos por lámparas led, de color blanco - luz día, para un mayor confort ambiental, así mismo colocar persianas regulables en las ventanas para evitar el deslumbramiento en horas de incidencia directa del sol, realizar un control diario de luminarias para el cambio de la misma al fundirse. Para el confort sonoro, utilizar auriculares con microfono, realizar campañas de concienciación en las oficinas sobre la contaminación sonora y como repercute esto en el ambiente y en las personas. Para el confort de calidad de aire; colocar un cubículo o debajo de un ducto de renovación de aire las impresoras y fotocopiadoras.

Incorporar materiales aislantes amigables con el ambiente, para mejorar el confort ambiental de las edificaciones, esto va tanto para las edificaciones A y como tambien para otras edificaciones.

Se recomienda incentivar el confort ambiental para edificaciones ya sea para oficinas, talleres, tinglados, hogares, entre otros tipos de edificación. Ya que el mismo mejora la productividad y contribuye con la salud ambiental y de las personas.

Así mismo incentivar las alternativas de construcción, mediante la investigación, para la mejora de las mismas, ya que con el aumento de la población, la contaminación y el impacto aumentan, pudiendo ser la edificación alternativa un aporte para el ambiente, y sobre todo un gran beneficio para nosotros mismos.

### **5.2.2 Recomendaciones para otros estudios.**

Realizar otros tipos de estudios que ayuden a una mejor evaluación del confort ambiental de las edificaciones, como la medición de la conductividad de los materiales, la velocidad del viento dentro de la edificación, la radiación solar, los compuestos organicos volatiles, areas verdes, entre otros. Medir la eficiencia energética, la del consumo de agua, la huella de carbono de las edificaciones en relación con el confort ambiental. Así mismo prolongar el tiempo de estudio, y realizarlo en otras épocas del año como ser en época de invierno.

Incentivar la investigación sobre el confort ambiental en las edificaciones de todo tipo en el país.

Analizar a la normativa paraguaya de construcción sostenible, y si es posible agregar parametros de medición a nivel nacional tanto para el confort témico como sonoro. Así tambien ver las unidades de medida de los parametros establecidos para el confort lumínico y de calidad de aire, como tambien las indicaciones de cómo realizar las mediciones con los intrumentos, ya que el lugar y como se realizan las mediciones,

tiene gran influencia en los resultados.

Incluir en los estudios de confort, normativas y reglamentaciones; el análisis cualitativo por medio de las encuestas a las personas afectadas, ya que los mismo son buenos referentes, y se puede saber el por que de su insatisfacción para poder así contribuir a la solución del problema o inconveniente o simplemente mejorar la situación ambiental y de las personas, contribuyendo así con el ambiente.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Acosta, D; Cilento, A. 2007. Edificaciones sostenibles: estrategias de investigación y desarrollo. Caracas, VE: IAT Editorial. 50 p.

Alavedra, P; Dominguez, J; Gonzalo, E; Serra, J. 1997; La construcción sostenible. El estado de la cuestión. Consultado 6 oct.. 2016. Disponible en <http://habitat.aq.upm.es/boletín/n4/apala.html>.

Alonso, F. 1997. Casa Verde: conservación de las casas de tapia y adobe. México, MX: McGraw-Hill. 225 p.

Álvarez, L. 2003. Edificación y Desarrollo Sostenible GBC: Un método para la evaluación ambiental de edificios (en línea). Madrid, Es. Consultado 1 oct 2016 Disponible en <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/556/631>

Berrón, G. 2003; Importancia de incorporar conceptos ambientales en el diseño y construcción de obras civiles. Ingeniería Revista Académica, enero-abril, vol. 7, Mérida, ME 49-52 p.

Bustamante, W; Rosas Y; Cepeda; R. 2009. Guía de Diseño para la Eficiencia Energética en la Vivienda Social. Ministerio de Vivienda y Urbanismo, CL. (203pdf) (Serie II Tecnología de Construcción, no. 333).

Cáceres ,J. 2006; Sostenible. Revista Tracte, Número 66, Octubre de 2006.

Camarero, C; Nieva, A; Pozo, A. 2008. Hacia un nuevo modelo de construcción sostenible. Ambienta (ES). 1: 61-67.

CARM (Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, ES). 2014. Confort Acústico (en línea). Murcia, ES. Consultado 30 set. 2016. Disponible en <https://www.carm.es/web/servlet/integra.servlets.Blob?ARCHIVO=FD49%20ruido>.

Celis, F. 2000; Arquitectura bioclimática, conceptos básicos y panorama actual, Madrid. ES. 10 p. Consultado: 2 de oct. 2016. Disponible en <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n14/afcel.html>.

Chávez, F. 2010. La percepción del ambiente ; La ciudad como entorno. Barcelona, España. 20p.

Civita, 2016. Beneficios y requisitos de la certificación LEED (en línea). Consultado el 29 oct. 2016. Disponible en <http://civita.com.mx/beneficios-requisitos-certificacion-leed/>

Correo, 2016. Edificios sostenibles ya son una realidad en nuestro país (en línea). Consultado el 29 oct. 2016. Disponible en <http://diariocorreo.pe/ciudad/edificios-sostenibles-ya-son-una-realidad-en-nuestro-pais-622785/>

D-fine. 2016. Sellos para certificación de construcción sostenible. Murcia, ES. Consultado 29 oct. 2016. Disponible en <http://www.d-fine.es/archivos/1085/sellos-medioambientales-necesito-uno/>

Del Toro, M. 2009. Edificación Sustentable en Jalisco. Guadalajara, MX. Prometeo Editores. 302 p.

FISO (Fundación Iberoamericana de Seguridad y Salud Ocupacional) 2012. Confort higrotérmico y cuidado ambiental (en línea). Consultado el 6 oct. 2016. Disponible en <http://www.fisoweb.org/Content/files/articulosprofesionales/CONFORTHIGROT%3%89RMICO-Y-CUIDADO-AMBIENTAL.pdf>

Fonseca J. S.; Martins, G. A. 1993. Curso de Estadística. 4ta ed. São Paulo, BRA: Atlas. 317 p

GBCI. Green Building Certification Institute. 2016. (en línea). Consultado el 29 oct. 2016. Disponible en <http://www.usgbc.org/help/what-green-building-certification-institute-gbci>

Gonzalo, G. 2003. Manual de Arquitectura Bioclimática. Buenos Aires, AR. Editorial Nobuko. 468 p.

Green Building Council. 2000. Construcción Sostenible. (en línea). Consultado el 29 oct. 2016. Disponible en <http://www.usgbc.org/>

Hernández, R.; Fernández, C.; Lucio, P. 1998. Metodología de la Investigación. 2da ed. México, D.F., MEX: Mc Graw-Hill. 501 p.

IRPH. Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat. 2009. Análisis normativo en dos categorías del método LEED (en línea). San Juan, AR. Consultado 22 set.. 2016. Disponible en [www.asades.org.ar/modulos/averma/trabajos/2009/2009-007-a010.pdf](http://www.asades.org.ar/modulos/averma/trabajos/2009/2009-007-a010.pdf)

Lloyd Jones, D. 2002. Arquitectura y entorno: El diseño de la construcción bioclimática. Barcelona. ES. Editorial Blume. 120 p.

Maña, F; González, J, M; Cuchi, A; Zamorra, J, L; Roca, L. 2002. Alternativas a la construcción convencional de viviendas. Barcelona. ES. Ed. ITEC. 104p.

Molina, C; Veas, L. 2012. Evaluación del confort térmico en recintos de 10 edificios públicos de Chile en invierno (en línea). *Revista de Construcción* 11(2). Consultado 29 set. 2016. Disponible en [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718915X2012000200004&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718915X2012000200004&script=sci_arttext)

Oliveros, Y; Requena, F; León, A; Ostos, M; Parra, R; Marquina1, J; Bastianelli, D. 2008. Aplicación del índice de confort térmico como estimador de periodos críticos en cría de pollos de engorde. *Zootecnia Tropical*, VE. 26(4): 531-537. (en línea). Consultado 9 oct. 2016. Disponible en [http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\\_ci/ZootecniaTropical/zt2604/pdf/oliveros\\_ydf](http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt2604/pdf/oliveros_ydf).

Paraguay Green Building Council. 2013. Construcciones Verdes: Certificación LEED (en línea). Asunción, PY. Consultado 22 set.. 2016. Disponible en <http://www.paraguaygbc.org/certificaciones-LEED/>

Ramírez, A. 2010. La construcción sostenible: construcción verde. *Física y Sociedad (ES)*. 13: 30-33. (en línea). Consultado 20 oct. 2016. Disponible en [http://www.cofis.es/pdf/fys/fys13/fys13\\_30-33.pdf](http://www.cofis.es/pdf/fys/fys13/fys13_30-33.pdf).

Ramírez, L. C. 2009a. Evaluación de la eco eficiencia constructiva de un prototipo de vivienda bioclimática desarrollada para el clima tropical cálido húmedo en Venezuela: análisis de los recursos materiales consumidos en la vivienda bioclimática VBP-1. In "9no Congreso Nacional del Medio Ambiente". Sevilla, ES: CONAMA. 20 p. (en línea). Consultado el 03 de oct. de 2016. Disponible en [http://www.conama9.org/conama9/download/files/CTs/2699\\_LRam%EDrez.pdf](http://www.conama9.org/conama9/download/files/CTs/2699_LRam%EDrez.pdf).

Ramírez, P. 2009b. *Arquitectura Bioclimática*. Mexico, MX: Ecotecs. (en línea). Consultado 10 de oct. 2016. Disponible en <http://www.ecotec2000.de/espanol/starten.htm>.

Rey, F; Eloy, V.2006.Eficiencia energética en edificios: Certificación y auditorías energéticas. Editorial Thomson, Madrid. España. 313p.

Rodríguez J; Plazas A. 2011. Estudio de Factibilidad para la Implementación del modelo LEED en el edificio Torre Empresarial Petrobras (en línea). Bogotá, CO. Consultado 22 set. 2016. Disponible en [repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/3249/2/rodrigueztochocarrunchojhoanmanuel20011.pdf](http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/3249/2/rodrigueztochocarrunchojhoanmanuel20011.pdf)

Rybczynski, 2009. *Arquitectura Bioclimática y urbanismo sostenible*. Vol. 1. Editorial Prensas Universitarias de Zaragoza. Zaragoza. España. 350p

Sánchez, A. 2010. Metodología e investigación. Buenos Aires, AR, 89 p.

Serrano, Y. 2016. La importancia de los materiales constructivos en la certificación LEED. Certificados energéticos (en línea). Consultado 10 de oct. 2016. Disponible en <http://www.certificadosenergeticos.com/importancia-materiales-constructivos-certificacion-leed>

Structuralia, 2016. Arquitectura bioclimática, soleamiento de un edificio (en línea). Consultado 3 de oct. 2016. Disponible en <http://www.structuralia.com/es/blog/32-arquitectura/10001990-arquitectura-bioclimatica-soleamiento-de-un-edificio>

Usón, E. 2004. Dimensiones de la Sostenibilidad. Barcelona, ES. Universidad Politécnica de Catalunya, SL. 179 p.

Valenzuela, M. 2009. Arquitectura Sostenible (en línea). Bogotá, COL. Consultado 22 oct. 2016. Disponible en <http://es.slideshare.net/LuisMarceloValenzuela/arquitectura-sostenible>

Vargas, F; Gallego, I. 2005. Calidad Ambiental Interior: Bienestar, Confort y Salud (en línea). Revista España Salud Pública 79(2). Consultado 30 set. 2016. Disponible en [http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S113557272005000200011&script=sci\\_arttext](http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S113557272005000200011&script=sci_arttext)

Vianello, R. L.; Alves, A. R. 1991. Meteorología básica e aplicações. Viçosa, BR. 449p.

Viladomiu, E. 2003. La Edificación Sostenible en España: críticas y posibilidades (en línea). Barcelona, ES. Consultado 25 ago. 2016. Disponible en [www.fundaciongasnaturalfenosa.org/sitecollectiondocuments/actividades/seminarios/barcelona%20241003/Elisabet%20Viladomiu.pdf](http://www.fundaciongasnaturalfenosa.org/sitecollectiondocuments/actividades/seminarios/barcelona%20241003/Elisabet%20Viladomiu.pdf)

Xercavins i valls, J. 2002; Que as el desenvolupament sostenible, I Jomades: Construcción Desenvolupament sostenible, Barcelona, Es Acosta, D; Cilento, A. 2007. Edificaciones sostenibles: estrategias de investigación y desarrollo. Caracas, VE: IAT Editorial. 50 p.

## **ANEXOS**

1A. Fotografías de las edificaciones.



Fotografía 1 Edificación financiera corporativa A



Fotografía 2 Edificación financiera corporativa B

2 A. Fotografía y descripción de los instrumentos utilizados para la recolección de datos

Los instrumentos del CDT utilizados para la recolección de datos del trabajo de investigación son:

1. Luxómetro E A31 de la Marca EXTECH: Para hallar el confort lumínico de la edificación por medio de las mediciones cuantitativas de la intensidad lumínica tanto del interior como el exterior de cada edificación.



Fotografía 3 Luxómetro E A31 de la Marca EXTECH (EXTECH 2016).

2. Analizador de Gases Marca GfG, Modelo G460: Para hallar la calidad del aire por medio de la medición de CO y CO<sub>2</sub>.



Fotografía 4. Analizador de Gases Marca GfG, Modelo G460 (GfG 2016).

Los demás instrumentos requeridos para el trabajo de investigación fueron adquiridos por la Carrera de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción:

3. Medidor de temperatura infrarrojo Modelo El IRT207 Heatseeker: Para hallar el confort térmico de la edificación por medio de la medición cuantitativa de la temperatura de objetos, dentro y fuera de la edificación, tanto de cubiertas como de muebles de común utilización. Es un dispositivo de medición con precisión utilizado para la obtención de temperaturas precisas sin tener que ponerse en contacto con el objeto que se está midiendo.



Fotografía 5. Medidor de temperatura infrarrojo Modelo El IRT207 Heatseeker (Heatseeker 2016).

4. Termo Higrómetro Marca Acurite 00611A3 : Para hallar el confort térmico de la edificación por medio de la medición cuantitativa de la temperatura y humedad relativa del ambiente, dentro y fuera de la edificación.



Fotografía 6. Termo Higrómetro Marca Acurite 00611A3 (Acurite 2016).

Es un equipo que nos ayuda a visualizar la temperatura y la humedad (interior y exterior) de forma precisa y confiable. Con una pantalla LCD grande y muy fácil de leer, muestra la temperatura interior y exterior actual y el porcentaje de humedad.

5. Termo Higrómetro Marca Thermoworks RT817E: Para hallar el confort térmico de la edificación por medio de la medición cuantitativa de la temperatura y humedad relativa del ambiente, dentro y fuera de la edificación. Es un instrumento de medición de temperatura y humedad, interior y exterior.



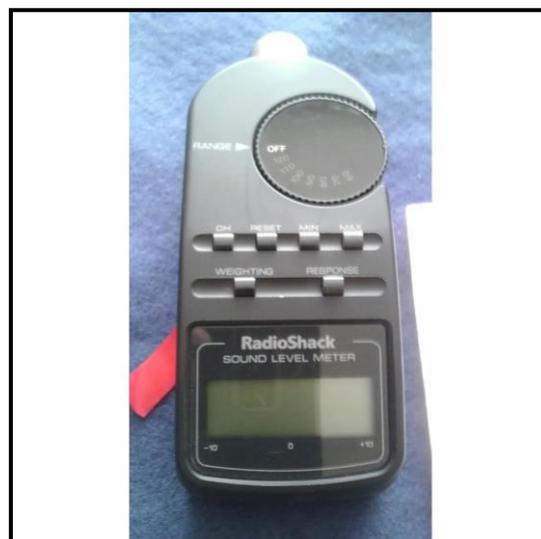
Fotografía 7. Termo Higrómetro Marca Thermoworks RT817E (Thermoworks 2016).

6. Sonómetro Marca Schwyz Modelo SC212-3: Para hallar el nivel de confort sonoro de acuerdo a los decibeles identificados en cada uno de los puntos de las edificaciones.

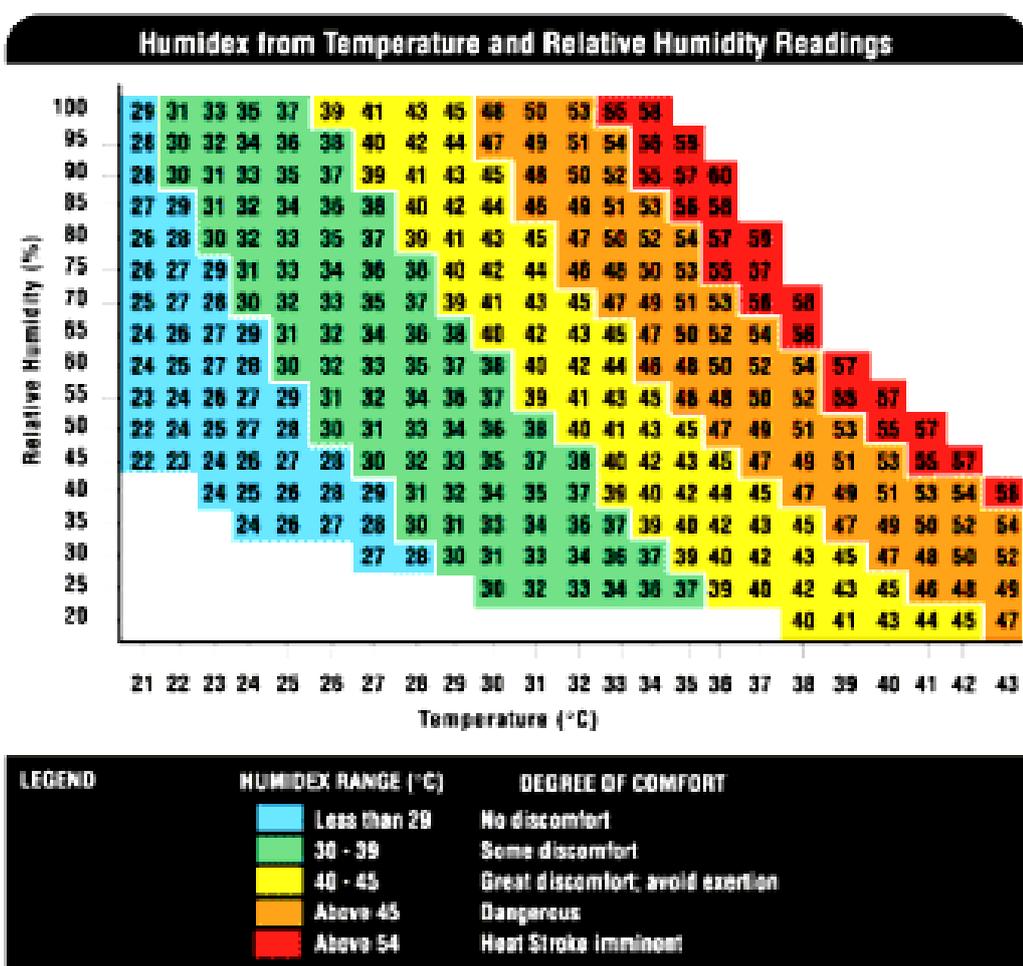


Fotografía 8. Sonómetro Marca Schwyz Modelo SC212-3 ( Schwyz 2016).

7. Sonómetro Radioshack: Para hallar el nivel de confort sonoro de acuerdo a los decibeles identificados en cada uno de los puntos de las edificaciones.



3 A. Figura para determinación del Índice de Confort Térmico Humidex.



Fuente: Urriola (2005)

## 4 A. Encuestas utilizadas para la realización de la percepción ambiental

## E1. Encuesta para hallar la percepción del confort térmico



Universidad Nacional de Asunción  
Facultad de Ciencias Agrarias



**Encuesta: Análisis del Confort ambiental en el edificio**

**Hora:.....**

**Sexo:** Masculino  Femenino  Edad: \_\_\_\_\_

1. Dentro de la edificación, uno siente que la temperatura del aire es:

Frío  Ligeramente frío  Cálido  Caliente  Muy Caliente

2. Hay una silla en la edificación (la más próxima a Ud. preferentemente desocupada), ponga su mano sobre el asiento por unos 30 segundos e indique si es:

Marcar: Ocupada..... D desocupada.....

Frío  Ligeramente frío  Cálido  Caliente  Muy Caliente

3. Hay una mesa en la edificación (preferentemente la que Ud. suele utilizar), toque la mesa con la palma de su mano por unos 30 segundos y luego indique si es:

Marcar: Es la que utiliza: Si:..... No:.....

Frío  Ligeramente frío  Cálido  Caliente  Muy Caliente

4. En cuanto a la corriente del aire dentro de la edificación, usted percibe que:

No hay corriente de aire  Hay una brisa suave  Hay una fuerte corriente de aire

5. Dentro de la habitación, inhale y exhale tres veces, al finalizar usted siente que:

No hay sofoco  Se sofoca ligeramente  Es sofocante  Es muy sofocante

6. Luego de permanecer unos minutos en la edificación, al tocarse el brazo derecho, usted siente que esta:

Frío  Ligeramente frío  Cálido  Caliente  Muy Caliente

7. Luego de permanecer unos minutos en la edificación, al tocarse los pómulos con las dos manos, usted siente que esta:

Frío  Ligeramente frío  Cálido  Caliente  Muy Caliente



Universidad Nacional de Asunción  
Facultad de Ciencias Agrarias



8. El ambiente general interno de la edificación, en cuanto a su temperatura y humedad del aire le parece:
- Muy desagradable  Desagradable  Indiferente  Agradable  Muy Agradable
9. El ambiente general interno de la edificación, en cuanto a su temperatura y humedad del aire le parece:
- Nada Confortable  Poco Confortable  Confortable  Muy Confortable
10. Comparando el ambiente interno con el externo de la edificación, usted cree que en el interno existe:
- Mayor Temperatura  Menor temperatura  Es Igual
11. Comparando el ambiente interno con el externo de la edificación, usted cree que en el interno existe:
- Mayor Humedad  Menor Humedad  Es Igual
12. El aire de la edificación contiene humedad, como la percibe.
- Seco  Ligeramente Húmedo  Húmedo  Muy Húmedo
13. Qué preferencias de temperatura usted sugeriría?
- Más Frío  Más Caliente  Así está bien
14. Tipo de vestimenta utilizada
- Muy ligera  Ligera  Abrigada  Muy abrigada
15. Con la actividad que usted está llevando acabo se siente
- Feliz  Optimista  Entusiasmado  Normal  Apático
- Deprimido  Triste

## E2. Encuesta para hallar la percepción del confort lumínico



Universidad Nacional de Asunción  
Facultad de Ciencias Agrarias

**Encuesta: Análisis del Confort ambiental en el edificio**



**Hora:.....**

**Sexo:** Masculino

Femenino

Edad: \_\_\_\_\_

1. Cómo valora la intensidad lumínica del lugar donde trabaja?  
Muy Inaceptable  Inaceptable  Aceptable  Muy aceptable  Excelente
2. Cree usted que la iluminación está acorde a las actividades desarrolladas en el lugar?  
Absolutamente no  No  Mas o menos  Si  Absolutamente Si
3. Cree usted que en el lugar hay suficientes ventanas?  
Muy pocas  Pocas  Suficientes  Muchas  Demasiadas
4. Las ventanas le producen algún reflejo, brillo o deslumbramiento cuando realiza su trabajo?  
A veces  Ninguno  Demasiado
5. Siente algún tipo de incomodidad lumínica al ingresar al lugar de trabajo?  
Muy poca  Poca  Nada  Mucha  Demasiada
6. Le parece suficiente la cantidad de artefactos lumínicos que se encuentran en el lugar?  
Muy insuficiente  Insuficiente  Perfecto  Suficiente  Demasiado suficiente
7. Como percibe la iluminación proveniente de los artefactos lumínicos?  
Muy insuficiente  Insuficiente  Uniforme  Directa  Demasiada
8. El sistema de iluminación existente es:  
Natural  General  Artificial  Localizada

9. En caso de existir ventanas, ¿los puestos están situados al costado de estas? 

Sí  No

10. ¿El nivel de iluminación es suficiente para el tipo de tarea desarrollada?

Sí  No

11. ¿Existe deslumbramiento directo dentro del campo visual del trabajador debido a algunas de estas fuentes?:

Luminarias muy brillantes

Ventanas situadas frente al trabajador

Paredes o mamparas demasiado luminosas

Ausencia de: (persianas, estores, toldos, etc.)

12. ¿Se producen reflejos o brillos molestos?

Sí  No

13. ¿El sistema de iluminación produce parpadeos molestos?

Sí  No

## E3. Encuesta para hallar la percepción del confort sonoro



Universidad Nacional de Asunción  
Facultad de Ciencias Agrarias



**Encuesta: Análisis del Confort ambiental en el edificio**

**Hora:.....**

**Sexo:** Masculino  Femenino  Edad: \_\_\_\_\_

1. Según su opinión personal, el nivel sonoro dentro de este edificio es:

Muy bajo  Bajo  Medio  Alto  Muy Alto

2. Comó se siente al tener una conversación dentro del edificio? (Lugar de trabajo)

Muy incomodo  Incomodo  Normal  Comodo  Muy Comodo

3. Siente molestia con respecto al ruido procedente de:

- Exterior (Personas, trafico, construcciones, etc.)
- Personas de alrededor (conversaciones, ruidos...)
- Equipos cercanos (fotocopiadoras, impresoras, ordenadores...)
- Sistema ventilación/climatización
- Ninguno

4. Según su orden de prioridad marque la intensidad de los ruidos proveniente del exterior que escucha desde su lugar de trabajo (en orden decreciente de molestia).del (5 al 1)

- Sonido emitido por los automóviles
- Sonido emitido por los buses de transporte
- Sonido emitido por las motos
- Bocinas
- Sirena de ambulancia

5. ¿El ruido dentro del edificio le deja desarrollar tranquilamente sus actividades?

Nunca  Casi nunca  Normalmente  La mayoría de las veces  Siempre



Universidad Nacional de Asunción  
Facultad de Ciencias Agrarias



6. ¿En qué horario del día considera que se percibe mayor cantidad de ruido en su lugar de trabajo?

- Primera hora de la mañana
- Media Mañana
- Medio Día
- Tarde
- Tardecita
- Todo el tiempo
- En ningún momento

7. ¿Piensa Usted que el ruido puede ocasionarle problemas de salud?

No, ninguno  Puede ser  No se  Si, un poco  Si, mucho

## E4. Encuesta para hallar la percepción de la calidad del aire



Universidad Nacional de Asunción  
Facultad de Ciencias Agrarias



**Encuesta: Análisis del Confort ambiental en el edificio**

**Hora:.....**

**Sexo:** Masculino  Femenino  Edad: \_\_\_\_\_

1. Dentro de la edificación, como percibe la calidad del aire?

Claramente aceptable  Aceptable  Inaceptable  Claramente inaceptable

2. Percibe algún tipo de olor en el lugar de trabajo?

Nada de olor  Olor débil  Olor moderado  Olor fuerte

3. Cómo calificaría la ventilación del lugar?

Claramente aceptable  Aceptable  Inaceptable  Claramente inaceptable

4. Alguna vez sintió algún tipo de malestar a causa de la falta de renovación de aire

Nunca  Pocas veces  Usualmente  Siempre

5. Cerca de su área de trabajo se encuentra alguna:

Fotocopiadora   
Impresora láser   
Sistema de desinfección del aire?   
Ninguno   
Otra cosa especificar.....

6. Alguna vez percibió algún olor proveniente de afuera del edificio

Si  No  De que tipo:.....

7. Dentro del edificio, inhale y exhale tres veces, al finalizar usted siente que:

No hay sofoco  Se sofoca ligeramente  Es sofocante  Es muy sofocante



8. Suele tener somnolencia en la hora laboral?

Nunca  A veces  Casi siempre  Siempre

9. A que hora me suele dar mas somnolencia?

Mañana  Media mañana  Medio día  Tarde  Tardecita  Nunca

10. Tipo de vestimenta utilizada

Muy ligera  Ligera  Abrigada  Muy abrigada

11. Con la actividad que usted está llevando acabo se siente

Feliz  Optimista  Entusiasmado  Normal  Apático

Deprimido  Triste

